

# PLAN NACIONAL DE AGUAS



## Presidencia de la República

### Presidente

Tabaré Vázquez

## Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)

### Ministra

Eneida de León

### Subsecretario

Jorge Rucks

### Director General de Secretaría

Homero Guerrero

### Director Nacional de Aguas

Daniel Greif

### Director Nacional de Medio Ambiente

Alejandro Nario

### Director Nacional de Ordenamiento Territorial

José Freitas

### Director de Cambio Climático

Ignacio Lorenzo

### Director Nacional de Vivienda

Salvador Schelotto

\*El Plan Nacional de Aguas fue elaborado entre 2015 y 2017 a partir de un proceso que comenzó con la aprobación de la Ley de Política Nacional de Aguas en 2009. Si bien en esta página se menciona a las autoridades actuales, queremos reconocer en los exdirectores de aguas, José Luis Genta y Daniel González, el trabajo realizado por todos los que participaron en este proyecto desde entonces.

## Gabinete Ambiental

### Presidente de la República

Tabaré Vázquez

### Secretaría de Ambiente, Agua y Cambio Climático

Carlos Colacce

### Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial

#### y Medio Ambiente

Eneida de León

### Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

Tabaré Aguerre

### Ministerio de Industria, Energía y Minería

Carolina Cosse

### Ministerio de Defensa Nacional

Jorge Menéndez

### Ministerio de Salud Pública

Jorge Basso

### Ministerio de Economía y Finanzas

Danilo Astori

A partir de la reforma de la Constitución en 2004, impulsada y defendida por la ciudadanía, reconocemos como país al agua potable y al saneamiento como derechos humanos fundamentales, y asumimos la gestión integrada, planificada y participativa de las aguas. Sin duda es un complejo pero alentador desafío que nos prepara para asumir el desarrollo sostenible como meta. En definitiva, el desarrollo es sostenible o no es desarrollo.

Hoy nuestro país cuenta, por primera vez en su historia, con una herramienta fundamental para el cuidado del agua, una de nuestras principales riquezas. El Plan Nacional de Aguas constituye un marco para la acción planificada, que nos permitirá abrir nuevas oportunidades al aprovechamiento de las aguas, asegurando el derecho de la población y de las futuras generaciones, sin poner en riesgo el desarrollo sostenible.

<b>Tabaré Vázquez</b>
<span></span>
Presidente de la República

El Plan Nacional de Aguas fue elaborado con una muy amplia participación ciudadana, con aportes de la academia, de las instituciones involucradas en la gestión del agua, de los usuarios, de las organizaciones sociales y de todos los que quisieron aportar sus conocimientos, inquietudes y propuestas.

Entre todos hemos construido una herramienta para abordar la gestión del agua de manera integrada, asumiendo tanto su valor como sus riesgos, incorporando la necesaria consideración de los distintos usos y actividades que la involucran, teniendo siempre presente que el agua es un elemento matriz del ambiente que determina la calidad de vida de la gente.

<b>Eneida de León</b>
<span></span>
Ministra de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

El Plan Nacional de Aguas es un documento técnico político que define objetivos, acciones y prioridades para la gestión integrada de las aguas en los próximos años de acuerdo a los objetivos que se ha trazado la ciudadanía. Ofrece además una sistematización del conocimiento acumulado en el país sobre las aguas, orienta la asignación de recursos y establece las bases para la formulación de los planes regionales y locales. Es un marco para el cuidado y aprovechamiento del agua con un horizonte de desarrollo sostenible y ejercicio pleno de derechos. Es una herramienta dinámica, que podrá ser reformulada a partir de las nuevas realidades que nuestra sociedad vaya construyendo.

<b>Daniel Greif</b>
<span></span>
Director Nacional de Aguas

### Coordinación general

Daniel Greif  
Emma Fierro

### Equipo de redacción y coordinación

Daniel Greif  
Emma Fierro  
Viveka Sabaj  
Amalia Panizza  
Matilde Saravia  
Valentina Ribero  
Paula Pellegrino  
Raul Echeverría

### Consultores externos

Sinoel Batista  
Carlos Bachiega  
José Leandro Fernández  
Sebastián Parrilla  
Walter Baethgen  
Rafael Terra  
Alejandra De Vera  
Nicolás Failache

### Equipo Técnico

Abbud, Nazario  
Aguinaga, Silvia  
Alcoz, Silvana  
Baccino, Alberto  
Batista, Lourdes  
Blum, Alfredo  
Bonner, Soledad  
Bonomi, Laura  
Bustamante, Mario  
Caballero, Eduardo  
Cabrera, Natalia  
Calvo, Paola  
Canoura, Carmen  
Cardona, Jorge  
Catalurda, Cecilia  
Chao, Rodolfo  
Cuadrado, Alejandra  
De León, Lizet  
de Macedo, Ernesto  
del Campo, María José  
Delgado, Silvana  
Díaz, Fernando  
Echeverría, Raúl  
Echeverry, Martín  
Fierro, Emma  
Finozzi, Gervasio  
Gamarra, Andrea  
Garat, Saúl  
García, Ignacio  
Gilardoni, Daniel  
Gómez, Gonzalo  
González, María Noel  
Hastings, Florencia  
Hill, Mariana  
Lacués, Ximena  
Laffite, Cecilia  
Lluviera Ramón  
Mallo, Marisol  
Machado, Carlos  
Manganelli, Alberto  
Martínez, Juan Pablo  
Martino, Ana Laura  
Migues, Betina  
Oliveira, Gustavo  
Panizza, Amalia  
Pedemonte, Paola  
Pellegrino, Paula  
Peregalli, Juan  
Piaggio, Raquel  
Pintos, José  
Piperno, Adriana  
Quintans, Federico  
Reolón, Luis  
Ribero, Valentina  
Rodríguez, Ariel  
Rosa, Rafael  
Sabaj, Viveka  
Sanguinet, Gabriela  
Saravia, Matilde  
Scarone, Martín  
Torres, Alicia  
Torres, Roberto  
Zappettini, Mónica

### Participaron en la elaboración del Plan los miembros de los siguientes Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuenca y Acuíferos

Consejo Regional de Recursos Hídricos para la cuenca del Río Uruguay  
Consejo Regional de Recursos Hídricos para la cuenca del Río de la Plata y Frente Marítimo  
Consejo Regional de Recursos Hídricos para la cuenca de la Laguna Merín  
Comisión de Cuenca de Río Cuareim  
Comisión de Cuenca del Arroyo San Antonio  
Comisión de Cuenca del Sistema Acuífero Guaraní  
Comisión de Cuenca del Río Tacuarembó  
Comisión de Cuenca del Río Yí  
Comisión de Cuenca de Río Santa Lucía  
Comisión de Cuenca de la Laguna del Cisne  
Comisión de Cuenca de la Laguna del Sauce  
Comisión de Cuenca del Río Cebollatí

### Instituciones y organizaciones que realizaron aportes específicos al Plan

Administración de las Obras Sanitarias del Estado (OSE)  
Administración Nacional de Usinas y Transmisiones eléctricas (UTE)  
Asociación de Cultivadores de Arroz  
Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay  
Centro Agronómico de Treinta y Tres  
Comisión Nacional en Defensa del Agua y la Vida  
Deciagua | Equipo Coordinador, Panel Asesor y Panel Ciudadano  
Fundación INDRA  
Gremial de Molinos Arroceros  
Instituto de Investigaciones Clemente Estable (IIBCE)  
Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)  
Intendencia Departamental de Montevideo  
Intendencia Departamental de Canelones  
Intendencia Departamental de Tacuarembó  
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)  
Ministerio de Defensa Nacional  
Ministerio de Educación y Cultura  
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca  
Ministerio de Industria, Energía y Minería  
Ministerio de Relaciones Exteriores  
Ministerio de Transporte y Obras Públicas  
Ministerio de Turismo  
Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP)  
PIT-CNT  
Red Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable (RENEA)  
Redes | Amigos de la Tierra  
Sociedad de Fomento Rural Barra de Tala  
Universidad de la República | Cátedra Unesco de Agua y Cultura  
Universidad de la Republica | Centro Universitario de Treinta y Tres  
Universidad de la República | Centro Universitario Regional Este  
Universidad de la República | Centro Universitario Regional Norte  
Universidad de la República | Centro Universitario Tacuarembó  
Universidad de la República | Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)  
Universidad de la República | Facultad de Agronomía  
Universidad de la República | Facultad de Arquitectura  
Universidad de la República | Facultad de Ciencias  
Universidad de la República | Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República | Red Temática de Medio Ambiente (RETEMA)  
Uruguay XXI  
Vida Silvestre

# 0.0

## SUMARIO

### 1.0

#### PRESENTACIÓN

11

### 2.0

#### PLAN NACIONAL DE AGUAS

- 2.1 | Alcance y metodología
- 2.2 | Objetivos
- 2.3 | Directrices
- 2.4 | Alcance territorial y temporal
- 2.5 | Gestión y proceso de construcción
- 2.6 | Gobernanza a futuro: modelo de gestión

15

### 3.0

#### MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO E INSTITUCIONAL

- 3.1 | Política Nacional de Aguas
- 3.2 | Gestión sustentable, integrada y participativa de las aguas
- 3.3 | Marco normativo
- 3.4 | Marco institucional
  - 3.4.1 | Actores relevantes del ámbito nacional
    - 3.4.1.1 | Poder Ejecutivo
    - 3.4.1.2 | Servicios Descentralizados y Entes Autónomos
    - 3.4.1.3 | Personas públicas no estatales
    - 3.4.1.4 | Gobiernos departamentales
    - 3.4.1.5 | Sistemas de coordinación de políticas públicas
    - 3.4.1.6 | Ámbitos de participación
  - 3.4.2 | Actores relevantes del ámbito internacional

21

### 4.0

#### CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL URUGUAY

- 4.1 | Caracterización geopolítica
- 4.2 | Caracterización socioeconómica
  - 4.2.1 | Demografía e indicadores sociales

43

### 5.0

#### RECURSOS HÍDRICOS

- 5.1 | Contexto regional y regiones hidrográficas
- 5.2 | Aguas superficiales
  - 5.2.1 | Sistema de codificación de las cuencas hidrográficas
  - 5.2.2 | Balance hídrico superficial
  - 5.2.3 | Variabilidad
  - 5.2.4 | Disponibilidad de los recursos hídricos superficiales
  - 5.2.5 | Calidad del agua superficial
- 5.3 | Aguas subterráneas
  - 5.3.1 | Los acuíferos
  - 5.3.2 | Características particulares de cada acuífero

71

### 6.0

#### USOS E IMPACTOS VINCULADOS AL AGUA

- 6.1 | Agua para las poblaciones
  - 6.1.1 | Agua y salud
  - 6.1.2 | Agua potable
    - 6.1.2.1 | Fuentes de abastecimiento y calidad del agua para potabilizar
    - 6.1.2.2 | Servicio de agua potable de OSE
  - 6.1.3 | Saneamiento
    - 6.1.3.1 | Sistemas colectivos
    - 6.1.3.2 | Soluciones individuales
    - 6.1.3.3 | Impactos del saneamiento en la calidad de los recursos hídricos
    - 6.1.3.4 | Desafíos del sector saneamiento
  - 6.1.4 | Drenaje urbano y aguas pluviales urbanas
- 6.2 | Agua para el ambiente
  - 6.2.1 | Servicios ecosistémicos
  - 6.2.2 | Fuentes de presión sobre ecosistemas y biodiversidad
- 6.3 | Agricultura, ganadería y forestación
  - 6.3.1 | Sector agrícola
  - 6.3.2 | Sector arrocero
  - 6.3.3 | Otros cultivos
  - 6.3.4 | Sector pecuario
  - 6.3.5 | Sector forestal
  - 6.3.6 | Cantidad y calidad de agua para el sector agropecuario: requerimientos e impactos
- 6.4 | Generación hidroeléctrica
  - 6.4.1 | Hidroeléctricas en el río Negro

105

4.2.2   Indicadores económicos	46
<b>4.3   Caracterización climática</b>	<b>49</b>
4.3.1   Clima	49
4.3.2   Temperatura	50
4.3.3   Precipitación	50
4.3.4   Vientos	51
4.3.5   Insolación	51
4.3.6   Evapotranspiración	51
<b>4.4   Caracterización geológica, topográfica y geomorfológica</b>	<b>52</b>
4.4.1   Geología	52
4.4.2   Topografía	53
<b>4.5   Caracterización de los suelos</b>	<b>54</b>
4.5.1   Tipo de suelo	54
4.5.2   Cobertura del suelo	55
4.5.3   Erosión	56
4.5.4   Capacidad potencial de almacenamiento de agua en el suelo	57
4.5.5   Capacidad de uso de los suelos del Uruguay	58
<b>4.6   Caracterización ecológica</b>	<b>61</b>
4.6.1   Biodiversidad y ecosistemas	61
4.6.2   Áreas protegidas y sitios Ramsar	67

6.4.2   Hidroeléctrica en el río Uruguay-Salto Grande	138
6.4.3   Aspectos de la gestión de riesgo relacionados con la generación hidroeléctrica	139
6.4.4   Impacto de la variabilidad climática en la generación hidroeléctrica	139
<b>6.5   Agua para la industria</b>	<b>140</b>
6.5.1   Uso industrial	141
6.5.2   Efluentes industriales	146
<b>6.6   Navegación</b>	<b>148</b>
6.6.1   Hidrovía Paraguay-Paraná	149
6.6.2   Hidrovía Uruguay-Brasil	149
6.6.3   Hidrovía del río Uruguay	149
6.6.4   Infraestructura portuaria	149
<b>6.7   Pesca y acuicultura</b>	<b>150</b>
6.7.1   Pesca industrial	151
6.7.2   Pesca artesanal	151
6.7.3   Acuicultura	151
<b>6.8   Extracción de áridos en cursos de agua</b>	<b>154</b>
<b>6.9   Turismo y recreación</b>	<b>154</b>

8.4.5   Solicitud de aprovechamiento de aguas	188
8.4.6   Registro Público de Aguas	191
<b>8.5   Gestión del riesgo de origen hídrico</b>	<b>193</b>
8.5.1   Atención de sequías	194
8.5.2   Atención de inundaciones	196
<b>8.6   Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuenca y Acuíferos</b>	<b>198</b>
<b>8.7   Juntas Regionales Asesoras de Riego</b>	<b>202</b>
<b>8.8   Antecedentes de la planificación</b>	<b>202</b>
<b>8.9   Cooperación internacional en el marco de los recursos hídricos</b>	<b>205</b>
<b>8.10   Educación, investigación y comunicación</b>	<b>206</b>

# 7.0

## **RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS** **157**

<b>7.1   Región hidrográfica del río Uruguay</b>	<b>158</b>
7.1.1   Características socioeconómicas ambientales	158
7.1.2   Características de la oferta de los recursos hídricos	160
7.1.3   Características del uso de los recursos hídricos	160
7.1.4   Sistema Acuífero Guaraní (SAG)	161
<b>7.1   Región hidrográfica de la Laguna Merín</b>	<b>162</b>
7.2.1   Características socioeconómicas y ambientales	162
7.2.2   Características de la oferta de los recursos hídricos	163
7.2.3   Características del uso de los recursos hídricos	163
<b>7.3   Región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo</b>	<b>164</b>
7.3.1   Características socioeconómicas y ambientales	164
7.3.2   Características de la oferta de los recursos hídricos	165
7.3.3   Características del uso de los recursos hídricos	165
7.3.4   Río Santa Lucía	167
7.3.5   Laguna del Sauce	167
7.3.6   Laguna del Cisne	167
7.3.7   Acuífero Raigón	168

# 8.0

## **GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS** **171**

<b>8.1   Monitoreo de los recursos hídricos</b>	<b>172</b>
8.1.1   INUMET   Instituto Uruguayo de Meteorología	173
8.1.2   DINAGUA   Dirección Nacional de Aguas	174
8.1.3   DINAMA   Dirección Nacional de Medio Ambiente	177
8.1.4   MGAP   Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca	179
8.1.5   MDN   Ministerio de Defensa Nacional	179
8.1.6   OSE   Obras Sanitarias del Estado	179
8.1.7   UTE   Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas	179
8.1.8   CTM-SG   Comisión Técnica Mixta de Salto Grande	179
8.1.9   INIA   Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria	179
8.1.10   IM   Intendencia de Montevideo	180
8.1.11   IC   Intendencia de Canelones	180
<b>8.2   Sistemas de información</b>	<b>181</b>
<b>8.3   Modelación</b>	<b>181</b>
<b>8.4   Administración de los recursos hídricos</b>	<b>182</b>
8.4.1   Aprovechamientos de aguas superficiales	182
8.4.2   Aprovechamientos de aguas subterráneas	183
8.4.3   Distribución de obras y volúmenes de uso	183
8.4.4   Otras infraestructuras hidráulicas	183

# 9.0

## **VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO** **209**

9.1   Uruguay y contexto global	210
9.2   Variabilidad y cambio climático	211
<b>9.3   Escenarios asociados a los recursos hídricos y su gestión</b>	<b>213</b>
9.3.1   Datos meteorológicos	214
9.3.2   Caracterización de estadísticos hidroclimáticos relevantes en el clima presente	216
9.3.3   Escenarios hidro-climáticos seleccionados	220
9.3.4   Tendencias observadas	220
9.3.5   Sensibilidad de déficit hídrico a variaciones de la ETP	221
9.3.6   Generadores de tiempo: entrenamiento y sensibilidad a parámetros	223
9.3.7   Escenarios para la gestión de los recursos hídricos	227
<b>9.4   Análisis sobre la adaptabilidad</b>	<b>227</b>
9.4.1   Amenazas	227
9.4.2   Oportunidades	228
9.4.3   Debilidades	228
9.4.4   Fortalezas	228
<b>9.5   Recomendaciones</b>	<b>229</b>

# 10.0

## **PROYECCIONES Y ASUNTOS CRÍTICOS** **231**

10.1   Escenarios hidroclimáticos	232
10.2   Proyecciones del uso del agua	235
10.3   Asuntos críticos	242

# 11.0

## **DIRECTRICES, PROGRAMAS, PROYECTOS Y METAS** **245**

11.1   Programas y proyectos	246
------------------------------	-----

# ANEXO

Referencias	310
Glosario	313

# 1.0

---

PRESENTACIÓN

# 1.0

## PRESENTACIÓN

### El agua, la vida y el desarrollo

El agua es un derecho humano fundamental. Es esencial para la vida humana y para la de todas las especies que habitan el planeta, y un elemento clave en cada una de las actividades que se realizan en él. Es un recurso limitado y por esa razón necesita un tratamiento especial. Por ello el Estado tiene responsabilidades ineludibles en relación al agua: proteger su calidad, garantizar su cantidad y asegurar el acceso.

El desarrollo de nuestro país depende de sus recursos naturales, de sus recursos humanos y del vínculo que las comunidades establecemos con ellos. Hoy tenemos importantes oportunidades para el desarrollo productivo, social, cultural y ambiental del país. La posibilidad de que ese desarrollo sea efectivamente sustentable nos impone una mirada solidaria y de largo plazo. Esta es la única acepción que podemos admitir hoy del desarrollo.

Como país hemos asumido compromisos firmes con el desarrollo sustentable. En ese marco, nos proponemos avanzar en la gestión integrada y participativa de las aguas, como lo establece la reforma constitucional del año 2004, respaldada por la ciudadanía a través de un plebiscito, y luego reglamentada mediante la Ley N° 18.610 de Política Nacional de Aguas en 2009. Junto a los países que integran las Naciones Unidas, nuestro país se comprometió, en setiembre de 2015 y por los próximos 15 años, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible que promueven una agenda en la misma dirección.

### Una mirada amplia y de largo plazo

Por primera vez, nuestro país se propone llevar adelante un Plan Nacional de Aguas, abordando el tema del agua de manera integral y con una mirada estratégica de largo plazo. Se abre así un camino a una nueva forma de vinculación con los recursos hídricos que amplía las posibilidades para un desarrollo sustentable.

El Plan Nacional de Aguas es una herramienta para proyectar las expectativas de la sociedad sobre el futuro que espera construir, imaginando escenarios posibles. Es, además, un instrumento para anticiparse a los nuevos desafíos y amenazas, a partir de la convicción de que la prevención es más efectiva y menos costosa que las posteriores remediaciones.

Para gestionar los recursos hídricos de manera responsable y sostenible es necesario mantener una visión integral sobre todas las actividades involucradas, el mantenimiento de los ecosistemas asociados, los paisajes e incluso la cultura. Es necesario cambiar el paradigma de planificación sectorial que prevaleció históricamente y pasar a una visión integral que reconozca la interacción e influencia de las diversas actividades.

Las aguas forman parte del ciclo hidrológico que es sumamente variable y complejo desde el punto de vista temporal y geográfico. La gestión del agua debe estar integrada al desarrollo territorial, al desarrollo productivo y al desarrollo social. Su utilización y gestión requiere capacidades, planificación e inversiones, y requiere también abordar situaciones extremas como las sequías y las inundaciones. En un contexto en el que las actividades productivas aumentan la presión sobre los recursos hídricos, el Estado debe intervenir para garantizar derechos, regulando usos y estableciendo los límites necesarios. Por eso, avanzar hacia una gestión sustentable supone integrar las distintas visiones existentes mediante la participación de todos los actores involucrados. Implica nuevos desafíos y también nuevas oportunidades para encontrar respuestas adecuadas. Si pretendemos dejar a las próximas generaciones mejores condiciones que las actuales, debemos tratar a los recursos con inteligencia, aplicar todo el conocimiento posible, prever las consecuencias, planificar las acciones para prevenir inconvenientes y a la vez coordinar y optimizar los esfuerzos.

El Plan Nacional de Aguas, por consiguiente, es un documento técnico-político, que pretende contribuir a explicitar objetivos y actividades para orientar, con el mayor fundamento posible, las acciones a realizar por los distintos actores públicos y privados.

### Participación en la construcción y gestión

El Plan Nacional de Aguas es el resultado de un proceso rico y complejo, iniciado en 2010 por la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA). En él convergieron una gran cantidad de actores que intercambiaron y aportaron conocimientos y propuestas.

Durante el último semestre de 2016, la versión preliminar fue distribuida, presentada y discutida a lo largo de todo el país. Se realizaron más de treinta instancias de reunión que incluyeron tanto los ámbitos formales de los Consejos Regionales y las Comisiones de Cuenca como jornadas abiertas convocadas con el fin específico de analizar y discutir la propuesta. En forma complementaria, junto a la Universidad de la República, desarrollamos una innovadora experiencia de deliberación ciudadana que permitió incorporar otras voces, no implicadas con intereses particulares. Este complejo proceso permitió recoger aportes y enriquecer notoriamente el documento.

Como Dirección Nacional de Aguas, nos ha tocado el desafío y el honor de coordinar semejante tarea. El resultado es fruto de los esfuerzos y aportes, individuales y colectivos, de miles de personas. Sus capacidades y conocimientos, así como el tiempo y compromiso dedicado, nos permitieron alcanzar este primer Plan Nacional de Aguas.

El plan que estamos presentando es una herramienta dinámica y de un amplio alcance que debe servir como guía para la toma de decisiones, por parte de las instituciones y las empresas y por la ciudadanía en general, pues todas las acciones, en cierta medida, tienen que ver con las aguas.

Los conocimientos y avances que logremos a partir de su implementación y las nuevas realidades construidas deben ser puntos de partida para el desarrollo de proyectos que nos permitan seguir mejorando nuestra calidad de vida, asegurando el mejor uso del agua y preservándola para las generaciones futuras.

Esto será posible sólo si la ciudadanía se apropia de este Plan, de sus principios y objetivos, si debate la aplicación de sus propuestas en los distintos ámbitos de participación y si además se compromete con sus acciones.

# 2.0

## PLAN NACIONAL DE AGUAS



# 2.0

## PLAN NACIONAL DE AGUAS

### 2.1 | Alcance y metodología

La planificación para la gestión de las aguas, en cuanto instrumento para el desarrollo sustentable del país, tiene que articularse con las demás políticas nacionales (ambiente, ordenamiento territorial, cambio climático) y sectoriales (sector productivo, energía, navegación, emprendimientos especiales). Debe considerar, además, la necesidad de coordinación internacional que impone el carácter transfronterizo de los recursos hídricos y contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

El Plan Nacional de Aguas establece los lineamientos generales para la gestión integrada y sustentable del agua en todo el territorio, propone objetivos específicos alineados con la Política Nacional de Aguas y líneas de acción para su concreción, a la vez que sienta las bases para la formulación de los planes regionales y locales.

Los planes regionales aportarán los lineamientos específicos que permitirán a cada región hidrográfica tomar decisiones de gestión a su escala y servirán de marco para los planes locales respectivos.

Los planes locales de cuencas, acuíferos y aguas urbanas, con énfasis en la visión local, son la principal herramienta de gestión en cada cuenca o localidad, definiendo las acciones concretas en el territorio.

El Plan ha definido **objetivos** que establecen adónde queremos llegar. Parte de un **estado de situación** que comprende un análisis de los principales aspectos vinculados al conocimiento y la gestión de las aguas en el Uruguay; con **proyecciones** de escenarios futuros respecto a las demandas para diferentes usos, la variabilidad hidrológica y el ambiente; define los principales **asuntos críticos** que surgen del análisis de la situación actual y las proyecciones; es conducido por **directrices estratégicas** que orientan las acciones y que atraviesan los objetivos establecidos para el Plan. Las **líneas de acción** están estructuradas en **programas y proyectos** con **metas** de corto, mediano y largo plazo. El ciclo de planificación se completa con el **monitoreo y evaluación** de las acciones implementadas, de lo que surgirán revisiones y actualizaciones, reprogramación y nuevos proyectos.

Figura 2.1 | Etapas del plan



## 2.2 | Objetivos

Son objetivos del Plan Nacional de Aguas:



### Agua para el uso humano

Garantizar a los habitantes el ejercicio de los derechos humanos fundamentales de acceso al agua potable y al saneamiento.

La primera prioridad para el uso del agua es el abastecimiento de agua potable a poblaciones y la prestación del servicio de agua potable y saneamiento deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico.



### Agua para el desarrollo sustentable

Disponer de agua en cantidad y calidad para el desarrollo social y económico del país y para la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas mediante la gestión integrada y participativa.



### Agua y sus riesgos asociados

Prevenir, mitigar y adaptarse a los efectos de eventos extremos y al cambio climático, con enfoque en la gestión de riesgo.

## 2.3 | Directrices

Para la formulación del Plan Nacional de Aguas y su implementación se considera un conjunto de directrices estratégicas que proporcionan lineamientos para la acción, transversales a todos los objetivos:

- **Gestión integrada y sustentable**
- **Participación de usuarios de la sociedad civil**
- **Incorporación del concepto de riesgo en la planificación y la gestión**
- **Investigación, innovación y generación de capacidades**
- **Educación ambiental**

## 2.4 | Alcance territorial y temporal

El Plan Nacional de Aguas tiene alcance en todo el territorio nacional, comprendiendo las aguas continentales y de transición.<sup>1</sup>

Con un horizonte temporal situado en el año 2030, el Plan Nacional de Aguas complementa miradas de corto, mediano y largo plazo para el logro de los objetivos. De esta forma, constituye una herramienta flexible y dinámica que ordena y articula acciones cuya ejecución, en gran medida, ya está en marcha, con proyectos a desarrollar en el futuro próximo.

1 | Son aguas continentales las aguas superficiales, las aguas subterráneas y la humedad del suelo; y aguas de transición aquellas que ocupan la faja costera del Río de la Plata y del océano Atlántico, donde se establece un intercambio dinámico entre las aguas marítimas y continentales (Ley N° 18.610).

## 2.5 | Gestación y proceso de construcción

La gestión integrada de las aguas debe vincular todos los factores que impactan en ellas y al mismo tiempo atender con una mirada prospectiva las consecuencias que cada decisión conlleva sobre el ambiente y el desarrollo social y económico del país. Debe, en consecuencia, considerar una gama muy variada de cuestiones que involucran desde los diferentes tipos de usos que la sociedad hace del agua hasta aspectos de carácter cultural y simbólico. Un Plan de estas características implica entonces necesariamente la más amplia participación de la sociedad. La construcción participativa asegura condiciones para la consideración de los diversos intereses, los posibles conflictos, las capacidades existentes a lo largo y ancho de todo el territorio y la construcción de acuerdos social, política y económicamente sustentables. Un proceso participativo exige la asunción de compromisos por parte de los diferentes actores otorgando al Plan mejores condiciones para su gestión y control.

Con esta perspectiva, en el año 2010 se inició el proceso de construcción del primer Plan Nacional de Aguas como instrumento de la Política Nacional de Aguas aprobada por decreto en 2009.

Para su construcción, la Dirección Nacional de Aguas ha llevado adelante un largo proceso de recopilación, análisis y generación de información necesaria, al tiempo que contó con el apoyo de sus técnicos y de múltiples instituciones, desde las comisiones de cuenca y los consejos regionales hasta el aporte de consultores individuales y la cooperación internacional.

Una serie de instancias de intercambio y discusión permitieron integrar las observaciones del conjunto de los técnicos y autoridades de los ministerios e instituciones del Estado, quienes hicieron su aporte desde la óptica de los actores estatales que tienen competencias directas en la formulación de políticas públicas que impactan en las aguas y en su gestión. A través de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y de las Comisiones de Cuenca y Acuíferos se incorporaron los aportes de otros actores del gobierno, de los usuarios del agua y de la sociedad civil.

Con estos insumos se elaboró un primer documento de trabajo identificado como *Plan Nacional De Aguas Propuesta*, que fue presentado en el mes de julio de 2016 para su consideración pública.

A partir de la presentación de este primer documento de trabajo, se inició un proceso de divulgación y discusión del Plan en los ámbitos formales existentes con competencias específicas en la planificación de los recursos hídricos: Comisión Asesora de Agua y Saneamiento (COASAS), Consejos Regionales de Recursos Hídricos (CRRH) y Comisiones de Cuenca y Acuíferos (CCyA).

En forma paralela y complementaria se desarrollaron diversos mecanismos de consulta y divulgación orientados a la puesta en consideración por parte de la ciudadanía y de instituciones vinculadas a la temática. Esta etapa de consultas e intercambios generó valiosos comentarios y aportes que fueron recogidos por la DINAGUA enriqueciendo el documento original.

El producto de este proceso es el primer Plan Nacional de Aguas.

## 2.6 | Gobernanza a futuro: modelo de gestión

El Plan Nacional de Aguas fue aprobado por el Decreto N° 205/017 del Poder Ejecutivo, el pasado 31 de julio de 2017, en su calidad de autoridad nacional en materia de aguas<sup>2</sup> e instrumentado por los actores públicos y privados competentes.

Las acciones propuestas que refieren a responsabilidades del Estado se efectivizarán a través de sus organismos de gobierno en el plano nacional, departamental y local. Muchas dependen del propio Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y otras tantas de la DINAGUA, encargada del Plan y su seguimiento.

Más allá de lo anterior, la implementación del Plan involucra el accionar de múltiples ministerios, empresas e instituciones públicas y privadas, Gobiernos departamentales y municipales, instituciones académicas y de investigación, así como de todas las personas en su vinculación cotidiana con las aguas. En este sentido, varios programas incluyen acciones de los actores privados de manera voluntaria o a través de normativas que las promuevan u obliguen.

La ejecución del Plan debe ajustar sus tiempos en la medida que estén disponibles los recursos necesarios para llevarlo adelante. Algunas de las iniciativas están previstas y ya cuentan con recursos asignados. Para otras se podrá buscar la fuente de financiamiento público a través del Presupuesto Nacional, recurrir a recursos generados por la implantación del canon e incluir aportes de la cooperación internacional y de privados.

El MVOTMA será responsable de su seguimiento a través de la Dirección Nacional de Aguas. La Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático (SNAACC) articulará y coordinará con

2 | Véase el artículo 3 del Código de Aguas y el artículo 6 de la Ley de Política Nacional de Aguas que establecen respectivamente: "El Poder Ejecutivo es la autoridad nacional en materia de aguas" y "Corresponde al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente proponer al Poder Ejecutivo la Política Nacional de Aguas".

las instituciones y organizaciones que conforman el Sistema Nacional Ambiental la ejecución integrada de las políticas públicas asociadas a los programas y proyectos resultantes del Plan.

Para el seguimiento, se observarán las siguientes etapas:

### Plan de Ejecución

Contendrá la calendarización para la ejecución de los programas y proyectos. Dado que el Plan Nacional de Aguas integra diferentes políticas e instituciones, requiere que todos los involucrados definan su compromiso para disponer los recursos humanos, materiales y presupuestales necesarios para la ejecución de los programas y proyectos incluidos. Vale señalar que muchas de las acciones incluidas en el Plan ya se encuentran en ejecución o tienen presupuesto asignado. Otras requerirán de su desarrollo y búsqueda de financiamiento. El Plan de Ejecución será elaborado bajo la iniciativa del MVOTMA-DINAGUA, en coordinación con la SNAACC.

### Evaluación anual

Informe anual en el que se realizará el seguimiento de los programas y proyectos establecidos por el Plan de Ejecución y se propondrán correcciones que permitan asegurar los avances necesarios. El informe anual elaborado bajo la coordinación de MVOTMA-DINAGUA será puesto a consideración de la COASAS.

### Informe quinquenal

DINAGUA elaborará en los años 2019, 2024 y 2029 el informe que contendrá la evaluación del Plan de Ejecución, identificando los avances, los obstáculos y los montos invertidos. Deberá presentar también recomendaciones de acciones necesarias para los ajustes del Plan de Ejecución apuntando a la eficacia en el desarrollo de los programas y proyectos.

### Ajuste quinquenal del Plan de Ejecución

El ajuste quinquenal del Plan de Ejecución, elaborado a partir del informe quinquenal, tendrá lugar en el año de asunción del gobierno nacional y contendrá las nuevas responsabilidades y compromisos para la ejecución del Plan Nacional de Aguas. El ajuste quinquenal será elaborado bajo la iniciativa del MVOTMA-DINAGUA, en coordinación con la SNAACC.

### Revisión del Plan Nacional de Aguas

El Plan deberá ser revisado en su totalidad, incluyendo diagnósticos, escenarios futuros, directrices, avances de programas y proyectos en cada ajuste quinquenal, en una lógica de planificación adaptativa. La revisión obedecerá al principio de participación social en su elaboración e involucrará a los ámbitos de consulta que estén constituidos en ese momento como la COASAS, los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuenca y de Acuíferos, entre otros.

# 3.0

**MARCO CONCEPTUAL,  
NORMATIVO E INSTITUCIONAL**

# 3.0

## MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO E INSTITUCIONAL

### 3.1 | Política Nacional de Aguas

En 2004, a partir de una iniciativa de organizaciones de la sociedad civil, la ciudadanía debate y aprueba a través de un plebiscito la reforma del artículo 47 de la Constitución. Con el respaldo de una amplia mayoría ciudadana (64 %) se consagra así un cambio de paradigma en relación a la protección del medio ambiente, la gestión de los recursos naturales y en particular de los recursos hídricos. La reforma constitucional establece las bases y principios para la formulación de la Política Nacional de Aguas y los conceptos fundamentales para la gestión de los recursos hídricos.

En el año 2009, en cumplimiento del mandato constitucional, se aprueba la Política Nacional de Aguas, Ley N° 18.610, que establece los principios rectores, enumera instrumentos de planificación y gestión, define lineamientos y la nueva institucionalidad para la gestión de las aguas.

El artículo 47 de la Constitución de la República Oriental del Uruguay y la Ley de Política Nacional de Aguas conforman el marco conceptual sobre el que se construye la Política Nacional de Aguas. Dado el contexto, esta política comprende la gestión de los recursos hídricos, así como los servicios y usos vinculados al agua.

#### CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA

#### SECCIÓN II - DERECHOS, DEBERES Y GARANTÍAS

#### CAPÍTULO II

#### Artículo 47

La protección del medio ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves al medio ambiente. La ley reglamentará esta disposición y podrá prever sanciones para los transgresores.

El agua es un recurso natural esencial para la vida. El acceso al agua potable y el acceso al saneamiento constituyen derechos humanos fundamentales.

1. La Política Nacional de Aguas y Saneamiento estará basada en:
  - a) El ordenamiento del territorio, conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza.
  - b) La gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general. Los usuarios y la sociedad civil participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos; estableciéndose las cuencas hidrográficas como unidades básicas.
  - c) El establecimiento de prioridades para el uso del agua por regiones, cuencas o partes de ellas, siendo la primera prioridad el abastecimiento de agua potable a poblaciones.
  - d) El principio por el cual la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico.

Toda autorización, concesión o permiso que de cualquier manera vulnere las disposiciones anteriores deberá ser dejada sin efecto.

2. Las aguas superficiales, así como las subterráneas, con excepción de las pluviales, integradas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal, como dominio público hidráulico.
3. El servicio público de saneamiento y el servicio público de abastecimiento de agua para el consumo humano serán prestados exclusiva y directamente por personas jurídicas estatales.
4. La ley, por tres quintos votos del total de componentes de cada Cámara, podrá autorizar el suministro de agua, a otro país, cuando éste se encuentre desabastecido y por motivos de solidaridad.

La redacción de este artículo fue dada por la Reforma Constitucional, aprobada por plebiscito de fecha 8 de diciembre de 1996.

El inciso segundo fue agregado por la Reforma Constitucional, aprobada por plebiscito de fecha 31 de octubre de 2004.

#### LEY N° 18.610

#### CAPÍTULO II - PRINCIPIOS

#### Artículo 8

La Política Nacional de Aguas tendrá por principios:

- A) La gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general.
- B) La gestión integrada de los recursos hídricos -en tanto recursos naturales- deberá contemplar aspectos sociales, económicos y ambientales.
- C) Que la falta de certeza técnica o científica no podrá alegarse como eximente -ante el riesgo de daño grave que afecte los recursos hídricos- para la no adopción de medidas de prevención, mitigación y recomposición.
- D) Que la afectación de los recursos hídricos, en cuanto a cantidad y calidad, hará incurrir en responsabilidad a quienes la provoquen.
- E) El reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los recursos hídricos, en las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable.

- F) La educación ambiental como una herramienta social para la promoción del uso responsable, eficiente y sustentable de los recursos hídricos en sus distintas dimensiones: social, ambiental, cultural, económica y productiva.
- G) Que el abastecimiento de agua potable a la población es la principal prioridad de uso de los recursos hídricos. Los demás usos se determinarán teniendo en cuenta las prioridades que se establezcan por regiones, cuencas hidrográficas y acuíferos.
- H) Equidad, asequibilidad, solidaridad y sustentabilidad, como criterios rectores que tutelen el acceso y la utilización del agua.
- I) Que para la gestión sustentable de los recursos hídricos compartidos con otros Estados deberán promoverse estrategias de coordinación y cooperación internacional, según lo establecido por la Constitución de la República en materia de aguas y saneamiento.
- J) La participación de los usuarios y la sociedad civil en todas las instancias de planificación, gestión y control.
- K) Que las personas jurídicas estatales sean las únicas que puedan prestar, en forma exclusiva y directa, los servicios públicos de agua potable y saneamiento.
- L) Que el marco legal vigente en materia de aguas debe estar en consonancia con la evolución del conocimiento científico y tecnológico.

## 3.2 | Gestión sustentable, integrada y participativa de las aguas

La política nacional de aguas se estructura en función de conceptos estrechamente relacionados que consagran un enfoque integrado y sustentable de la gestión de las aguas.

El agua como un recurso natural esencial para la vida es el postulado fundamental que da lugar a todos los demás principios y en torno al cual se construye la política de aguas. El agua es un recurso finito y vulnerable, del que se debe disponer en cantidad suficiente y con la calidad adecuada, para alcanzar un desarrollo sustentable. Para este objetivo, es necesario realizar una gestión integrada de los recursos hídricos, contemplando los aspectos sociales, económicos y ambientales.

El desarrollo sustentable implica utilizar el recurso sin agotarlo ni dañarlo, minimizando la generación de procesos de degradación y permitiendo la continuidad del uso para las generaciones futuras.

El agua es necesaria para una diversidad de propósitos: abastecimiento a poblaciones, mantenimiento de la biodiversidad, producción agropecuaria, industria, energía, navegación, recreación, recepción de efluentes.

Dentro de los múltiples usos, se considera prioritario el abastecimiento de agua a las poblaciones, atendiendo al principio de rango constitucional que establece que el acceso al agua potable y el acceso al saneamiento constituyen derechos humanos fundamentales.

Todos los usos del agua son interdependientes y deben ser considerados en su conjunto, por esta razón se requiere una gestión integrada de los recursos hídricos. Todas las actividades que se desarrollan en el territorio afectan a los recursos hídricos. Por otra parte, el agua se transforma en ocasiones en factor de riesgo cuando se verifican sequías o inundaciones. Consecuentemente es necesario vincular la gestión del agua con la gestión del territorio en su más amplio sentido.

La gestión integrada de recursos hídricos en tanto principio rector de la política nacional de aguas se define como un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos naturales, con el fin de maximizar el bienestar humano resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP 2000). Esto implica la acción coordinada de la política de aguas, ambiente y de ordenamiento territorial así como también otras políticas sectoriales como la agropecuaria, industrial y el turismo.

En este sentido, la propia Ley de Política Nacional de Aguas considera a la cuenca hidrográfica como la unidad de actuación para la planificación, gestión y control de los recursos hídricos, en las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable.

**Una cuenca hidrográfica es una zona de la superficie terrestre, delimitada por la línea divisoria de agua, en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.**

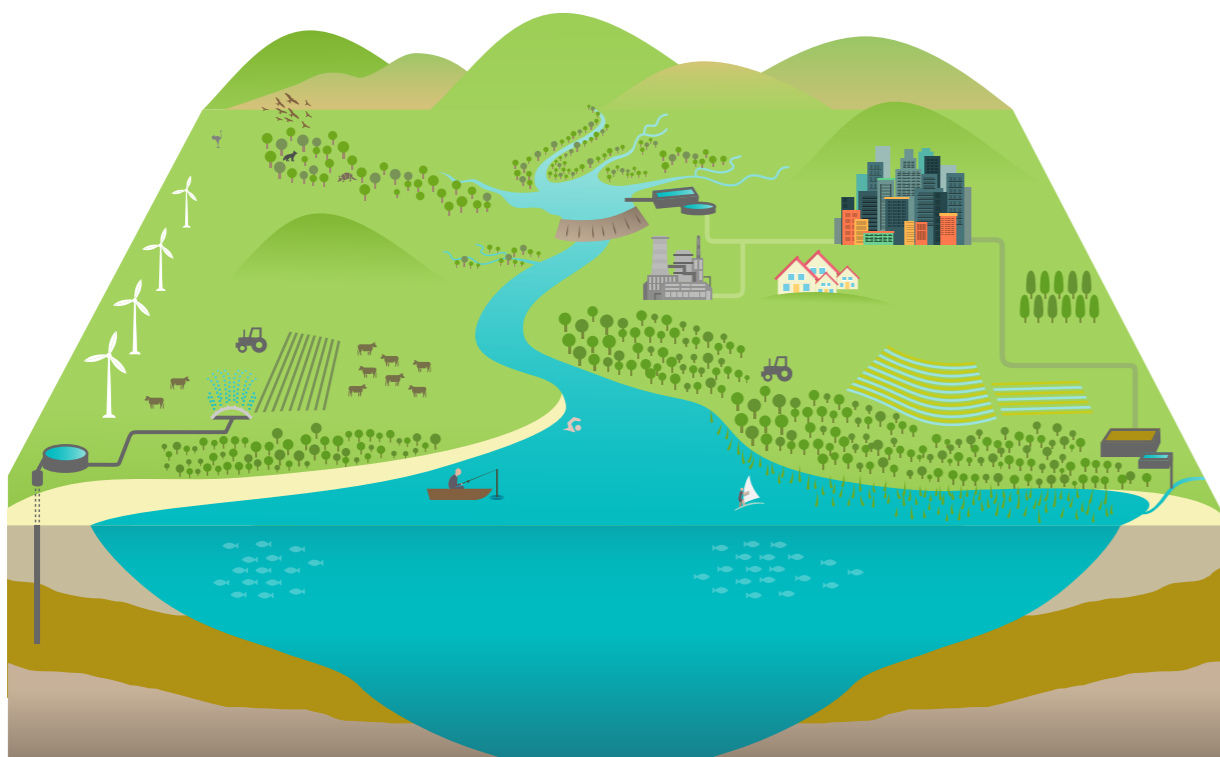


Figura 3.1 | Cuenca hidrográfica

Las políticas de aguas, ambiente y ordenamiento territorial son esencialmente transversales y, consecuentemente, se prescribe su necesaria coordinación y la coordinación de éstas con todas aquellas políticas sectoriales con incidencia territorial.

El diseño de planes de agua y ambiente, instrumentos de ordenamiento territorial y otros planes sectoriales como los productivos, cualquiera sea su escala (nacional, regional, departamental o local) deberá considerar en su etapa de elaboración, implementación y revisión, el contenido y avances de dichas herramientas a efectos de lograr una adecuada coordinación de las políticas de uso de suelo y aguas.

Se plantea así un importante desafío para tomadores de decisión y técnicos de las diversas instituciones competentes en materia de aguas, para superar las divisiones jurídico administrativas edificadas sobre concepciones diferentes a la unidad territorial que responde la cuenca hidrográfica.

En este sentido, debe tenerse presente que nuestro marco jurídico institucional regula diversos ámbitos de coordinación que involucran no sólo a todos los niveles de decisión sino también a la sociedad en su conjunto, y se presentan como idóneos para la gestión local de los recursos naturales en general y para administrar los potenciales conflictos por su uso. La COASAS, la COTAOT, COTAMA, el CNOT y los CRRH son ámbitos idóneos para coordinar políticas de escala nacional y regional, mientras que las CCyA y las CAOT departamentales son adecuados para la escala departamental y/o local.

Los sistemas de gestión del agua son mecanismos de solución de conflictos entre los usos cada vez más competitivos del agua y la necesidad de respetar los límites que impone la naturaleza. Los problemas del agua no se resuelven solo a partir del agua ya que se encuentran relacionados con los problemas generales de la sociedad.<sup>3</sup>

Consecuentemente, la planificación, gestión y control de los recursos debe realizarse involucrando activamente a la sociedad en su conjunto. Así lo establece la Constitución y la Ley N° 18.610: "Los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos".

Todos somos actores en el tema del agua y, por ello, todos somos parte del proceso de toma de decisiones<sup>4</sup> con responsabilidades compartidas pero diferenciadas.

La gobernabilidad de la gestión del agua se alcanza con sistemas de construcción de consenso o acuerdos entre los distintos actores involucrados y entre los diferentes niveles de decisión sin que uno se imponga sobre los otros. Consenso es distribución del poder entre los diversos actores; y requiere la solidaridad necesaria para que los acuerdos sean aceptados y cumplidos por todos.<sup>5</sup>

Es por ello que la Ley de Política Nacional de Aguas define a la participación como "el proceso democrático mediante el cual los usuarios y la sociedad civil devienen en actores fundamentales en cuanto a la planificación, gestión y control de los recursos hídricos, ambiente y territorio" y consagra el derecho a participar de manera efectiva y real en la formulación, implementación y evaluación de los planes y de las políticas que se establezcan.

A efectos de su estructuración, se crean en la órbita del MVOTMA los siguientes ámbitos de participación y articulación nacional, regional y local:

- A nivel nacional el **Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio**
- A nivel regional los **Consejos Regionales de Recursos Hídricos**
- A nivel local las **Comisiones de Cuencas y Acuíferos**

Estos ámbitos de carácter asesor e integración tripartita (sociedad civil, usuarios y Gobierno) son espacios propositivos, de construcción de políticas públicas vinculadas al agua en los diversos niveles nacional, regional y local, como se desarrolla en el capítulo VIII.

En este contexto, la educación ambiental como herramienta social para la promoción del uso responsable, eficiente y sustentable en sus distintas dimensiones: social, ambiental, cultural, económica y productiva, cobra especial relevancia.

Finalmente, debemos señalar la importancia de que el marco legal vigente en materia de aguas debe estar en consonancia con la evolución del conocimiento científico y tecnológico. Por consiguiente, los planes y programas deben contemplar mecanismos para la aplicación de este principio.

Atendiendo los principios rectores de la política nacional de aguas, el presente Plan de Aguas se constituye en la herramienta necesaria y básica para consolidar la política y generar un programa de trabajo para los próximos años.

3 | DECI AGUA. Documento de Comentarios del Grupo Asesor de Deci Agua. Aporte de Bacchetta, Víctor, página 6 y siguientes.

4 | Bacchetta, Víctor en el Documento de Comentarios del Grupo Asesor de Deci Agua sobre la propuesta de Plan Nacional de Aguas agrega: "Esto puede suceder a nivel local, cuando las comunidades se reúnen para tomar decisiones sobre el abastecimiento, gestión y uso del agua. Lo mismo ocurre cuando representantes elegidos democráticamente por sus comunidades se reúnen y toman decisiones en nombre del conjunto de actores de una región". Deci Agua. Deliberación Ciudadana sobre el Agua, diciembre de 2016.

5 | DECI AGUA. Documento de Comentarios del Grupo Asesor de Deci Agua. Aporte de Bacchetta, Víctor, página 6 y siguientes.

### 3.3 | Marco normativo

La gestión de las aguas se sustenta en un amplio marco normativo nacional que incluye compromisos asumidos, cuya evolución acompaña el incremento de la demanda por su uso y los cambios de enfoque sobre la gestión de las aguas. A continuación, se presenta un cuadro de la evolución de nuestra normativa, así como también la legislación nacional específica que rige actualmente la materia.

#### Evolución de la normativa sobre aguas en Uruguay

La regulación de las aguas en el Uruguay tiene como antecedente el Código Rural de 1875 inspirado en la legislación española de 1866<sup>6</sup>. Se mantuvo vigente hasta el año 1978, cuando se sancionó el Código de Aguas<sup>7</sup>, que ocupa hasta el presente un lugar central en el ordenamiento jurídico de los recursos hídricos.

Contemporáneamente, en materia de calidad de aguas, el Poder Ejecutivo regula<sup>8</sup> los estándares de calidad de los cursos de aguas y los estándares a los que deben ajustarse los efluentes para su vertido.

Posteriormente, se sancionan otras normas legales y reglamentarias que complementan el régimen jurídico de las aguas, considerándolas un elemento integrado a los recursos naturales y que se detallan a continuación. Se destaca en el año 1981 la Ley de Uso y Conservación de Suelos y Aguas<sup>9</sup> y su reglamentación<sup>10</sup>. En la década de los noventa, el país consolida la preservación del ambiente y la tutela de los recursos naturales como una política nacional a través de la ratificación de los tratados internacionales en materia ambiental. Asimismo, se crea el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)<sup>11</sup> al que, entre otros, le corresponde el control de la contaminación y la calidad y la protección del ambiente. En este marco, se aprueban

6 | Guerra Daneri, Enrique, *Los derechos al agua en la actividad agraria*. Noción-Estructura-Gestión, FCU, pág. 19-20.  
Guerra Daneri manifiesta que el Código Rural se encontraba inspirado en la legislación árabe para la cual el agua era un recurso escaso. Al responder a una realidad ajena a la de nuestro país, donde el agua era un recurso disponible, el Código Rural no tuvo prácticamente aplicación. Paralelamente cita a García Acevedo quien en la exposición de motivos del Código Rural del año 1942 manifiesta que "las razones que lo llevaron a mantener las disposiciones en materias de aguas del Código Rural de 1975, provenían del hecho que dichas normas no habían tenido propiamente aplicación, lo que tornaba sumamente peligrosa su reforma, por falta de experiencia en la materia (...) hasta que el país diga que es lo que necesita en materia de aguas (...) recomienda no derogar las disposiciones."  
7 | Código de Aguas, Decreto-Ley N° 14.859 del 15 de diciembre de 1978.  
8 | El Decreto N° 253/979, Medio ambiente. Ecología. Recursos naturales. Recursos hídricos. Prevención de contaminación de las aguas, ha sufrido sendas modificaciones posteriores.  
9 | Decreto-Ley N° 15.239 del 23 de diciembre de 1981, Uso y conservación de los suelos y de las aguas.  
10 | Decreto N° 284/990 Ecología. Medio ambiente.  
11 | Ley N° 16.112 del 30 de mayo de 1990, creación del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

instrumentos para la gestión ambiental: la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental<sup>12</sup>, la Ley de Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas<sup>13</sup> y la Ley General de Protección de Ambiente<sup>14</sup>. En el año 1997, con la clara finalidad de promover, incentivar y desarrollar el riego en el sector agropecuario<sup>15</sup>, se aprueba la Ley N° 16.858 que declara de interés general el riego con destino agrario y establece el derecho de todo productor rural a utilizar los recursos hídricos de los que pueda disponer legalmente para desarrollar su actividad.<sup>16</sup>

En 2004 a partir de una iniciativa de organizaciones de la sociedad civil, la ciudadanía debate y aprueba, a través de un plebiscito, la reforma del artículo 47 de la Constitución. Con el respaldo de una amplia mayoría ciudadana (64 %) se consagra así un cambio de paradigma en relación a la protección del medio ambiente, la gestión de los recursos naturales y en particular de los recursos hídricos. La reforma constitucional establece las bases y principios para la formulación de la Política Nacional de Aguas y los conceptos fundamentales para la gestión de los recursos hídricos.

En 2005 se crea la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA)<sup>17</sup>, actualmente Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) en la órbita del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Esta institución tiene por cometido la formulación de las políticas nacionales en materia de aguas y saneamiento. Además, a partir del año 2008, toma a su cargo la administración, uso y control de los recursos hídricos que hasta entonces radicaban en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) con excepción de las competencias en la navegabilidad de los cursos de agua y la administración de los álveos que permanecen en la órbita de este último organismo.

12 | Ley N° 16.466 del 19 de enero de 1994.  
13 | Ley N° 17.234 del 22 de febrero de 2000.  
14 | Ley N° 17.283 del 28 noviembre de 2000.  
15 | OSE, Plan Director de Agua Potable de Montevideo, Ob. Cit. ut supra.  
16 | Ley N° 16.858 del 3 de setiembre de 1997. Esta Ley regula con mayor detalle que el Código de Aguas los permisos y concesiones para el uso privativo de las aguas del dominio público con destino al riego, así como las obras hidráulicas para riego con fines agrarios, coordinando los ministerios involucrados y recreando las sociedades agrarias de riego. En este marco se crean formalmente las Juntas Regionales Asesoras de Riego.  
17 | Ley de Presupuesto Nacional. Ejercicio 2005 - 2009. Ley N° 17.930 del 19 de diciembre de 2005.  
18 | Conforme al artículo 201 del Código de Aguas, Disposiciones transitorias.

Por la misma Ley se crea la Comisión Asesora de Agua y Saneamiento (COASAS)<sup>19</sup>, en la que participan los diversos actores públicos y privados vinculados a la gestión del agua con el objetivo de asesorar al Poder Ejecutivo en materia de aguas. En el año 2009, se sanciona la Ley de Política Nacional de Aguas en cuya elaboración participó activamente la COASAS.

La Ley reglamenta los conceptos incluidos en la reforma constitucional.<sup>20</sup>

En forma casi simultánea se aprueban otras normas relevantes para la gestión del recurso, relacionadas directamente con los principios constitucionales que mandatan un abordaje integral de los recursos naturales. De acuerdo a estos principios, la gestión del agua, del ambiente y del territorio son indisociables y deben tener como eje transversal el modelo de desarrollo sustentable que implica un enfoque necesariamente interdisciplinario e interinstitucional. Desde esta perspectiva se aprobaron: la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible<sup>21</sup>, la Ley de Creación del Sistema Nacional de Emergencias<sup>22</sup> y se promulgó el decreto de creación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad.<sup>23</sup>

19 | Artículo 331 de la Ley N° 17.930 de fecha 19 de diciembre de 2005 y reglamentada por Decreto N° 450/006 del 15 de noviembre de 2006.  
20 | Ley N° 18.610 del 2 de octubre de 2009.  
21 | Ley N° 18.308 del 18 de junio de 2008.  
22 | Ley N° 18.621 del 25 de octubre de 2009.  
23 | Decreto N° 238/009.

# Leyes

Número	Fecha	Temática
<b>Artículo 47 de la Constitución</b>	31/10/04	Consagra la protección del medio ambiente de interés general, el agua como un recurso natural esencial para la vida y el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano fundamental. Sienta las bases de la Política Nacional de Aguas y el dominio público estatal de todas las aguas a excepción de las pluviales. El servicio público de saneamiento y el servicio público de abastecimiento de agua para el consumo humano serán prestados exclusiva y directamente por personas jurídicas estatales.
<b>N° 8.158</b>	20/12/27	Se autoriza al PE a realizar obras de abastecimiento o provisión de agua a poblaciones en los casos en que fueran autorizadas por la autoridad municipal correspondiente.
<b>N° 9.155</b>	04/12/33	Se tipifica el delito de envenenamiento o adulteración de aguas destinadas a la alimentación y de usurpación por desvío de cursos de aguas.
<b>N° 11.907</b>	19/12/52	Se crea y organiza la Administración de las Obras Sanitarias del Estado con el cometido principal de prestar el servicio de agua potable y el servicio de alcantarillado en todo el territorio de la República excepto en el departamento de Montevideo.
<b>Decr.-Ley N° 14.440</b>	14/10/75	Regula la obligación de los propietarios con frente a las vías públicas, en donde exista alcantarillado de sistema separativo de propiedad de OSE, a evacuar en los colectores de aguas servidas las aguas residuales de esta clase.
<b>Decr.-Ley N° 14.859</b>	15/12/78	El Código de Aguas establece que la autoridad a nivel nacional es el Poder Ejecutivo, con las siguientes competencias: formular la Política Nacional de Aguas, limitar los usos, decretar reservas, establecer prioridades, y prevenir y controlar la contaminación, siendo la primera prioridad de uso el abastecimiento a poblaciones, otorgar derechos de uso de aguas públicas mediante concesión o permiso, controlar el cumplimiento de la normativa mediante inspecciones, denuncias y declaraciones juradas, aplicar sanciones por incumplimiento y establecer cánones para el aprovechamiento de aguas públicas. Asimismo incorpora los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso responsable del recurso</li> <li>• Control de la contaminación</li> <li>• Régimen jurídico congruente con las necesidades del desarrollo económico del país</li> <li>• Marco apropiado para el desarrollo de la acción individual en la explotación del recurso</li> </ul> Por el Código de Aguas se crea: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Registro Público de Aguas que incluye a los titulares de derechos de aprovechamiento y datos técnicos vinculados a las obras</li> <li>• El inventario de recursos hídricos</li> </ul>
<b>Decr.-Ley N° 14.912</b>	24/07/79	Se crea una contribución especial destinada a cubrir el costo derivado de la sistematización hídrica de las actuales áreas de bañados del departamento de Rocha.
<b>Decr.-Ley N° 15.164</b>	04/08/81	Se ratifica la Convención sobre la Eliminación de todas las formas de Discriminación contra la Mujer. Con respecto al agua y al saneamiento establece que los estados parte adoptarán todas las medidas apropiadas para eliminar la discriminación contra la mujer en las zonas rurales a fin de asegurar, en condiciones de igualdad entre hombres y mujeres, su participación en el desarrollo rural y en sus beneficios, y en particular, le asegurarán el derecho a: "(...) Gozar de condiciones de vida adecuadas, particularmente en las esferas de la vivienda, los servicios de saneamiento, la electricidad y el abastecimiento de agua, los transportes y las comunicaciones".
<b>Decr.-Ley N° 15.239</b>	23/12/81	Se declara de interés nacional promover y regular el uso y la conservación de los suelos y de las aguas superficiales destinadas a fines agropecuarios y se regulan las competencias del MGAP y las obligaciones de los particulares en la materia (artículo 14).
<b>N° 15.337</b>	26/10/82	Se ratifica la Convención Ramsar por la cual se promueve la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. <sup>1</sup>
<b>N° 15.903</b>	18/11/87	Se establece una faja de defensa de la costa de 250 metros para protección de las riberas del Río de la Plata, océano Atlántico, río Uruguay y laguna Merín para evitar modificaciones perjudiciales a su configuración y estructura, y se regulan sanciones para las infracciones (Art.193-5).
<b>N° 15.939</b>	28/12/87	Se declara de interés nacional la defensa, el mejoramiento, la ampliación, la creación de los recursos forestales, el desarrollo de las industrias forestales y, en general, de la economía forestal. Se establece la prohibición de tala de bosques nativos o cualquier operación que atente contra su supervivencia.

1] En la propuesta de Plan Estratégico 2016-2024, dirigido a hacer frente a los factores que impulsan la pérdida y degradación de los humedales, se toma como indicador que las partes contratantes incluyan la temática de humedales en las estrategias y los procesos de planificación de políticas nacionales como el manejo de los recursos hídricos y planes de uso eficiente del agua y se plantea realizar un uso racional de todos los humedales, promovido a través del manejo integrado de los recursos a escala de cuenca.

Número	Fecha	Temática
<b>N° 16.112</b>	08/06/90	Se crea el MVOTMA con el cometido de ejecutar las políticas nacionales de vivienda, ordenamiento territorial y medio ambiente.
<b>N° 16.137</b>	28/09/90	Se ratifica la Convención sobre Derechos del Niño. Estipula que los Estados parte asegurarán la plena aplicación de este derecho y, en particular, adoptarán las medidas apropiadas para: "(...) Combatir las enfermedades y la malnutrición en el marco de la atención primaria de la salud mediante el suministro de (...) agua potable salubre, teniendo en cuenta los peligros y riesgos de contaminación del medio ambiente; (...) Asegurar que todos los sectores de la sociedad, y en particular los padres y los niños, conozcan los principios básicos de la higiene y el saneamiento ambiental (...) y reciban apoyo en la aplicación de esos conocimientos". (Art. 24).
<b>N° 16.170</b>	28/12/90	Se faculta al MVOTMA a adoptar medidas tendientes a suspender o a hacer cesar los actos que afecten al medio ambiente, por causa de contaminación del aire, como de las aguas o similares. Se crea el Fondo Nacional del Medio Ambiente. Se transfiere al MVOTMA las atribuciones asignadas al Ministerio competente en los artículos 4, 6, 144 a 148 y 153 y 154 del Código de Aguas (Art. 456 y 457).
<b>N° 16.320</b>	01/11/92	Se declara por vía interpretativa que la formulación y ejecución de las políticas relativas a los recursos naturales es de competencia del MGAP, las que deberán guardar armonía con los planes nacionales de protección del medio ambiente formuladas por el MVOTMA.
<b>N° 16.408</b>	18/08/93	Se ratifica la Convención sobre la Diversidad Biológica que tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de los recursos genéticos.
<b>N° 16.462</b>	11/01/94	Se establece que toda actividad que modifique la configuración natural de la faja de defensa de la costa requiere autorización, según el Código de Aguas y la Ley de Impacto Ambiental.
<b>N° 16.466</b>	13/01/94	Se declara de interés general y nacional la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación, así como la prevención del impacto ambiental negativo o nocivo y en su caso la recomposición del medio ambiente dañado por actividades humanas.
<b>N° 16.517</b>	22/07/94	Se ratifica la Convención de Cambio Climático, por la cual se busca estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, en un plazo que permita que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático.
<b>N° 16.688</b>	22/12/94	Se regula el régimen de prevención y vigilancia ante posible contaminación de las aguas por agentes contaminantes provenientes de buques, aeronaves y artefactos navales.
<b>N° 16.736</b>	05/01/96	Se declaran comprendidas en la protección de la faja de defensa de costas, las acciones de particulares que mediante la utilización de vehículos de cualquier naturaleza impliquen la invasión de zonas de playa o anteplaya respecto de las cuales la normativa respectiva disponga la prohibición del tránsito vehicular no autorizado y las sanciones correspondientes. (Art. 452).
<b>N° 16.858</b>	05/09/97	Se declara de interés general el riego con destino agrario. Se regula el otorgamiento de permisos y concesiones para el uso privativo de las aguas con destino a riego.
<b>N° 17.142</b>	23/07/99	Se declara por vía interpretativa el concepto de aguas pluviales.
<b>N° 17.234</b>	22/02/00	Se crea el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas cuyos objetivos específicos son, entre otros, evitar el deterioro de las cuencas hidrográficas de modo de asegurar la calidad y cantidad de las aguas.
<b>N° 17.283</b>	28/11/00	Se declara de interés general la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del agua, la conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa, entre otros. Se establecen asimismo, los principios e instrumentos de la política ambiental y el régimen de sanciones.
<b>N° 17.598</b>	13/12/02	Se crea la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua como órgano desconcentrado del poder Ejecutivo con competencia en la regulación en materia y calidad, seguridad, defensa del consumidor y posterior fiscalización en materia de aducción y distribución de agua potable a través de redes, la recolección de aguas servidas a través de redes, la evacuación de éstas y su tratamiento, entre otras actividades.
<b>N° 17.930</b>	19/12/05	Se comete al MVOTMA la formulación de las políticas nacionales de agua y saneamiento y se crea la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento, DINASA, y la Comisión Asesora de Aguas y Saneamiento COASAS en la órbita del MVOTMA. (Art. 327-331).
<b>N° 18.046</b>	24/10/06	Se crea de la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento como unidad ejecutora del MVOTMA.

Número	Fecha	Temática
N° 18.172	31/08/07	Se transfieren del MTOP al MVOTMA las competencias y cometidos relativos a la administración, uso y control de los recursos hídricos con excepción de las cuestiones relativas a la navegabilidad de los cursos de agua con el objetivo de cumplir con las necesidades del transporte fluvial y marítimo, la realización y vigilancia de obras hidráulicas, marítimas y fluviales así como administración y delimitación de los álveos. (Art. 251).
N° 18.308	18/06/08	Se establece el marco regulador general para el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible. Se definen las competencias e instrumentos de planificación, participación y actuación en la materia y se diseñan los instrumentos de planificación y actuación territorial.
N° 18.362	06/10/08	Se establece el Ministerio competente en materia de inventario actualizado de obras hidráulicas en álveos públicos y privados, Registro Público conforme a lo dispuesto por artículo 251 de la Ley N° 18.172 y Art. 8 del Código de Aguas. (Art. 264 y 265). Se establece que se dará publicidad a los derechos de uso de aguas que se inscriben en el Registro Público a que refiere el artículo 8° del Código de Aguas, en forma mensual (Art. 378).
N° 18.418	20/11/08	Se ratifica la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad por la cual se establece que "los Estados parte reconocen el derecho de las personas con discapacidad a la protección social y a gozar de ese derecho sin discriminación por motivos de discapacidad, y adoptarán las medidas pertinentes para proteger y promover el ejercicio de este derecho, entre ellas: (a) asegurar el acceso en condiciones de igualdad de las personas con discapacidad a servicios de agua potable y su acceso a servicios, dispositivos y asistencia de otra índole adecuados a precios asequibles para atender las necesidades relacionadas con su discapacidad".
N° 18.437	12/12/08	Indica que el Sistema Nacional de Educación deberá contemplar una serie de líneas entre las que se menciona a la "educación ambiental para el desarrollo humano sostenible" (Art. 40).
N° 18.564	11/09/09	Se extiende la obligación de aplicar las técnicas de conservación uso y manejo adecuado de los suelos y de las aguas a los titulares de explotaciones agropecuarias cualquiera sea su vinculación jurídica con el inmueble o tenedores de tierras a cualquier título y regula las sanciones ante los incumplimientos.
N° 18.610	07/10/09	Se establecen los principios rectores de la Política Nacional de Aguas dando cumplimiento al inciso 2 del artículo 47 de la Constitución.
N° 18.719	27/12/10	Se modifica la denominación de la DINASA a DINAGUA, se inviste a las resoluciones que impongan multas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos como título ejecutivo conforme al artículo 91 del Código Tributario y se establece que será procedente la imposición de servidumbre forzosa de apoyo de presa o de inundación en los proyectos de obras hidráulicas que formen parte de los planes nacionales, regionales o de cuenca. (Art. 613-616).
N° 19.147	18/10/13	Se crea el Observatorio Ambiental Nacional a efectos de centralizar y actualizar la información nacional del estado del ambiente en referencia a los indicadores de estado, presión y respuesta y la consecuente elaboración y remisión al Poder Ejecutivo para su aprobación de los indicadores e índices nacionales.
N° 19.175	07/01/14	Se declara de interés general la conservación, la investigación, el desarrollo sostenible y el aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos y los ecosistemas que los contienen y se reconoce que la pesca y la acuicultura son actividades que fortalecen la soberanía territorial y alimentaria de la nación.
N° 19.355	19/12/15	Se crea la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático con el cometido específico de articular y coordinar con las instituciones y organizaciones públicas y privadas la ejecución de las políticas públicas relativas a la materia de medio ambiente, agua y cambio climático. (Art. 33).

## Normas

Número	Fecha	Temática
N° 442/70	15/9/1970	Se regulan las Juntas Regionales de Riego como asesoras en la materia.
N° 216/976	22/04/76	Se reglamenta la evacuación de aguas residuales donde exista sistema de alcantarillado separativo regulada en la Ley N° 14.440.
N° 253/979	09/05/79	Se aprueban normas que tienen por objeto prevenir la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas.
N° 160/980	19/03/80	Establece la prioridad a favor de la UTE, para el uso de las aguas de los embalses de las represas Dr. Gabriel Terra, Rincón de Baygorria y Palmar para los fines de producción de energía eléctrica.
N° 497/988	03/08/88	Se prohíbe la descarga en las aguas o en lugares desde los cuales puedan derivar hacia ellas, de cualquier tipo de barométrica, de carácter público o privado.
N° 59/992	10/02/92	Se establece que toda obra, acción o construcción a desarrollarse en faja de defensa costera delimitada, por el artículo 153 del Código de Aguas deberá estar precedida de la autorización previa del MVOTMA.
N° 345/92	20/07/92	Se aprueba el Plan de Regulación Hídrica para ordenar la situación existente en las zonas de bañados del departamento de Rocha.
N° 432/95	29/11/95	Se reglamentan las obras que el dueño de un predio puede realizar para captar, conservar y aprovechar las aguas pluviales que caigan o se recojan en él mientras escurran por dicho predio (artículo 19 Código de Aguas).
N° 517/996	30/12/96	Se regula la integración de la Junta Asesora del Director del Sistema Nacional de Control de Derrame de Contaminantes, establecida en el artículo 17 de la Ley N° 16.688 de 22 de diciembre de 1994.
N° 123/999	28/04/99	Se reglamentan las sanciones correspondientes a las infracciones conforme al artículo 4 del Código de Aguas.
N° 214/000	26/07/00	Se aprueba el Plan de gestión del acuífero infra basáltico Guaraní en el territorio de la República Oriental del Uruguay.
N° 404/001	11/10/01	Se regula el proyecto de riego agrario y construcción de obras hidráulicas (Ley N° 6.858).
N° 128/003	14/05/03	Se regulan las Juntas Asesoras Regionales de Riego (Ley N° 16.858).
N° 460/003	07/11/03	Se aprueba el reglamento del Registro Público de Aguas.
N° 86/004	10/03/04	Se establecen normas técnicas de construcción de pozos perforados para captación de agua subterránea.
N° 333/004	16/09/04	Se establecen criterios técnicos a aplicar en el manejo y conservación de suelos y aguas.
N° 355/004	21/09/04	Se sistematizan las competencias orgánicas concurrentes en materia de aguas.
N° 52/005	16/02/05	Se reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
N° 349/005	21/09/05	Regula el procedimiento de Autorización Ambiental previa a solicitarse para la ejecución de ciertas actividades. <sup>2</sup>
N° 115/011	23/03/11	Se regula el canon anual a cobrar por el MTOP -DNH por la ocupación de álveos del dominio público.
N° 262-264/011	25/07/11	Se regula el funcionamiento de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río Uruguay, de la laguna Merín y para la cuenca del Río de la Plata y su Frente Marítimo.
N° 172/016	06/06/16	Se crea y reglamenta el Sistema Nacional Ambiental y el Gabinete Ambiental y se crea y reglamenta la Secretaría nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático.
N° 205/017	31/07/17	Se aprueba el Plan Nacional de Aguas propuesto, "un insumo clave para la construcción de una política nacional ambiental integrada para un desarrollo nacional sostenible y territorialmente equilibrado".

2] En relación directa con los recursos hídricos, se destacan las siguientes actividades: construcción de emisarios de líquidos residuales, plantas de tratamiento de líquidos y disposición final, extracción de materiales de álveos, construcción de represas con una capacidad de embalse mayor a 2 millones de m<sup>3</sup> o con un espejo de agua mayor a 100 ha, construcciones para riego que conduzcan más de 2 m<sup>3</sup>/s, tomas de más de 500 l/s para agua superficial y de 50 l/s para agua subterránea, dragado de cursos de agua, construcción de obras en la faja de defensa costera, entre otros.



### 3.4 | Marco institucional

La gestión integrada de los recursos hídricos implica la actuación de múltiples actores del sector público y privado, cuyas competencias y responsabilidades se encuentran reguladas en las distintas leyes vinculadas a la temática y mediante decretos reglamentarios. Una buena coordinación entre los distintos actores resulta imprescindible al momento de poner en práctica la gestión integrada. Presentamos a continuación las instituciones con responsabilidades para la gestión, atribuidas por las normativas vigentes y, además, los espacios de articulación específicos para abordar la temática de los recursos hídricos.

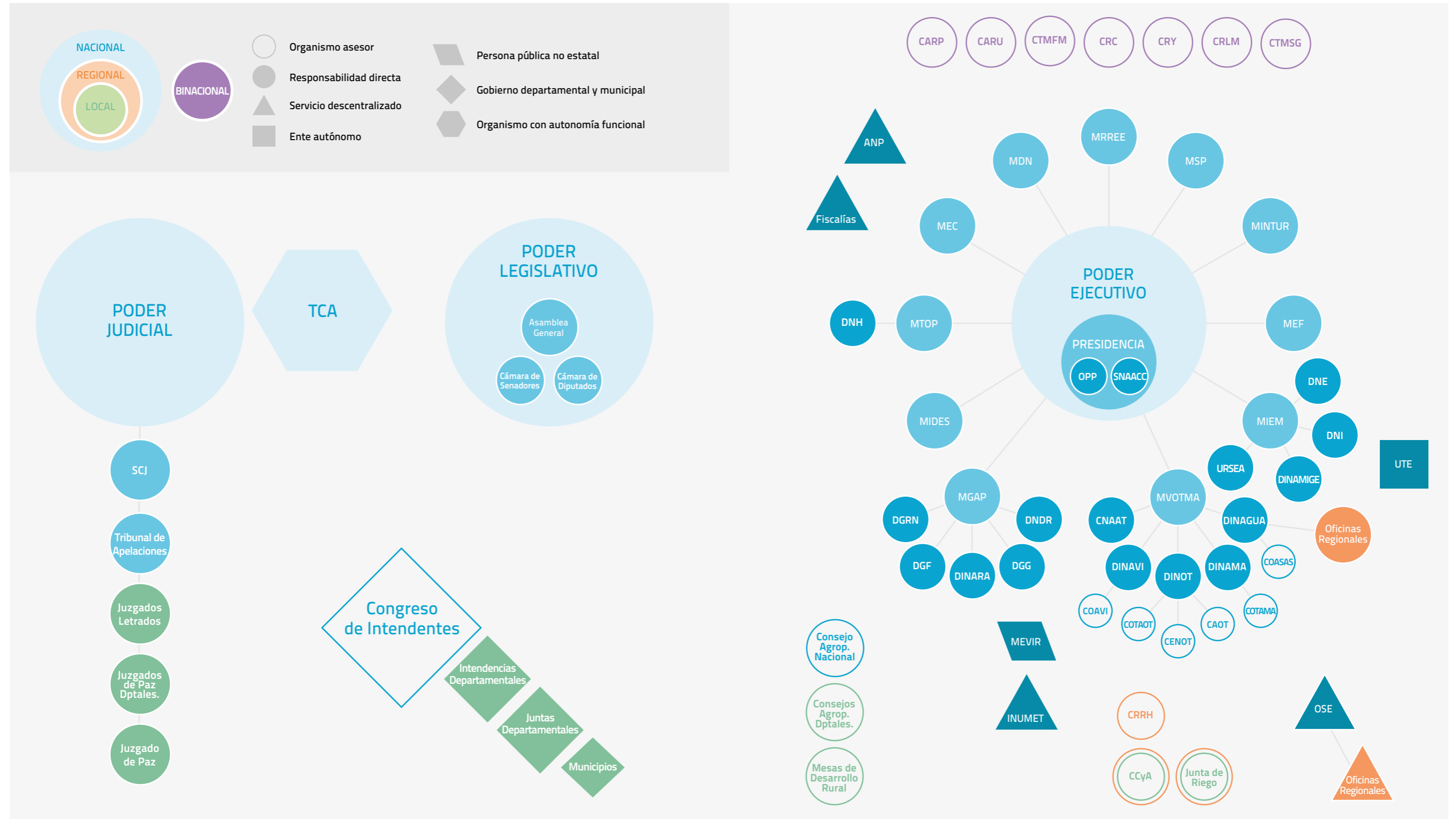


Figura 3.2 | Instituciones y espacios de articulación

### 3.4.1 | Actores relevantes del ámbito nacional

#### 3.4.1.1 | Poder Ejecutivo

##### I. Poder Ejecutivo

El Poder Ejecutivo es la autoridad nacional en materia de aguas. Tiene la potestad de formular la Política Nacional de Aguas<sup>24</sup> y concretarla en programas correlacionados o integrados con la programación general del país y con los programas para regiones y sectores específicos. Sus competencias en la materia son las atribuidas por el Código de Aguas y leyes vinculadas al ambiente, manejo de los recursos naturales renovables y territorio. Por debajo del Poder Ejecutivo, tienen competencias propias los ministerios que se describirán a continuación y que intervienen en diversos aspectos que involucran a la gestión integrada de los recursos hídricos.

##### II. MVOTMA | Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

El MVOTMA es un actor clave en la materia; le corresponde proponer al Poder Ejecutivo la política nacional de aguas y la formulación, ejecución y supervisión de la política nacional de medio ambiente, ordenamiento territorial y vivienda<sup>25</sup>.

Tales competencias se ejercen a través de la Dirección Nacional de Aguas, la Dirección Nacional de Medio Ambiente, la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial y la Dirección Nacional de Vivienda.

En este sentido, a la DINAGUA le corresponde en líneas generales la administración, uso y control de los recursos hídricos<sup>26</sup>, el fomento y elaboración de planes nacionales, regionales y locales de recursos hídricos<sup>27</sup> y la evaluación continua e integral de los mismos.

A la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) le compete, en materia de aguas, controlar que las actividades públicas y privadas cumplan con las normas de protección del medio ambiente<sup>28</sup> en general y de la calidad del agua en particular.

A la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT) le compete el desarrollo de las orientaciones políticas del Estado con incidencia territorial en función de las políticas sectoriales, así como también la coordinación de instituciones públicas nacionales, departamentales y locales orientadas a procesos de planificación, ordenamiento territorial y desarrollo sostenible en todas sus escalas.

24 | Conforme al artículo 5 de la Ley N° 18.610 comprende la gestión de los recursos hídricos, así como los servicios y usos vinculados al agua.

25 | Ley N° 16.112 del 30 de mayo de 1990. Véase además la Resolución del MVOTMA del 19 agosto de 2013.

26 | Ley N° 18.172 del 31 de agosto de 2007, artículo 251.

27 | Ley N° 18.610 de 2 de octubre de 2009.

28 | Ley N° 18.172 del 31 de agosto de 2007, artículo 251.

##### III. MGAP | Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca<sup>29</sup>

Al MGAP le compete formular las políticas públicas con respecto a los sectores agropecuario, agroindustrial y pesquero, y el manejo, conservación y desarrollo de los recursos naturales a través de la Dirección General de Recursos Naturales, la Dirección Nacional Forestal, la Dirección General de Servicios Agrícolas, la Dirección Nacional de Granjas, la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos y la Dirección Nacional de Desarrollo Rural. Es de destacar que la Dirección General de Recursos Naturales asesora en asuntos de suelos, aguas, en concurrencia con la DINAGUA-MVOTMA en materia de aprovechamientos para riego agrario. Asimismo, tiene cometidos específicos en relación al asesoramiento en la formulación de políticas sobre el uso y manejo de los recursos naturales, controlar el cumplimiento de su manejo, promover y regular el uso y conservación de los suelos y aguas destinados a fines agropecuarios y fomentar el uso integrado y sostenible de los recursos naturales en función de cuencas hidrográficas.<sup>30</sup>

##### IV. MTOP | Ministerio de Transporte y Obras Públicas

En la actualidad, el MTOP ejerce competencias relacionadas con la regulación y planificación portuaria del país, la navegabilidad de los cursos de agua, el transporte fluvial y marítimo, la vigilancia de obras hidráulicas bajo su órbita y la administración y delimitación de los álveos.<sup>31</sup>

##### V. MSP | Ministerio de Salud Pública

El MSP tiene el rol de ejercer la policía higiénica de los alimentos y el control del saneamiento y del abastecimiento de agua potable en el país.<sup>32</sup> Asimismo, le compete señalar las aguas medicinales o mineralizadas determinando la naturaleza de sus aplicaciones terapéuticas o dietéticas y si su uso requerirá vigilancia médica.<sup>33</sup>

##### VI. MRREE | Ministerio de Relaciones Exteriores

El MRREE cumple un papel de relevancia en la coordinación internacional de programas para la gestión de las aguas transfronterizas. En su órbita funcionan las siguientes comisiones binacionales:

- A** Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP)
- B** Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM)
- C** Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU)
- D** Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTMSG)
- E** Comisión Mixta Uruguayo - Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim (CRC)
- F** Comisión Mixta Uruguayo - Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca del Río Cuareim (CRC)

29 | Adaptado de Guerra Daneri, Enrique. *Los derechos al agua en la actividad agraria*, FCU, págs. 174 y ss. Véase asimismo Ley N° 16.858.

30 | Ver Decreto de Ley N° 15.239, artículo 285 de la Ley N° 16.736, Decreto N° 284/90 y N° 404/2001.

31 | Artículo 251 de la Ley N° 18.172 del 31 de agosto de 2007.

32 | Véase la Ley Orgánica de Salud Pública N° 9.202 de fecha 12 de enero de 1934.

33 | Artículo 56 del Código de Aguas y literal D del artículo 6 del Decreto N° 335/004.

##### VII. MIEM | Ministerio de Industria, Energía y Minería

Este ministerio es responsable de diseñar e instrumentar las políticas referidas a los sectores industrial, energético y minero a través de la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), la Dirección Nacional de Industrias (DNI) y la Dirección Nacional de Energía (DNE). Concretamente, la DINAMIGE sistematiza la información nacional de todas las perforaciones y estudios hidrogeológicos. Supervisa que se cumplan las distancias mínimas entre las obras de minería y los cursos de agua, abrevaderos o cualquier clase de vertientes. Por su parte, la DNE es responsable de elaborar, proponer y coordinar las políticas tendientes a satisfacer las necesidades energéticas nacionales, entre las que se destaca la energía hidráulica.

##### VIII. MINTUR | Ministerio de Turismo y Deporte

Al MINTUR le compete formular estrategias orientadas al mantenimiento de un justo y adecuado equilibrio entre la explotación turística de los valores naturales, históricos y culturales del país y la protección y conservación de los mismos.

##### IX. MDN | Ministerio de Defensa Nacional

Es competencia del Ministerio de Defensa Nacional determinar la política de defensa nacional, la cual implica la conservación de la integridad del territorio y de sus recursos estratégicos, contribuyendo a generar las condiciones para el bienestar social, presente y futuro de la población.<sup>34</sup>

##### X. SNAACC | Secretaría de Ambiente, Agua y Cambio Climático

Esta Secretaría depende de la Presidencia de la República y tiene como cometido específico el articular y coordinar con las instituciones y organizaciones públicas y privadas la ejecución de las políticas públicas relativas en materia de medio ambiente, agua y cambio climático.<sup>35</sup>

##### XI. URSEA | Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua

A la URSEA, órgano desconcentrado del Poder Ejecutivo,<sup>36</sup> le compete regular y controlar los servicios de energía, agua potable y saneamiento por alcantarillado.<sup>37</sup>

34 | Artículos 1 y 8 de la Ley N° 18.650 del 19 de febrero de 2010.

35 | Decreto N° 172/2016 publicado el 20 de junio de 2016, capítulo III.

36 | Se vincula administrativamente con el Poder Ejecutivo a través del MVOTMA y el MGAP y actúa con autonomía técnica (Art. 3 de la Ley N° 17.598)

37 | Conforme al artículo 14 de la Ley N° 17.598 la URSEA tiene los siguientes cometidos y poderes jurídicos generales: controlar el cumplimiento de las normas sectoriales, establecer requisitos para el desarrollo de las actividades reguladas, dictar normas que aseguren el funcionamiento de los servicios, atender reclamos de usuarios respecto a dichos servicios, constituir tribunal arbitral para dirimir conflictos entre partes, examinar tarifas, aplicar sanciones y prevenir conductas anticompetitivas.

### 3.4.1.2 | Servicios Descentralizados y Entes Autónomos

##### XII. OSE | Administración de las Obras Sanitarias del Estado<sup>38</sup>

A OSE, servicio descentralizado sujeto a tutela administrativa del Poder Ejecutivo a través del MVOTMA, le compete la prestación del servicio de agua potable para todo el país y del servicio de alcantarillado en todo el país a excepción de Montevideo.

##### XIII. UTE | Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

UTE, en su calidad de ente autónomo, tiene como principal función el suministro de energía hidroeléctrica en todo el territorio nacional, así como la generación y comercialización de la misma.

##### XIV. INUMET | Instituto Nacional Uruguayo de Meteorología

INUMET, servicio descentralizado que se relaciona con el Poder Ejecutivo a través del MVOTMA, es la autoridad meteorológica nacional y tiene como principal cometido prestar los servicios públicos meteorológicos y climatológicos.<sup>39</sup>

##### XV. FGN | Fiscalía General de la Nación

Es un servicio descentralizado que se comunica administrativamente con el Poder Ejecutivo a través del MEC y que tiene entre sus competencias representar a la sociedad en los asuntos de intereses difusos como por ejemplo aquellos relacionados con la protección y defensa del ambiente.<sup>40</sup>

### 3.4.1.3 | Personas públicas no estatales

##### XVI. MEVIR | Comisión Honoraria pro Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural

Es una persona pública de derecho privado que promueve el acceso a la vivienda adecuada en el medio rural, dotándola de servicios de agua, saneamiento y electricidad, sobre la base de una gestión integrada del hábitat.<sup>41</sup>

38 | Artículo 2 de la Ley N° 11.907 del 19 de diciembre de 1952.

39 | Ley N° 19.158 del 15 de noviembre de 2013.

40 | Artículo 13 literal h) de la Ley N° 19.483 del 28 de diciembre de 2016

41 | www.mevir.org.uy

### 3.4.1.4 | Gobiernos departamentales

## XVII. Gobiernos departamentales

Los Gobiernos departamentales tienen, entre sus cometidos, ejercer la policía higiénica y sanitaria de las poblaciones<sup>42</sup> y en especial el diseño y la gestión del drenaje pluvial, la regulación de las soluciones sanitarias de la vivienda individual, el control de servicio de barométrica y el tratamiento y disposición final de los líquidos recolectados, así como también la promoción de la extensión de los servicios de agua y alcantarillado (en el departamento de Montevideo sumado a las competencias consignadas, la intendencia es responsable por la prestación del servicio de alcantarillado sanitario). Asimismo, le compete la regulación de la actividad de ordenamiento territorial y en especial la regulación de uso de suelo y elaboración de instrumentos y el contralor del cumplimiento de dicha normativa.<sup>43</sup>

### 3.4.1.5 | Sistemas de coordinación de políticas públicas

## XVIII. SNA | Sistema Nacional Ambiental

Integran el SNA de forma permanente el presidente de la República, el Gabinete Nacional Ambiental (GNA), OSE, INUMET, Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC), SNAACC, Sistema Nacional de Emergencias (SINAE). Se encarga de diseñar e implementar políticas públicas transversales y sectoriales que promuevan un desarrollo integral ambientalmente sostenible, protejan los bienes y servicios que brindan los ecosistemas naturales, promuevan la protección y el uso racional del agua y den respuesta e incrementen la resiliencia al cambio climático, entre otros cometidos.<sup>44</sup>

## XIX. GNA | Gabinete Nacional Ambiental

El GNA será constituido por el presidente de la República, el SNAACC, MVOTMA, MGAP, MIEM, MDN, MSP, MEF y tiene el cometido de proponer al Poder Ejecutivo la política ambiental integrada y equitativa del Estado para un desarrollo nacional sostenible y territorialmente equilibrado, velando por su inserción internacional como país social y ambientalmente responsable, entre otros.<sup>45</sup>

## XX. SINAE | Sistema Nacional de Emergencia

Es una instancia específica y permanente de coordinación de las instituciones públicas para la gestión integral del riesgo de desastres en Uruguay. Su funcionamiento se concreta en el conjunto de acciones de los órganos estatales competentes dirigidas a la prevención de riesgos vinculados a desastres de origen natural o humano, previsibles o imprevisibles, periódicos o esporádicos.

42 | El numeral 24 del artículo 35 de la Ley N° 9.515 del 28 de octubre de 1935 establece que le compete al intendente la desinfección de las aguas (literal b), la vigilancia y las demás medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas (literal c)

43 | Art. 35 de la Ley N° 9.515 con modificaciones realizadas por Ley N° 18.308 de fecha 31 de julio de 2008 Art. 83.

44 | Decreto N° 172/2016 publicado el 20 de junio de 2016, capítulo I.

45 | Decreto N° 172/2016 publicado el 20 de junio de 2016, capítulo II.

rádicos; a la mitigación y atención de los fenómenos que acaezcan; y a las inmediatas tareas de rehabilitación y recuperación que resulten necesarias. Integran el SINAE los siguientes organismos: el Poder Ejecutivo, la Dirección Nacional de Emergencias, la Comisión Asesora Nacional para Reducción de Riesgo y Atención de Desastres, ministerios, entes autónomos y servicios descentralizados, Comités Departamentales de Emergencia.<sup>46</sup>

## XXI. SNRCC | Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y Variabilidad

El SNRCC tiene como objetivo coordinar y planificar las acciones públicas y privadas necesarias para la prevención de los riesgos, la mitigación y la adaptación al cambio climático. Está bajo la órbita del MVOTMA. El Grupo de Coordinación del SNRCC está integrado por el MVOTMA, MRREE, MDN, MIEM, MGAP, MSP, MINTUR, OPP, SNE, y el Congreso de Intendentes.<sup>47</sup>

### 3.4.1.6 | Ámbitos de participación

## XXII. COASAS | Comisión Asesora de Aguas y Saneamiento

La COASAS se encuentra en la órbita del MVOTMA y tiene como principales cometidos: colaborar con el Poder Ejecutivo a través del MVOTMA en la definición de políticas nacionales de agua y saneamiento y asesorar y emitir opinión en todos los asuntos de competencia de la DINAGUA.<sup>48</sup>

## XXIII. CNAAT | Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio<sup>49</sup>

El Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio, creado por el artículo 23 de la presente de la Ley N° 18.610 de Política Nacional de Aguas, aún no se ha constituido.

## XXIV. CRRH | Consejos Regionales de Recursos Hídricos

El ámbito de actuación de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos (CRRH) corresponde a las tres grandes regiones hidrográficas que cubren el territorio nacional: río Uruguay, laguna Merín y Río de la Plata y Frente Marítimo. Su conformación es tripartita y equitativa (21 miembros). Le compete<sup>50</sup> a cada uno de estos tres Consejos:

- Asesorar en la formulación del Plan Regional de Recursos Hídricos
- Apoyar y asesorar en la gestión de los recursos hídricos
- Articular entre los actores regionales, nacionales y locales en el ámbito de su competencia

46 | Ley N° 18.621 publicada el 17 de noviembre de 2009.

47 | Decreto N° 238/2009 del 20 de mayo de 2009.

48 | Decreto N° 450/006 del 21 de noviembre de 2006.

49 | Artículo 23 a 25 de la Ley N° 18.610.

50 | Decretos N° 262 al 264/2011 del 25 de julio de 2011.

Los CRRH promueven y coordinan la formación de CCyA para dar sustentabilidad a la gestión local de los recursos naturales y administrar los potenciales conflictos por su uso.

## XXV. CCyA | Comisiones de Cuencas y Acuíferos<sup>51</sup>

Las CCyA, al igual que los CRRH, son de integración tripartita asegurando la más alta representatividad de los actores locales. A diferencia de éstos, la integración no es limitada, sino que es abierta.<sup>52</sup> Las competencias<sup>53</sup> de las CCyA se sintetizan en:

- Colaborar en la planificación de los recursos hídricos de la cuenca
- Articular a los actores nacionales, regionales y locales
- Apoyar la gestión de recursos hídricos de la cuenca

## XXVI. Juntas Regionales Asesoras de Riego

Las Juntas Regionales<sup>54</sup> asesoran al Poder Ejecutivo (a través de la DINAGUA) en la tramitación y estudio de las solicitudes de aprovechamiento con fines de riego y colaboran en el control y fiscalización de los derechos de uso de agua otorgados y en situación de déficit hídrico.

## XXVII. Otros espacios de participación en la órbita del MVOTMA

- COTAMA | Comisión Técnica Asesora de Medio Ambiente de integración tripartita | presidida por la DINAMA
- Comisión Nacional Asesora de Áreas Protegidas | presidida por la DINAMA
- COAOT | Comisión Asesora de Ordenamiento Territorial | presidida por la DINOT
- CNOT | Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial

51 | Conforme al artículo 2 de los decretos mencionados, a los Consejos Regionales de Recursos Hídricos de los define como órganos consultivos, deliberativos, asesores y de apoyo a la gestión de la autoridad de aguas, para la formulación y ejecución de planes en materia de recursos hídricos.

52 | Los representantes del gobierno podrán ser delegados locales del MVOTMA, MGAP y otros ministerios, intendencias departamentales o autoridades locales con presencia en la cuenca. Por el orden de usuarios, podrán participar instituciones productivas sectoriales, públicas o privadas con presencia activa en el territorio y por último la sociedad civil que corresponderá su representación a instituciones técnicas de enseñanza, organizaciones no gubernamentales, gremiales (trabajadores, empresarios, entre otros) y Comisiones de Sub-Cuencas que se formen en el futuro.

53 | Las Comisiones de Cuencas y Acuíferos funcionan como unidades asesoras de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos. Las competencias se regulan en el artículo 9 del Decreto N° 258/013.

54 | Se crean formalmente por Decreto N° 128/03 que reglamenta la Ley de Riego del año 1997.

## XVIII. Otros espacios de participación fuera de la órbita del MVOTMA

- Consejo Agropecuario Nacional y Departamental, Mesas de Desarrollo Rural, en la órbita del MGAP
- Mesas interinstitucionales, en la órbita del Ministerio de Desarrollo Social
- Centros del Ministerio de Educación y Cultura
- Mesas sectoriales (forestales, frigoríficos, industrial, etc.)
- Congreso de Intendentes<sup>55</sup>
- Redes de alcaldes de la cuenca del río Santa Lucía

### 3.4.2 | Actores relevantes del ámbito internacional

A continuación, se detallan las principales competencias de los organismos internacionales anteriormente mencionados.

## I. OMM | Organización Meteorológica Mundial

Es el organismo especializado de las Naciones Unidas para la meteorología (tiempo y clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas conexas. La OMM proporciona el marco en el que se desarrolla esta cooperación internacional con participación de los servicios meteorológicos y los servicios hidrológicos de los países, en el caso de Uruguay el INUMET y la DINAGUA respectivamente.

## II. PHI | Programa Hidrológico Internacional

Es el programa intergubernamental de la UNESCO dedicado a la investigación sobre el agua, la gestión de los recursos hídricos y la educación y la creación de capacidades.

## III. CEREGAS | Centro Regional de Gestión de Aguas Subterráneas

Para América Latina y el Caribe (centro UNESCO categoría 2), CEREGAS tiene como objetivos: aportar a la región capacidades científicas y técnicas con las que contribuir al desarrollo sostenible, la gestión de las aguas subterráneas y la protección ambiental de los acuíferos mediante un planteamiento integrado, fortalecer las capacidades nacionales en pos de la gestión sostenible de los acuíferos del país y atender las necesidades y requisitos definidos con otros países de la región mediante la cooperación mutua.

55 | Al Congreso de Intendentes lo integran los 19 Intendentes y tiene como competencia la coordinación de las políticas de los Gobiernos departamentales y la celebración de convenios con el Poder Ejecutivo, entes autónomos y servicios descentralizados, la organización y la prestación de servicios y actividades propias o comunes, en sus respectivos territorios, en forma regional o interdepartamental.

#### IV. CODIA | Conferencia de Directores Iberoamericanos de Agua

Establecida en el marco de la Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, CODIA ha tenido una coordinación permanente en la última década, estableciendo reuniones anuales y disponiendo desde 2008 del Programa Iberoamericano de Formación en Materia de Agua que realiza entre cinco y diez cursos anuales, coordinados por profesionales de los 22 países que la integran. Se realizan reuniones anuales de los directores de aguas y funciona una comisión técnica en la que participa un representante técnico. En el programa de formación de agua de la CODIA participan técnicos en carácter de docentes o de alumnos.

#### V. CIC | Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata

Es el órgano ejecutivo y permanente del Sistema de la Cuenca del Plata, integrado por Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay, y tiene por objetivo promover, coordinar y seguir la marcha de las acciones multinacionales que tengan por objeto el desarrollo integrado de la Cuenca del Plata. Para un desarrollo sustentable, los gobiernos de los cinco países mencionados firmaron en 1969 el Tratado de la Cuenca del Plata, cuyo objetivo es promover el desarrollo armónico y la integración física de la Cuenca del Plata y de sus áreas de influencia. Dicho tratado, como proyecto del CIC, el Programa Marco de la Cuenca del Plata que se ejecuta desde el 2011, busca fortalecer la cooperación de los cinco países para garantizar la gestión de los recursos hídricos compartidos, de manera integrada y sostenible, en el contexto de variabilidad y cambio climático, capitalizando oportunidades para el desarrollo. Este proyecto culminó en el año 2016 con un Plan de Acción Estratégico, en base a la actualización del diagnóstico transfronterizo realizado.

#### VI. DDS | Departamento de Desarrollo Sostenible

Organismo de la OEA que apoya a sus Estados miembros en el diseño y la implementación de políticas, programas y proyectos orientados a integrar las prioridades ambientales con el alivio de la pobreza y las metas de desarrollo socioeconómico. El DDS apoya la ejecución de proyectos que incluyen países múltiples en temas diversos tales como gestión de aguas transfronterizas, energía renovable, registro de la tierra, diversidad biológica, leyes y políticas ambientales.

Considerando la necesidad de la transversalización de las demás políticas públicas con la política de aguas, como estructuras regionales aplicadas que establecen políticas regionales sobre suelo, agua y clima a nivel regional se pueden citar:

#### VII. CAS | Consejo Agropecuario del Sur

Es un organismo conformado por los ministros de Agricultura de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Su objetivo es la articulación del sistema agropecuario de la región y la coordinación de acciones en políticas públicas para el sector.

#### VIII. IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Es el organismo especializado en agricultura del sistema interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

#### IX. Sistema de Naciones Unidas (ONU) y sus principales agencias relacionadas con el agua

##### FAO | Organización para la Alimentación y la Agricultura

Agencia especializada que brinda asistencia técnica a los Gobiernos. Entre sus objetivos destacan mejorar la nutrición, aumentar la productividad agrícola, elevar el nivel de vida de la población rural y contribuir al crecimiento de la economía mundial, alcanzando la seguridad alimentaria para todos y asegurar que las personas tengan acceso a alimentos de buena calidad que les permitan llevar una vida activa y saludable.

##### PNUMA | Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente |

Organismo especializado en brindar asistencia técnica y promover la cooperación internacional en materia medioambiental.

##### PNUD | Programa de Desarrollo de Naciones Unidas |

Organismo especializado en brindar asistencia técnica para mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

##### UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |

Organismo especializado con el objetivo de contribuir a la paz y a la seguridad en el mundo mediante la educación, la ciencia, la cultura y las comunicaciones.

##### CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |

Organismo responsable de promover el desarrollo económico y social de la región.

##### OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud |

Organismo especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial.

**BM | Banco Mundial |** Se define como una fuente de asistencia financiera y técnica para los llamados países en desarrollo.

#### X. CAF | Banco de Desarrollo de América Latina

Tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible y la integración regional en América Latina, mediante el financiamiento de proyectos de los sectores público y privado, la provisión de cooperación técnica y otros servicios especializados.

#### XI. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

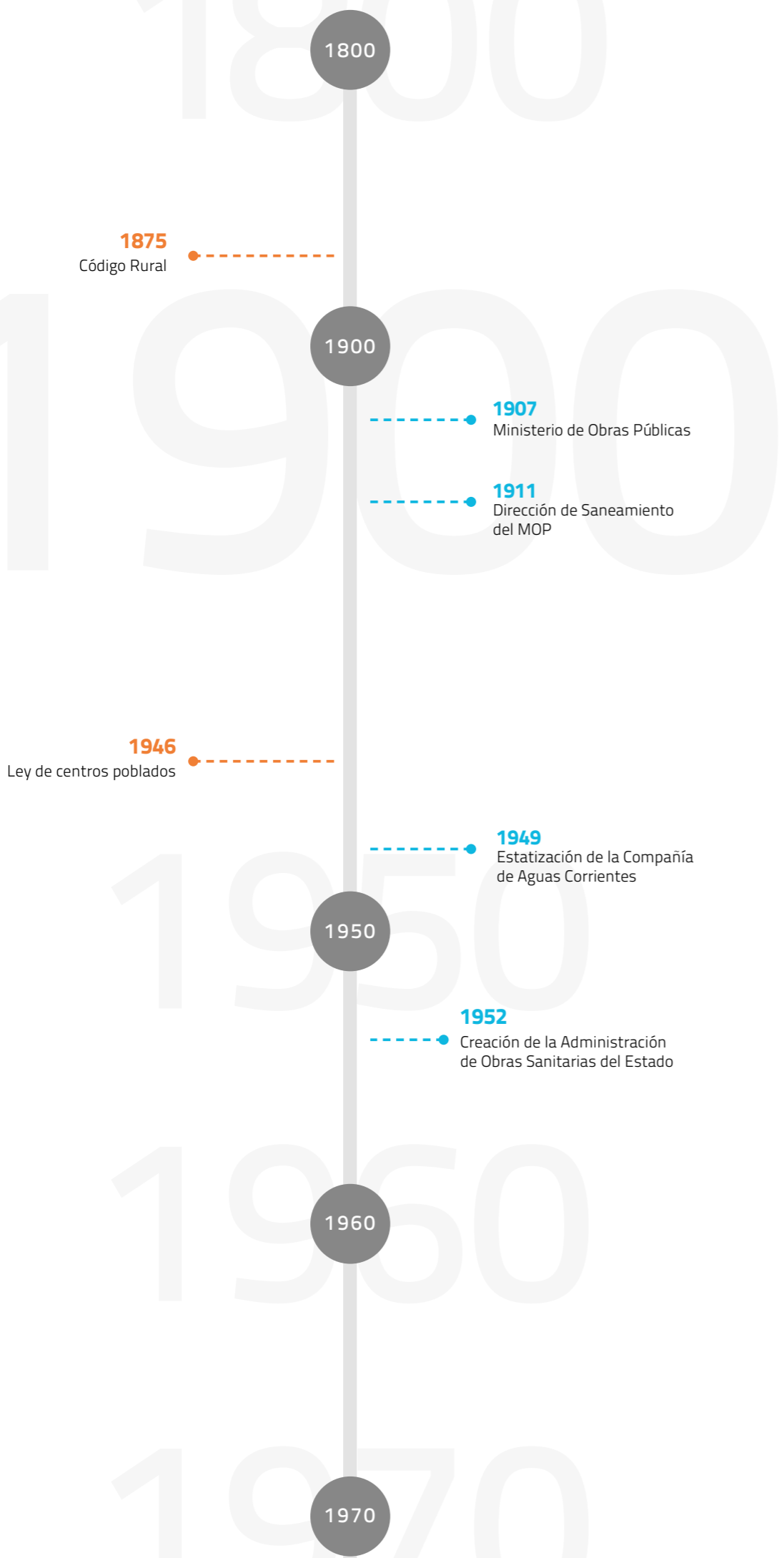
Tiene el propósito de financiar proyectos viables de desarrollo económico, social e institucional y promover la integración comercial regional en el área de América Latina y el Caribe.

#### XII. Organización de Estados Americanos (OEA)

Es una organización panamericana de ámbito regional y continental con el objetivo de ser un foro político para la toma de decisiones, el diálogo multilateral y la integración de América.

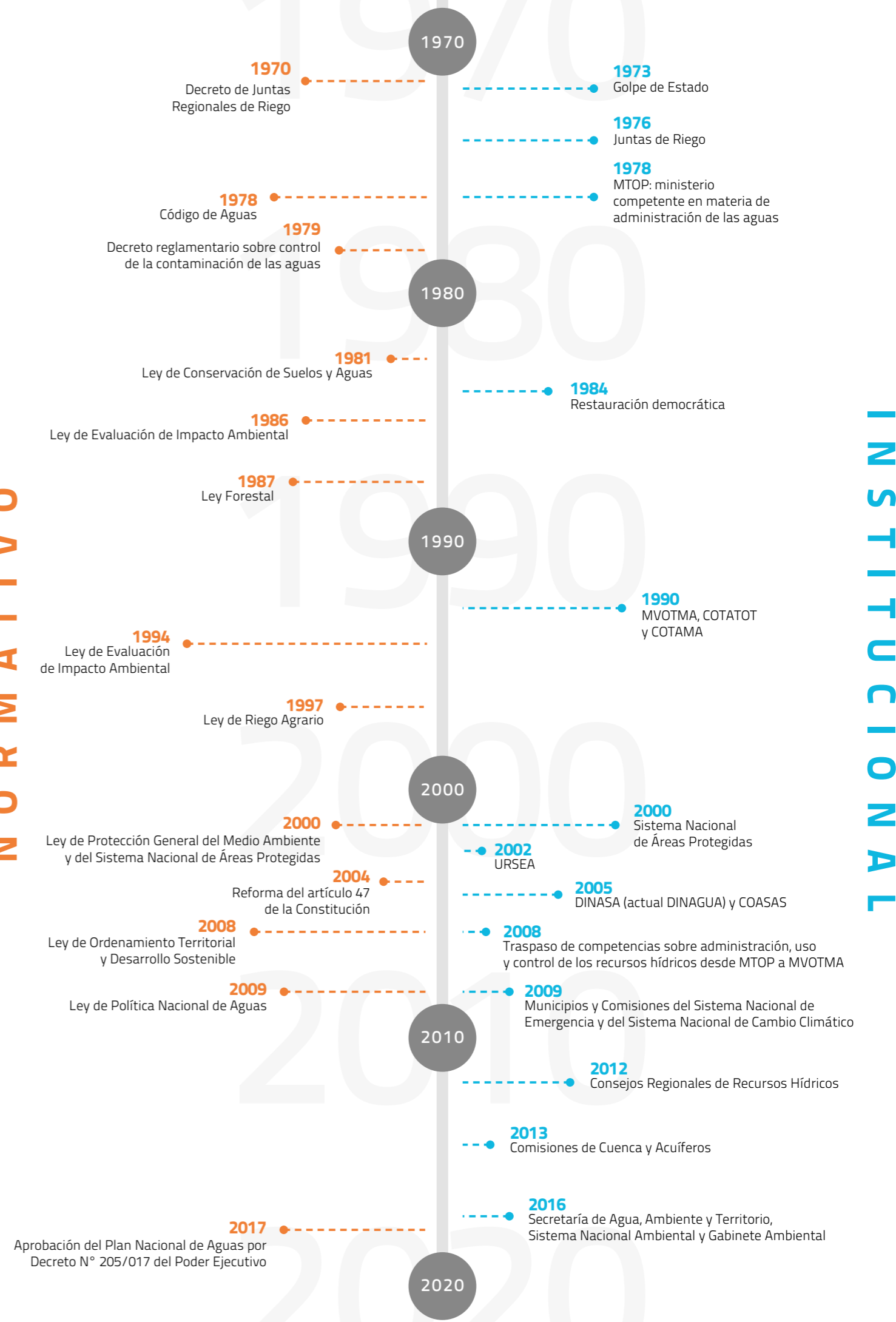


N O R M A T I V O



I N S T I T U C I O N A L

N O R M A T I V O



I N S T I T U C I O N A L

# 4.0

**CARACTERIZACIÓN GENERAL  
DEL URUGUAY**

# 4.0

## CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL URUGUAY

### 4.1 | Caracterización geopolítica

La República Oriental del Uruguay se ubica en América del Sur, entre el paralelo 30° y el 35° de latitud sur y los meridianos 53° y 58° de longitud oeste. La superficie continental del país es de 176.215 km<sup>2</sup> y la superficie de mar territorial es de 208.000 km<sup>2</sup> a lo que se suman las aguas jurisdiccionales de ríos y lagunas transfronterizas. La costa uruguaya tiene una longitud aproximada de 670 km, de los cuales 450 km corresponden al Río de la Plata y 220 km a la costa atlántica. El país limita al norte y al noreste con la República Federativa del Brasil, al oeste con la República Argentina a través del río Uruguay, al sur con el Río de la Plata y al este con el océano Atlántico.

El Estado es unitario y descentralizado territorialmente en 19 departamentos, con sus respectivos gobiernos y administraciones departamentales. Montevideo es la capital administrativa del país y se encuentra en el departamento que lleva el mismo nombre, ubicado al sur del territorio nacional, sobre las márgenes del Río de la Plata.

### 4.2 | Caracterización socioeconómica

#### 4.2.1 | Demografía e indicadores sociales

Según el último censo realizado en 2011 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población del país es de 3.286.314 habitantes (tabla 4.1). La previsión más reciente (2014) la estimó en 3.404.000 habitantes. La mayoría se concentra en el área urbana, 94,7 %, y un 5,3 % se asienta en la zona rural. La distribución de la población en el territorio no es homogénea, más de la mitad se concentra en la capital del país y en la zona metropolitana. Considerando el período comprendido entre 1963 y 2011, la tasa anual media de crecimiento de la población evidencia una tendencia a la baja a partir del período 1985-1996 cuando registró un 0.64 %, alcanzando un crecimiento del 0.19 % en el período 2004-2011. Discriminando por departamentos, en el período 2004-2011, las tasas de crecimiento anual media no fueron parejas, registrándose tasas negativas en 13 de los 19 departamentos (figura 4.1). Las tasas mayores corresponden a los departamentos de Maldonado, Canelones y San José que desde 1996 presenta un saldo migratorio positivo, donde se radican la mayor cantidad de migrantes. Asimismo, siguiendo las tendencias mundiales, el país continúa afirmando el patrón de densificación de la zona costera, concentrándose allí el 63 % de la población, sobre todo en la costa del Río de la Plata. Por otra parte, la migración interna es la que influye más fuertemente en el crecimiento diferencial de los departamentos (figura 4.2)

Población	Habitantes
Población total del país	3.286.314
Hombres	1.577.725
Mujeres	1.708.481
Urbana	3.110.264
Rural	175.613
Densidad poblacional	18,6 hab/km <sup>2</sup>

Tabla 4.1 | Población del país | Censo 2011. Fuente INE

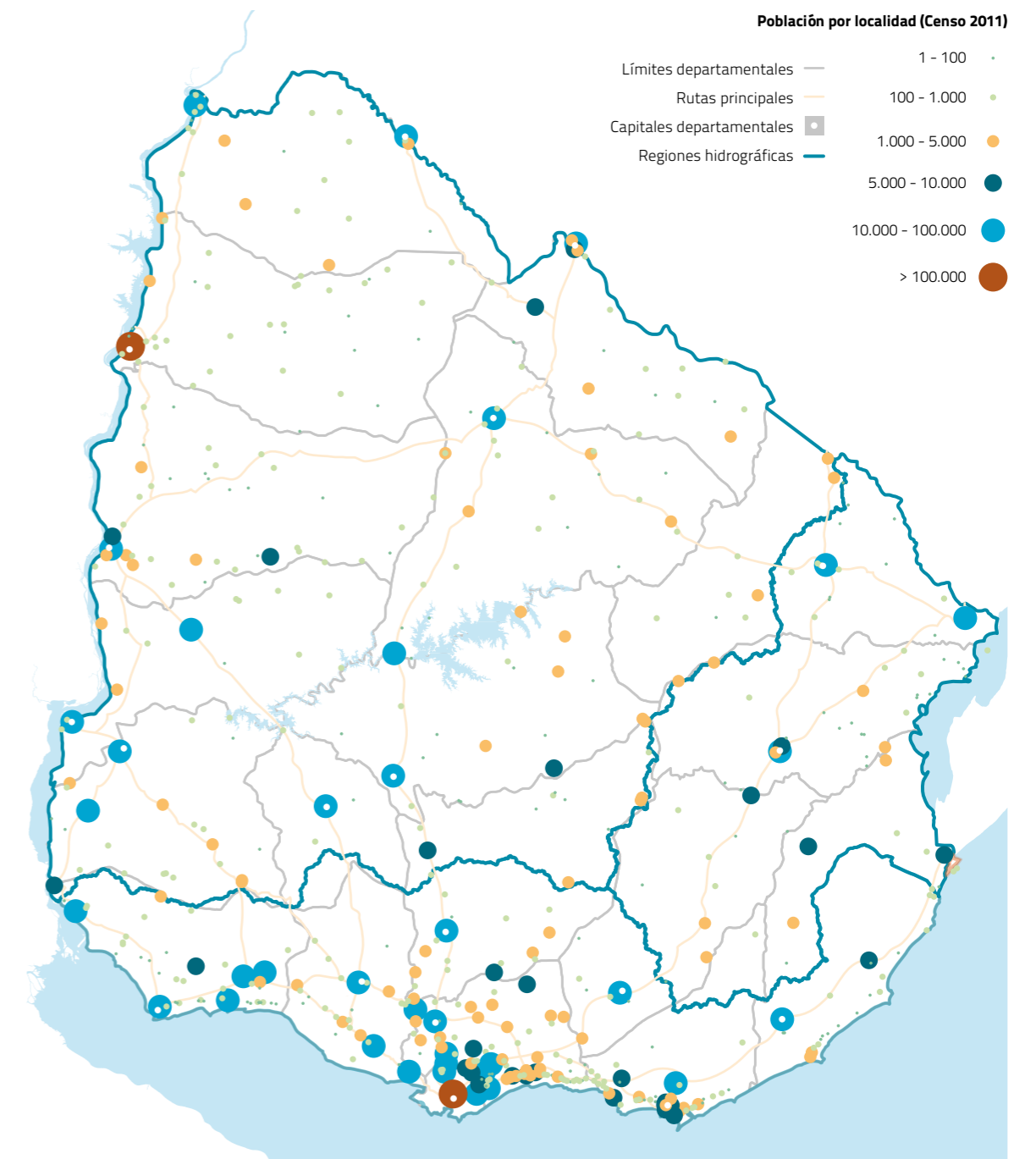


Figura 4.1 | Población por localidad, Censo 2011 | Fuente: INE

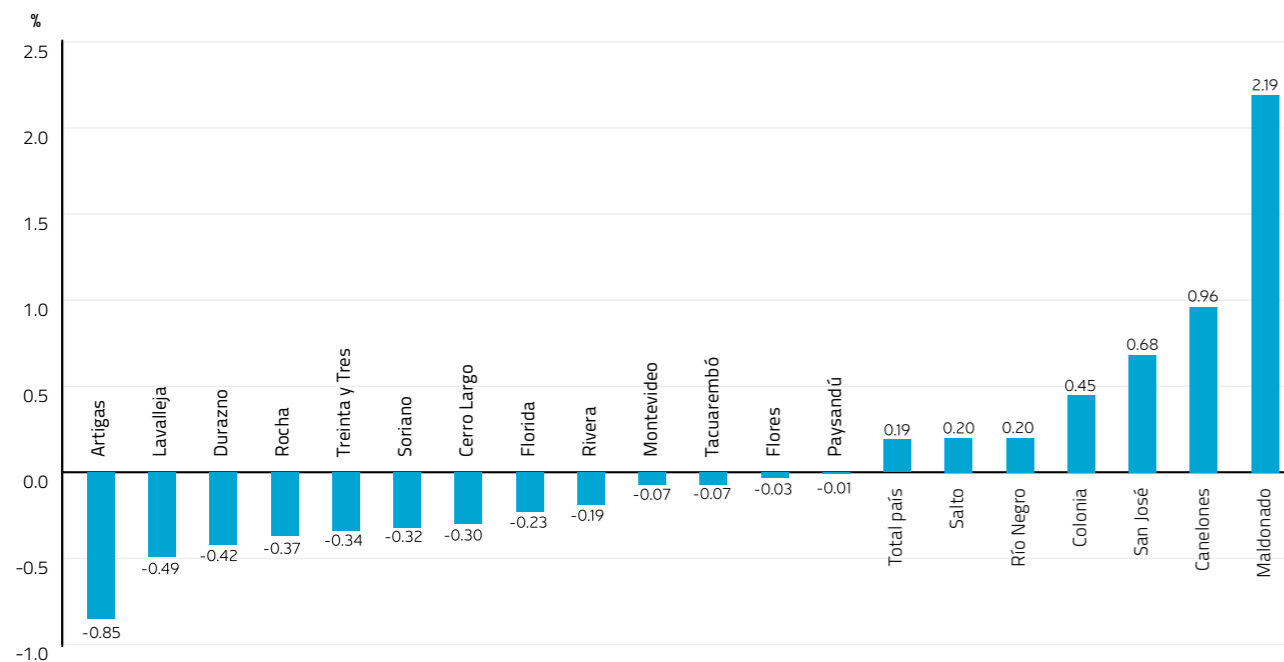


Figura 4.2 | Tasa anual media de crecimiento de la población (por cien), según departamento, 2004-2011  
Fuente: INE Censo 2004 - Fase I y Censo 2011

#### Indicadores

Densidad de población	18,65 habitantes por km <sup>2</sup>
PIB per cápita	US\$ 15.720 - Fuente Uruguay XXI
Coefficiente de GINI	0,381 - Fuente INE, 2014
Esperanza de vida	76 años (72 hombres, 79 mujeres) - Fuente OMS
Crecimiento de la población	0,34 %
Índice de Desarrollo Humano	0,790 - Fuente PNUD 2015
Tasa de analfabetismo	1,7 % en mayores de 15 años
Tasa de natalidad	14,16 por mil habitantes - Fuente INE 2014

Tabla 4.2 | Indicadores sociales

## 4.2.2 | Indicadores económicos

Los indicadores económicos de Uruguay son presentados en la tabla 4.3. El producto interno bruto (PIB) creció más de 3 veces desde 2005 a 2016, acompañado de un crecimiento semejante respecto al PIB per cápita. Uruguay a pesar de tener una estructura de su economía acorde a la región, ha tenido un desempeño positivo, diferente a Argentina y Brasil, producto del agregado de valor a las cadenas de producción y la diversificación de mercados de sus exportaciones.

La composición del PIB por rama de actividad se detalla en la tabla 4.4, mostrando como principales aportantes a las actividades inmobiliarias y empresariales con un 16,7 %, al comercio, reparaciones, restaurantes y hoteles con un 13,1 %, a las industrias manufactureras con un 13,4 %, la construcción con un 9,5 %, y a las actividades primarias (agricultura, ganadería, caza y silvicultura) con un 6,2 %. Históricamente la producción económica se ha basado en el sector agrícola y pecuario, en las últimas décadas la presencia de otros sectores de la economía creció considerablemente, destacándose el turismo, cuyas actividades son transversales a algunos de los sectores mencionados.

Datos macroeconómicos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Población millones de habitantes	3,25	3,25	3,26	3,27	3,38	3,40	3,41	3,43	3,44	3,45	3,47	3,48
PIB millones US\$ corrientes	17.381	19.600	23.435	30.366	31.661	40.285	47.962	51.265	57.531	57.236	53.443	53.021
PIB per cápita US\$ corrientes	5.353	6.025	7.190	9.299	9.372	11.860	14.054	14.962	16.723	16.572	15.414	15.235
Variación del PIB real tasa var. anual en %	7,5 %	4,1 %	6,5 %	7,2 %	4,2 %	7,8 %	5,2 %	3,5 %	4,6 %	3,2 %	1,0 %	1,3 %
Inversión Interna Bruta % PIB - (*)	17,7 %	19,1 %	19,2 %	22,4 %	19,1 %	20,4 %	21,3 %	23,6 %	23,6 %	22,9 %	20,9 %	20,8 %
Ingresos de capitales por IED / millones US\$	847	1.493	1.329	2.106	1.529	2.289	2.504	2.536	3.032	2.188	1.279	1.100
Desempleo Promedio Anual (% PEA)	12,2 %	10,8 %	9,4 %	8,0 %	7,7 %	7,2 %	6,3 %	6,5 %	6,5 %	6,6 %	7,5 %	7,8 %

Tabla 4.3 | Principales datos macroeconómicos 2005 - 2016, datos estimados  
Fuente: Banco Central del Uruguay, Instituto Nacional de Estadísticas, MEF

#### Composición PIB 2015 por industrias (precios corrientes-serie anual)

Actividad	Participación (%)
Actividades inmobiliarias, empresariales	16,7 %
Industrias manufactureras	13,4 %
Comercio y reparaciones	13,1 %
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	6,2 %
Construcción	9,5 %
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5,3 %
Administración pública, etc.	5,1 %
Salud	6,0 %
Otros	24,7 %

#### Composición PIB 2016 por industrias Datos año móvil (IV 2015-III 2016) Precios corrientes-serie trimestral estimada

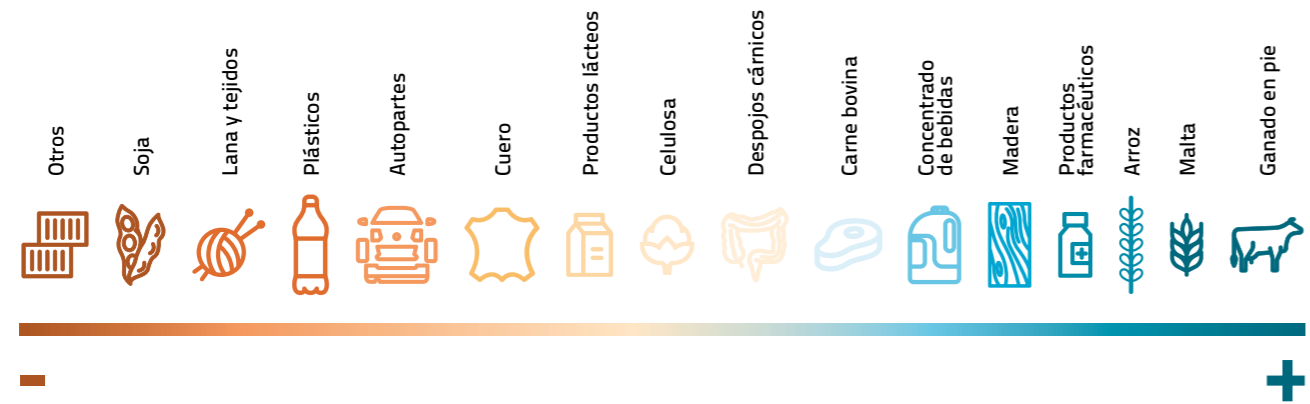
Actividad	Participación (%)
Actividades primarias	6,3 %
Industrias manufactureras	12,2 %
Suministro de electricidad, gas y agua	2,7 %
Construcción	9,6 %
Comercio, reparaciones, restaurantes y hoteles	13,1 %
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	5,1 %
Otras actividades	51 %

Tabla 4.4 | Composición del Producto Interno Bruto | Fuente: BCU

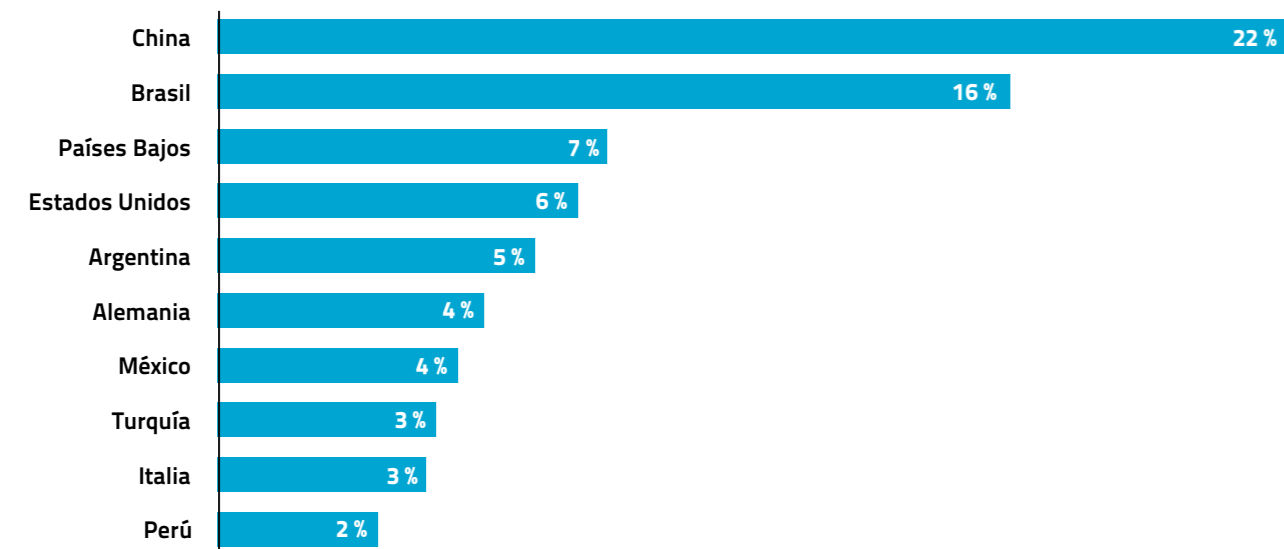


En el año 2016 las exportaciones alcanzaron la cifra de US\$ 8.301 millones, resultando los principales rubros de exportación la carne y derivados, la soja, la madera, los lácteos y los cereales (figura 4.3). El sector agrícola y pecuario son históricamente los principales aportantes a la economía uruguaya, pero están creciendo las industrias asociadas al agro y el valor agregado a estos productos tradicionales por el uso intensivo de tecnología. Los principales destinos de las exportaciones son China, Brasil, Países Bajos y Estados Unidos (figura 4.4).

Por otra parte, la inflación y el desempleo son indicadores de particular atención para Uruguay. El desempleo se situó a fines de 2016 en 7,5 %, aumentando desde el mejor desempeño ocurrido en 2011-2012 de 6,3 %. La inflación cerrada a 2016 fue de 8,1 % alcanzando la meta propuesta menor a 10 %.



**Figura 4.3 | Principales productos exportados por Uruguay**  
Fuente: Uruguay XXI en base a Dirección Nacional del Aduanas, Nuevo Sistema de Nueva Palmira y Montes del Plata



**Figura 4.4 | Principales destinos de exportación** | Fuente: Uruguay XXI, 2016

## 4.3 | Caracterización climática

### 4.3.1 | Clima

Uruguay está ubicado en la zona templada del hemisferio sur. En base a la clasificación de Köppen, Uruguay está comprendido dentro de las siguientes características:

- **Templado, moderado, lluvioso (tipo C)**
- **Temperie húmeda (tipo f)**
- **Temperatura del mes más cálido superior a 22 °C (tipo a)**

A Uruguay le corresponde la clasificación climática Köppen Cfa.

Las estadísticas que se presentan a continuación para temperatura, precipitación, régimen de vientos e insolación fueron extraídas de la información publicada por el INUMET y corresponden al período climático 1961-1990. Cabe aclarar que conforme a protocolos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se pueden publicar series de 30 años validadas. En el caso de Uruguay la próxima serie disponible abarcará el período 1990-2020.



**Figura 4.5 | Clasificación climática Köppen** | Fuente: INUMET, 2015

### 4.3.2 | Temperatura

La temperatura media anual es 17.5 °C variando entre una mínima media anual de 16.0 °C a una máxima media anual de 19.0 °C, con un gradiente incremental de sureste hacia noroeste (figura 4.6). Las temperaturas medias mensuales más altas se presentan en enero y febrero y las más bajas en junio y julio (figura 4.7). La distribución de los máximos y mínimos promedios mensuales en todas las estaciones meteorológicas es análoga a la de los medios mensuales, con un rango de entre 14.6 °C y 32.4 °C para los máximos y entre 5.1 °C y 19.2 °C para los mínimos.

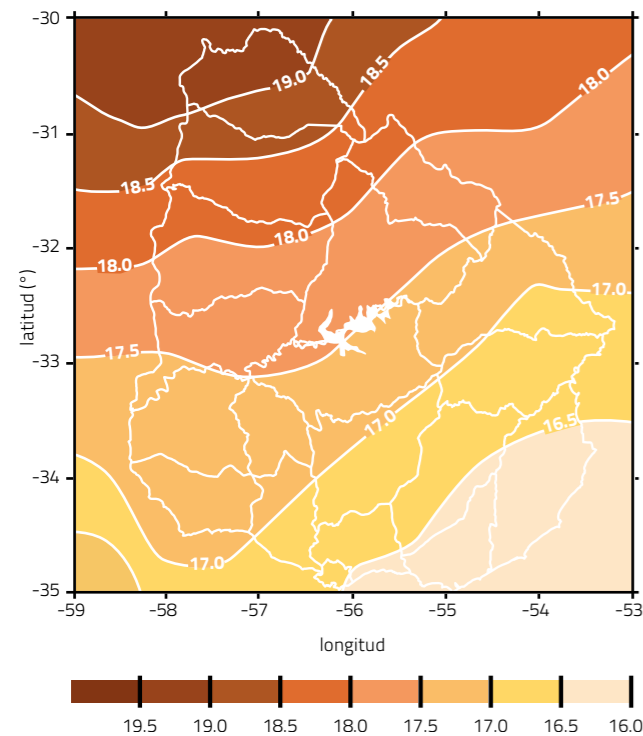
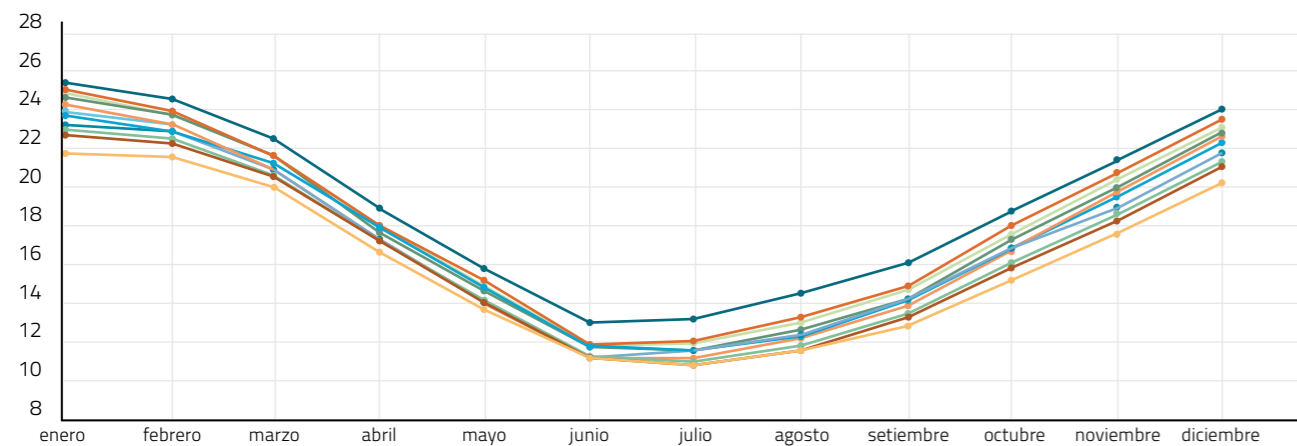


Figura 4.6 | Temperatura media anual 1961/1990 | Fuente: INUMET



- Artigas
- Colonia
- Carrasco
- Mercedes
- Salto
- Paso de los Toros
- Melo
- Rivera
- Paysandú
- Prado
- Treinta y Tres
- Rocha

Figura 4.7 | Temperatura media mensual | Fuente: INUMET

### 4.3.3 | Precipitación

La precipitación acumulada anual varía entre 1.100 y 1.600 mm con gradiente incremental de suroeste a noreste (figura 4.8). A diferencia de las temperaturas, los comportamientos medios mensuales no presentan una estacionalidad tan marcada y uniforme a lo largo de todo el país, al punto que las desviaciones estándar de los valores medios mensuales son elevadas (en muchos casos del orden de los valores medios). En términos interanuales el régimen de precipitaciones se caracteriza por ser altamente variable, con la alternancia de períodos de años secos (1891-94, 1916-17, 1942-43, 1964-65, 1988-89, 2008) y años con abundantes precipitaciones (1914, 1959, 1983, 1992, 2009, 2014).

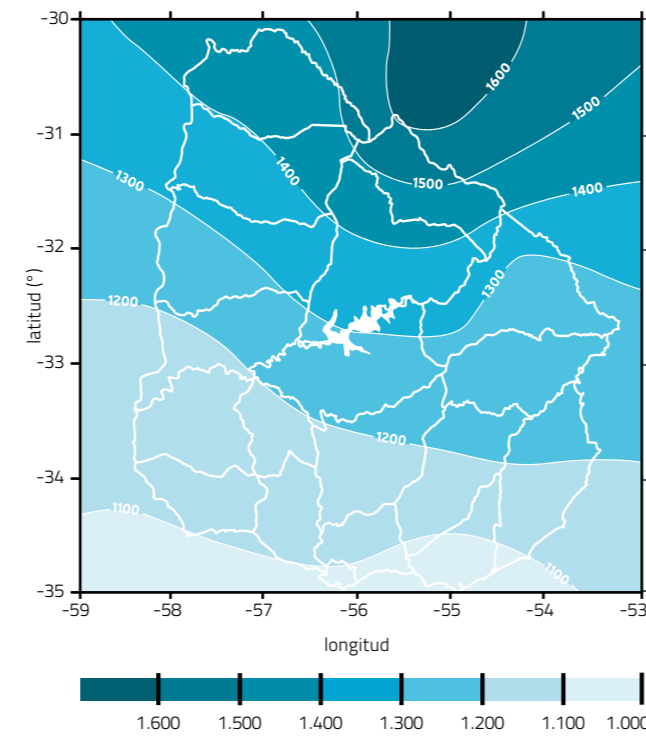


Figura 4.8 | Precipitación media anual | Fuente: INUMET

### 4.3.4 | Vientos

El régimen de vientos muestra un marcado predominio del sector noreste al este, con velocidades medias de 4 m/s. Son frecuentes los vientos superiores a 30 m/s.

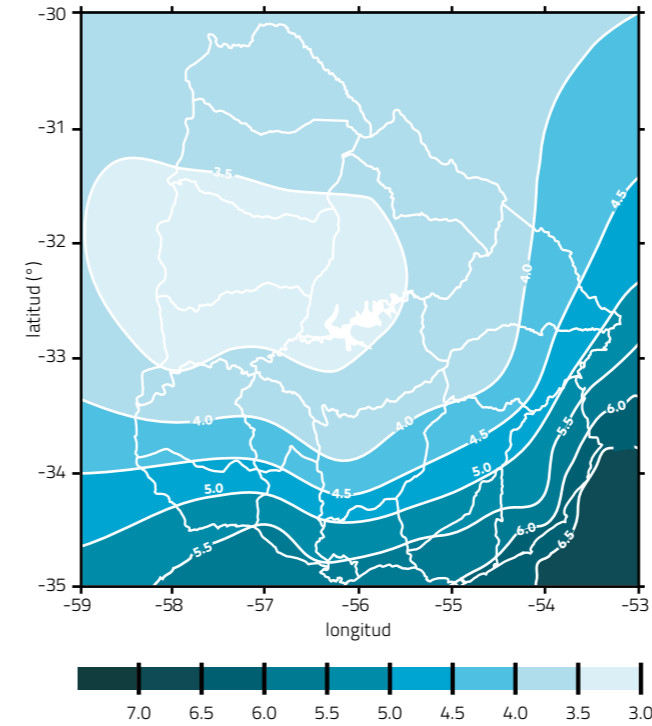


Figura 4.9 | Velocidad del viento medio anual en superficie 1961/1990 | Fuente: INUMET

### 4.3.5 | Insolación

Las líneas de igual insolación crecen de sureste a noroeste. La insolación acumulada media para todo el Uruguay es 2.500 horas, con un máximo de 2.600 horas en Salto y un mínimo de 2.300 horas en la costa oceánica.

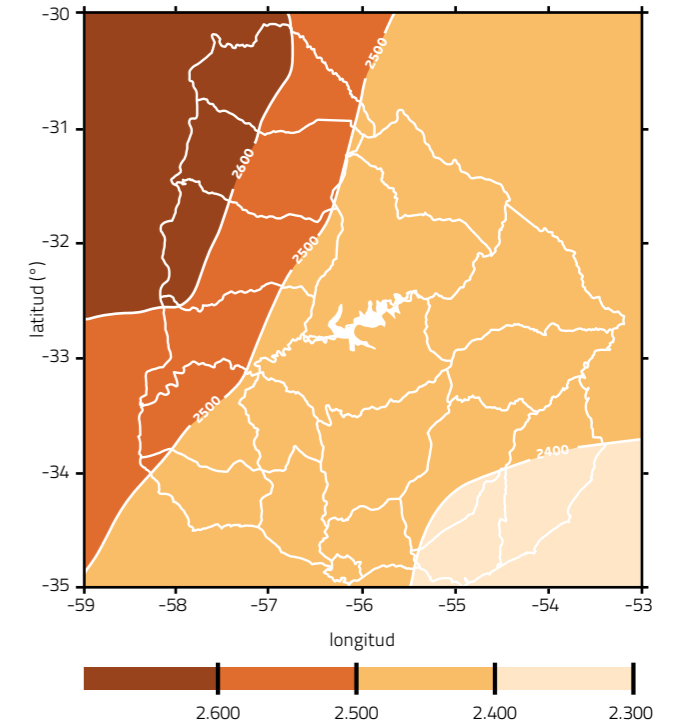


Figura 4.10 | Insolación media anual 1961/1990 | Fuente: INUMET

### 4.3.6 | Evapotranspiración

La evapotranspiración media anual estimada por los métodos de Penman-Monteith (INIA 2011) es de 1.000 mm en sureste y 1.200 mm en el noroeste del país (figura 4.11). Presenta una marcada variación estacional, con valores más altos durante el verano (160-185 mm/mes) y los más bajos en invierno (25-35 mm/mes). Esta variación estacional sumada al carácter aleatorio de las lluvias determina frecuentemente la ocurrencia de deficiencias de agua en el suelo.

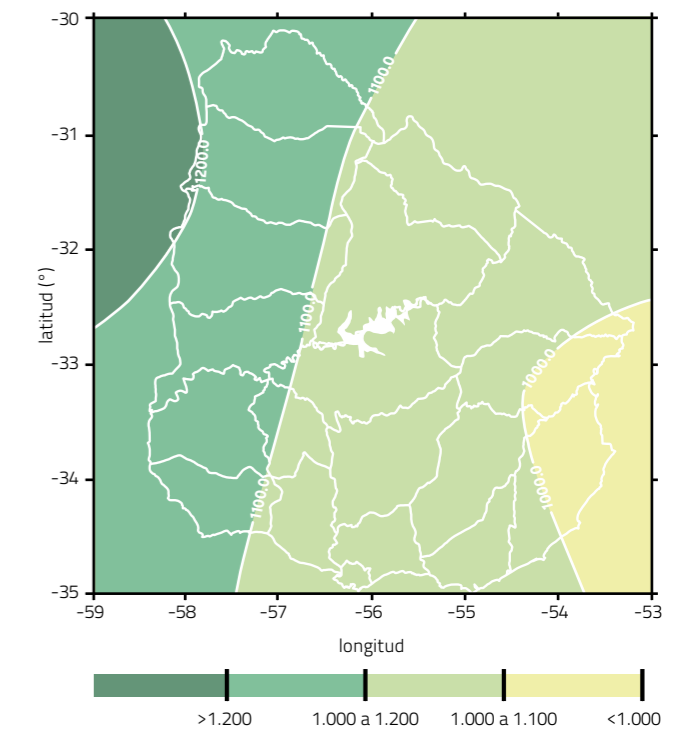


Figura 4.11 | Evapotranspiración Penman-Monteith (mm/mes) media anual (1980-2009) | Fuente: INIA 2011

## 4.4 | Caracterización geológica, topográfica y geomorfológica

### 4.4.1 | Geología

El territorio del Uruguay ha experimentado una extensa evolución geológica. Los materiales geológicos presentes en el país son variados, en edad y en naturaleza. La base de todas las formaciones geológicas en el Uruguay se compone de un conjunto de rocas ígneas y metamórficas. A grandes rasgos, la geología del país presenta dos grandes áreas o dominios:

**El basamento cristalino** (de edad precámbrica)

**Las cuencas sedimentarias** fanerozoicas (escala temporal geológica que se extiende desde hace 542 millones de años hasta nuestros días). Las áreas de basamento ocupan 57.000 km<sup>2</sup> mientras que las cuencas sedimentarias ocupan 119.200 km<sup>2</sup>.

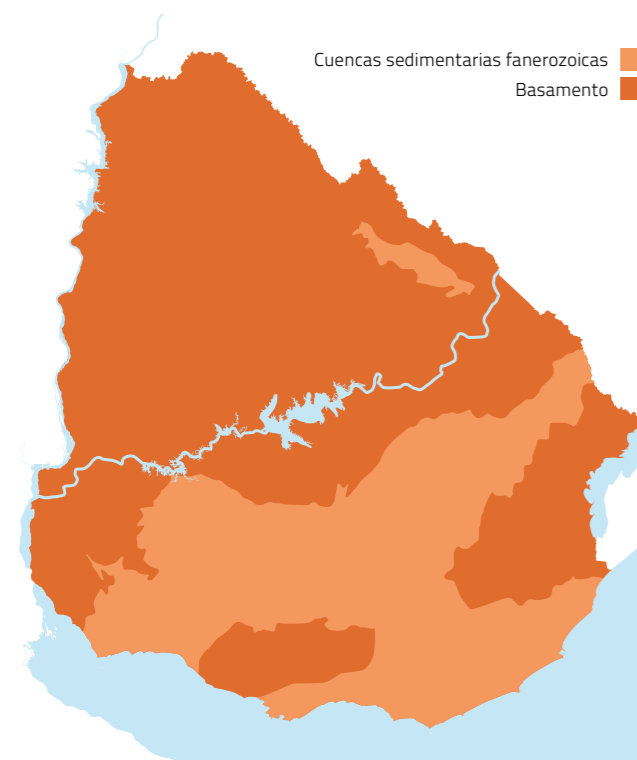


Figura 4.12 | Dominios geológicos del Uruguay  
Fuente: Santa Ana et al., 2004

#### El basamento cristalino

Aflora en la región centro-sur de Uruguay, con alguna presencia aislada en el norte del país, y está conformado por un mosaico de bloques de la corteza terrestre de diferente naturaleza, edad e historia geológica, separados por cambios bruscos de diversas magnitudes en las propiedades físicas de la roca. Puede ser subdividido en tres grandes dominios (zonas geológicas homogéneas):

occidental (bloque Piedra Alta), central (bloque Nico Pérez, donde se han encontrado rocas datadas en 3.540 millones de años, de las más antiguas de América Latina) y oriental (cinturón Don Feliciano). La división del escudo uruguayo en tres grandes bloques o dominios se debe a la existencia de dos grandes fallas (plano de ruptura de un bloque geológico) que definen antiguas zonas de cizallas (efecto particular del corte de los bloques de roca que produce altos niveles de deformación). Estas fallas son: a) Sarandí del Yí y b) Sierra Ballena. La zona de Cizalla Sarandí del Yí separa a los dominios occidental y central. Al este de la zona de Cizalla Sierra Ballena (ZCSB) se desarrolla el dominio oriental.

Estas áreas fueron largamente sometidas a procesos tectónicos (fracturas, pliegues, hundimientos) y erosivos (desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos), que han determinado elevaciones rocosas moderadas en el país (altura máxima 513,6 m sobre el nivel del mar).

#### Las cuencas sedimentarias

Se identifican tres grandes cuencas: **la Cuenca Norte, la Cuenca Santa Lucía y la Cuenca Laguna Merín**. Existen otras áreas menores de depósitos de rocas volcano sedimentarias (flujos de material de origen volcánico que en su avance pueden incorporar sedimentos) que se ubican en la región sur.

La Cuenca Norte es el espacio geográfico donde, durante las eras paleozoica y mesozoica, se superpusieron cuatro cuencas, denominadas según los períodos geológicos en que ocurrieron: la Devónica, la Permo-carbonífera, la Juro-Eocretácica y la Neo-Cretácica. Todas ellas caracterizadas por la sedimentación de diferentes materiales y espesores de las capas depositadas. Las cuencas Santa Lucía y de la laguna Merín están rellenas por rocas volcano sedimentarias de los períodos jurcretácico y cretácico, que funcionaron como áreas de acumulación de sedimentos durante la era cenozoica.

#### Cuenca Norte

El primer evento de cuenca corresponde a la sedimentación devónica, donde se preservaron 300 metros que corresponden a depósitos clásticos en transición a depósitos marinos. Desde la base al techo, estos reúnen las formaciones: Cerrezuelo (areniscas gruesas a finas), Cordobés (lutitas y pelitas) y La Paloma (areniscas finas). La sedimentación de edad permo-carbonífera, que se desarrolla en discordancia sobre la edad devónica, muestra en algunos sectores del noroeste los espesores son de 1.200 metros. Reúne, de base a techo, a las formaciones San Gregorio (areniscas y pelitas glaciomarinas), Tres Islas (areniscas y pelitas deltaicas), Fraile Muerto (pelitas marinas), Mangrullo (pelitas, calizas y lutitas bituminosas transicionales), Paso Aguiar (pelitas marinas), Yaguarí (areniscas y pelitas transicionales) y Buena Vista (areniscas continentales).

Por encima de la discordancia regional generada durante los períodos Triásico y Jurásico se desarrollan los registros de una nueva cuenca representada por la formación Tacuarembó-Rivera (depósitos de origen fluvial y eólicos) y la formación Arapey (basaltos, filones capa y diques) del Cretácico inferior, los que alcanzan en conjunto espesores próximos a los 1.200-1.300 metros. El último evento de cuenca es la sedimentación continental poste-

rior al derrame de los basaltos, de edad Neo-Cretácica, integrado por las formaciones Guichón (areniscas finas a medias, arcillosas), Mercedes (areniscas medias a conglomerádicas) y Asencio (areniscas finas), que se desarrollan sobre el litoral oeste del país. Los bancos de calizas de hasta 10-12 m de potencia y expresión en superficie importante en el noroeste del departamento de Paysandú donde se apoyan sobre las formaciones Mercedes y Asencio, se reúnen en la formación Queguay (Cretácico Superior). La Cuenca Norte albergó durante el Cenozoico una sedimentación y registros continentales donde se destacan las siguientes formaciones: Fray Bentos (areniscas y limos), Salto (areniscas), Las Arenas (areniscas finas) y Sopas (limos, arcillas y areniscas).

#### Cuencas Santa Lucía y de la Laguna Merín

Son cuencas originadas a partir del período jurásico, durante la fragmentación del supercontinente de Gondwana. Sus principales rellenos son de edad Jurocretácica y de naturaleza Volcano Sedimentaria, cubiertos por una delgada sedimentación de edad cenozoica.

Las formaciones Migues (conglomerados, areniscas y pelitas rojizas) y Puerto Gómez (basaltos - andesitas) constituyen más del 90 % del relleno, siendo la primera unidad de mayor desarrollo en Santa Lucía (más de 2.000 m) y los basaltos predominantes en laguna Merín (más de 1.000 m). Otras expresiones de un magmatismo ácido cretácico (formaciones Arequita y San Miguel) presentan menor significación en el territorio. La sedimentación continental cretácica (formaciones Mercedes y Asencio) cubre exclusivamente parte de la Cuenca Santa Lucía e inclusive se expresa en sectores sobre el basamento del dominio occidental.

La sedimentación cenozoica en la Cuenca Santa Lucía incluye depósitos continentales y marinos (formaciones Fray Bentos, Camacho, Raigón, Chuy, Libertad y Villa Soriano), mientras que básicamente en la Cuenca de la Laguna Merín son sedimentos continentales (formaciones Paso del Puerto, Libertad, etc.). En la costa del océano Atlántico, apoyado directamente sobre rocas del basamento, se desarrolla una sedimentación en forma de cuña y naturaleza continental - transicional - marina, asociada a las oscilaciones de nivel del mar de los últimos períodos del Cenozoico.

En la figura 4.13 se observa la distribución de afloramientos de materiales correspondientes a diferentes períodos geológicos basada en la Carta Geológica del Uruguay (escala 1:500.000) de DINAMIGE (para mayor detalle ver carta geológica a través de la página de DINAMIGE <http://www.dinamige.gub.uy/>).

### 4.4.2 | Topografía

El territorio se caracteriza por ser suavemente ondulado. La altitud media es de 116,7 m y la cota máxima se encuentra en el Cerro Catedral, en Sierra Carapé, a 513,7 m de altura, seguido por el Cerro de las Ánimas con 501 m. Al norte, la cuchilla de Haedo es divisoria de aguas entre los cursos que drenan hacia el río Uruguay y los que drenan hacia la cuenca alta del río Tacuarembó. La cuchilla Grande, localizada al sureste, es la divisoria de aguas entre la laguna Merín y las cuencas que drenan hacia afluentes del río Negro, río Santa Lucía y la zona alta de la cuenca del Frente Marítimo.

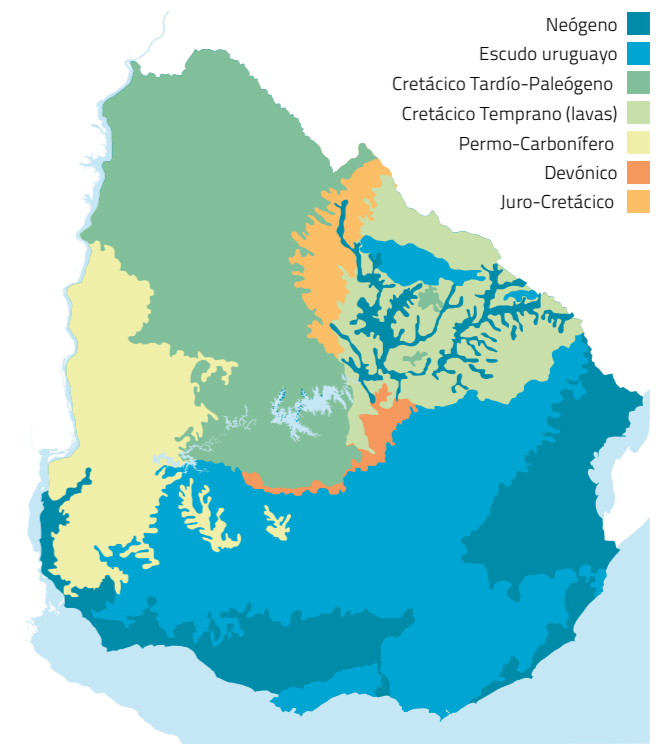


Figura 4.13 | Mapa de distribución de afloramientos de materiales correspondientes a diferentes períodos geológicos | Fuente: DINAMIGE

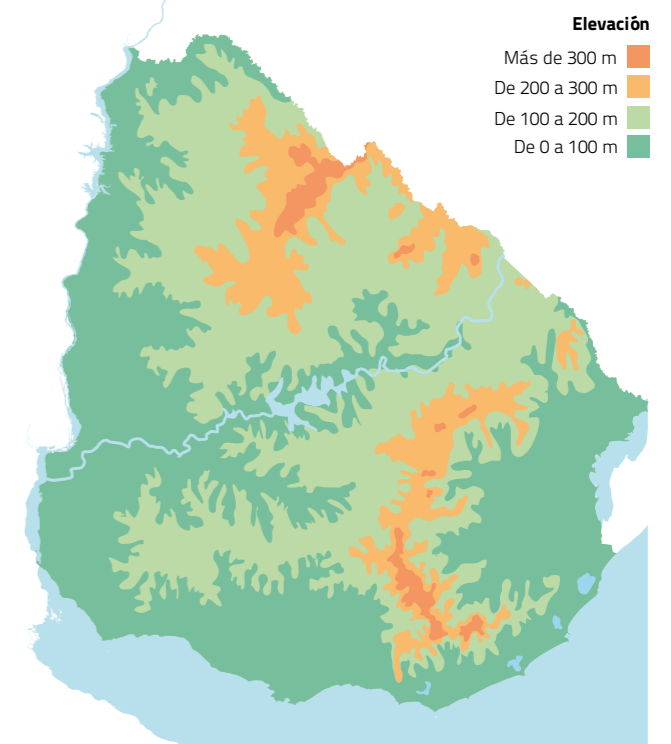


Figura 4.14 | Modelo digital de terreno | Fuente: MGAP, 2003

## 4.5 | Caracterización de los suelos

### 4.5.1 | Tipo de suelo

Para este informe se utilizó la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000, así como interpretaciones realizadas sobre dicha base cartográfica. (Figura 4.15)

Los principales suelos del Uruguay son brunosoles, vertisoles, argisoles, acrisoles y luvisoles. Los suelos presentan variaciones regionales y locales. En el sector de la cuesta basáltica del noroeste que ocupa una cuarta parte del territorio, predominan los suelos superficiales. También aparecen suelos más profundos de fertilidad media-alta. En el centro-noreste se encuentran diversos materiales de origen y formas de relieve onduladas. Aunque predominan suelos que van de superficiales a profundos, con grados de fertilidad no muy altos, existen suelos de excelente aptitud agrícola.

En el sureste y este se localizan los suelos más someros, incluso con afloramientos rocosos. En general presentan baja fertilidad natural, escasa resistencia a la sequía y, al desarrollarse en formas de relieve quebrado con fuertes pendientes, un alto riesgo de erosión.

El litoral atlántico-lagunar, caracterizado por lomas y planicies, presenta suelos con alta resistencia a la sequía y sin riesgo de erosión. Esta es la principal área arrocera del país, con suelos de buena retención de agua, mal drenaje, terrenos con poca pendiente y abundante agua para el riego de los cultivos. El centro-sur presenta suelos de alta fertilidad desarrollados sobre limos y con resistencia media a la sequía.

En el oeste y suroeste los suelos dominantes se desarrollan sobre areniscas de edad Cretácica, arenas arcillosas y loess, siendo los suelos agrícolas por excelencia.



Figura 4.15 | Carta de reconocimiento de suelos | Fuente: MGAP  
Ver referencias en <http://bit.ly/2fl63gG>

### 4.5.2 | Cobertura del suelo

La cobertura del suelo es la cobertura física y biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra. El conocimiento de la misma y la detección de sus cambios son fundamentales para la gestión sustentable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y el ordenamiento territorial, entre otros. El siguiente mapa (figura 4.16) presenta la cobertura de uso del suelo en el 2011. La DGRN se encuentra trabajando en mejorar las aproximaciones de las áreas a partir de la información de los planes de uso de suelos y aguas y de las imágenes satelitales.

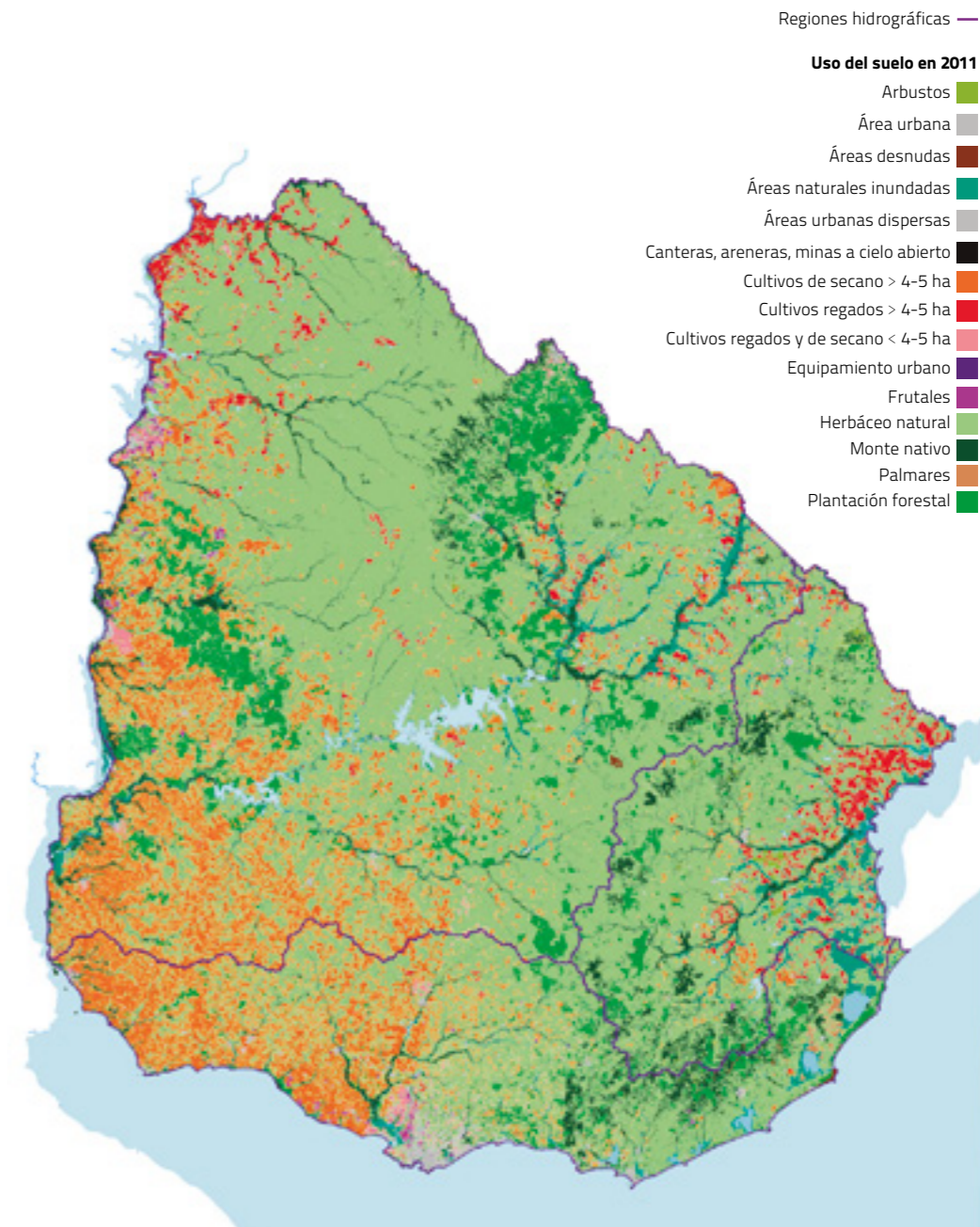


Figura 4.16 | Cobertura de suelos. 2011 | Fuente: FAO-MVOTMA/DINOT

### 4.5.3 | Erosión

La información referida a la erosión se tomó de una interpretación de la Carta de Erosión Antrópica original. Ver figura 4.17.

La erosión más severa se da por un lado en la zona sur relacionada a la zona metropolitana, en la cuenca del río Santa Lucía y en la cuenca este del Río de la Plata; por otro lado en la cuenca 16 del río Uruguay que corresponde al arroyo Guaviyú entre Daymán y río Queguay. La erosión moderada se da en el litoral del río Uruguay y del Río de la Plata y Frente Marítimo.

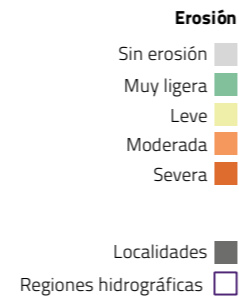
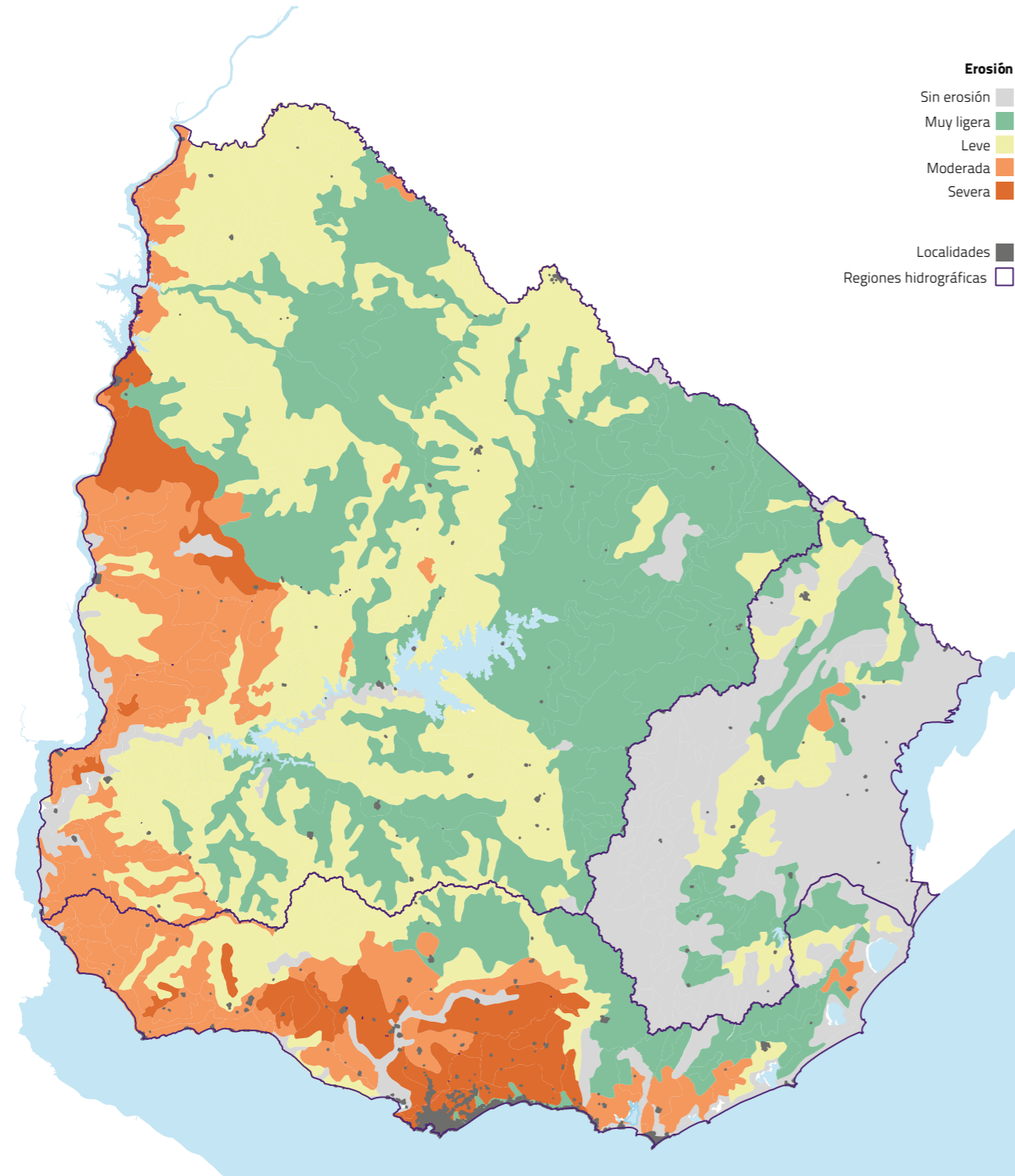


Figura 4.17 | Interpretación de la Carta de erosión antrópica | Fuente: MGAP

### 4.5.4 | Capacidad potencial de almacenamiento de agua en el suelo

A través de la figura 4.18 y la tabla 4.5 se muestran los resultados de una estimación de la capacidad de almacenaje de agua de suelos representativos asociados a la cartografía CONEAT<sup>56</sup> a nivel nacional. El producto final, expresado en milímetros de Agua Potencialmente Disponible Neta (APDN) es de utilidad para confeccionar balances hídricos correspondientes a cada grupo CONEAT y proponer políticas diferenciales según zonas ante eventos de déficit hídricos.

56 | La sigla corresponde a la abreviatura de Comisión Nacional de Estudio Agronómico de la Tierra creada por la Ley N° 13.695. Los grupos CONEAT no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelo, sino que constituyen áreas homogéneas, definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana en pie (Art. 65 de la Ley N° 13.695). Esta capacidad se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 100. Mayor información al respecto en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-recursos-naturales/suelos/coneat/grupos-coneat>

APDN (mm)	Clase	Superficie (ha)	Superficie (% del total)
Menor a 31	Extremadamente baja	2.170.336	12,4 %
31 a 50	Baja	606.917	3,5 %
51 a 70	Media	1.916.186	10,9 %
71 a 120	Moderadamente alta	6.532.794	37,4 %
121 a 160	Alta	4.222.943	24,2 %
Mayor a 161	Muy alta	1.995.402	11,4 %

Tabla 4.5 | Agua potencialmente disponible neta (APDN), clase, superficie de cada clase y porcentaje  
Fuente: Agricultura Satelital del INIA y DGRN del MGAP, 2009

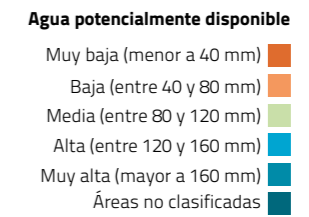
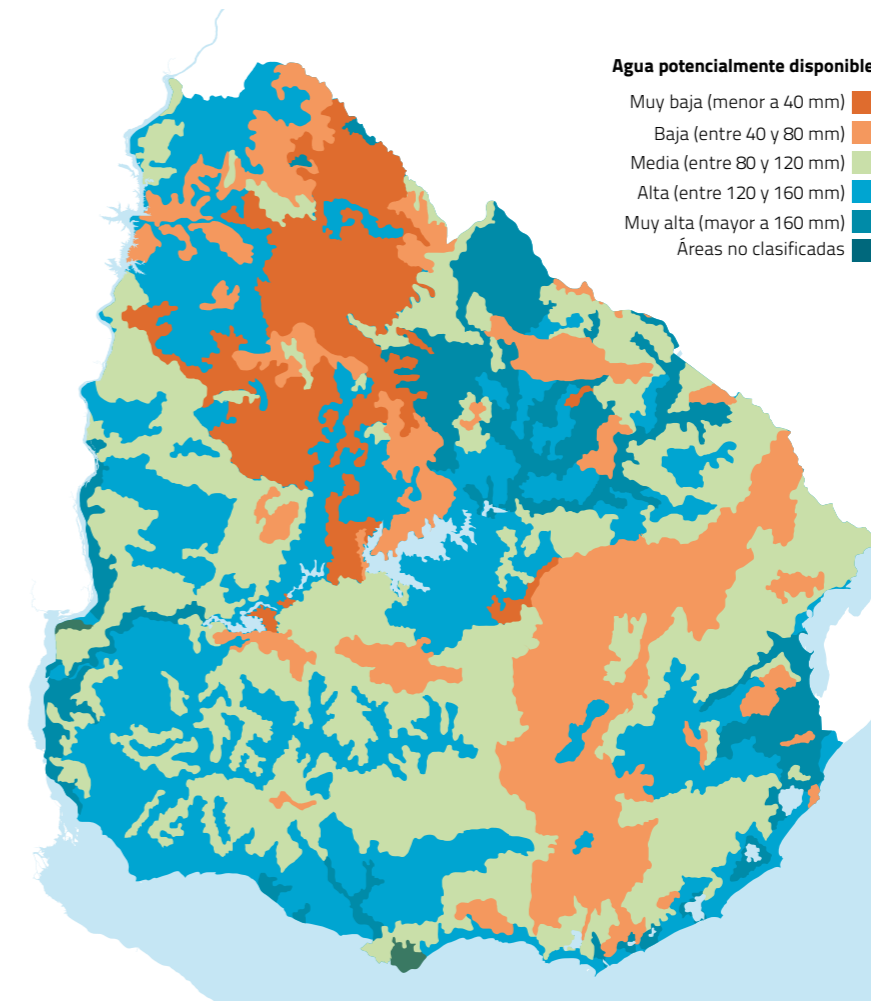


Figura 4.18 | Agua potencialmente disponible neta (APDN)  
Fuente: Agricultura Satelital del INIA y DGRN del MGAP, 2009

## 4.5.5 | Capacidad de uso de los suelos del Uruguay

En este capítulo se brinda información acerca de la aptitud general de uso de las tierras del Uruguay, interpretación a partir del CONEAT realizada en el año 2007 por la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) con el fin de proponer una herramienta de análisis global del territorio, a escala 1:100.000. La misma está basada en la información de la carta CONEAT y en tal sentido debe manejarse con mucha cautela debido a que los grupos no son unidades de suelos ni unidades homogéneas en su contenido ni en su distribución territorial. Se utiliza esta información debido a que no existe una cartografía de suelos a esa escala que abarque la totalidad del país.

Se definen en forma general las aptitudes de uso considerando:

**Los cultivos** | involucra todo uso que implique la producción vegetal. Comprende los cultivos anuales, los forrajeros, la horticultura, la fruticultura y las plantaciones forestales de carácter no permanente

**Las pasturas** | naturales o mejoradas

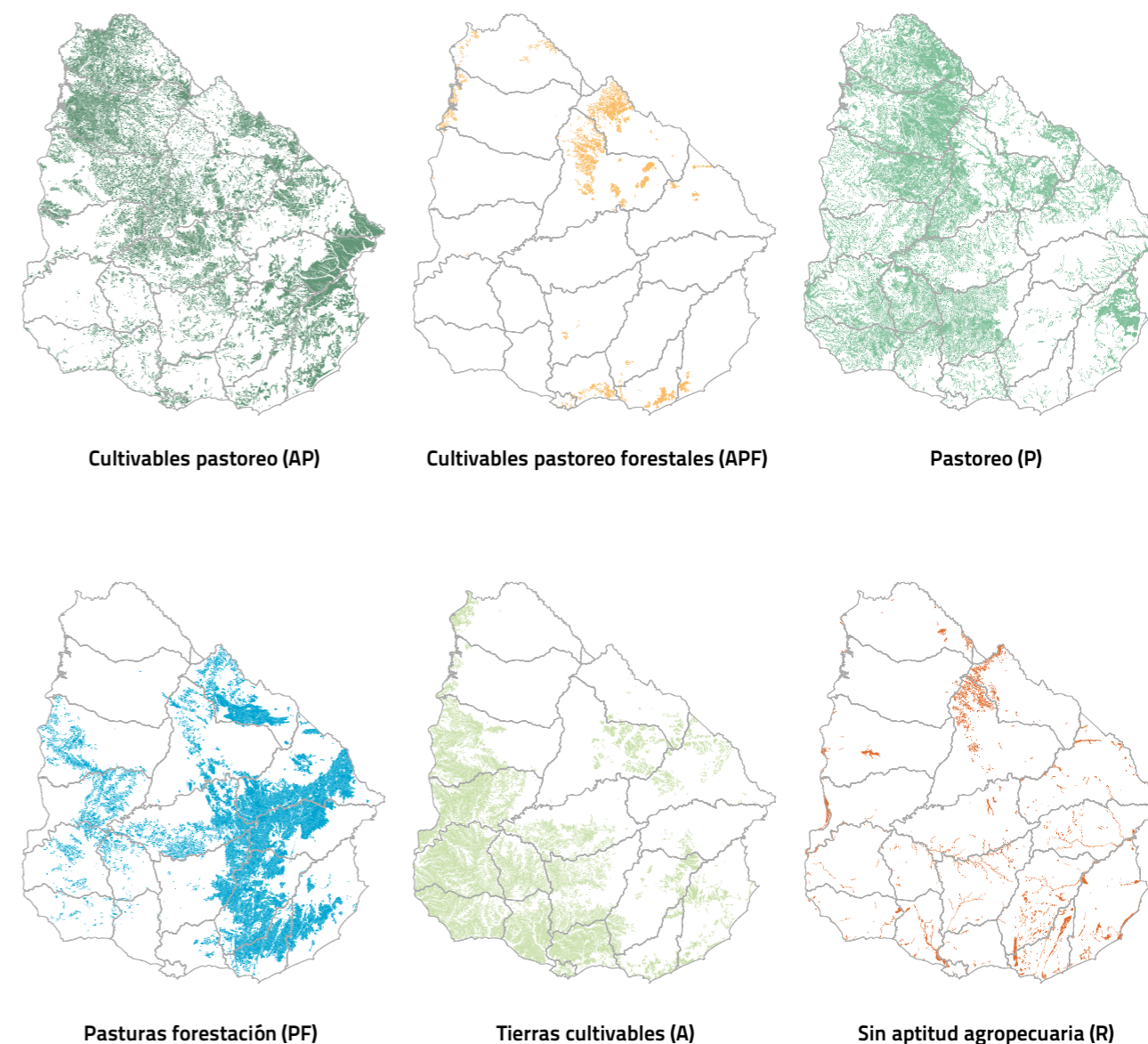
**La forestación** | o sea la vegetación arbórea permanente

La superficie ocupada por las diferentes aptitudes generales de uso de la tierra y los porcentajes de superficie del Uruguay se representan en la tabla 4.6 y en la figura 4.19. Las principales limitantes que pueden presentar cada grupo de Aptitud de Uso y las principales medidas sugeridas para atenuar sus efectos se detallan en los párrafos siguientes.

Aptitud	Superficie aproximada	
	(hectáreas)	%
<b>A1</b>   Tierras cultivables con escasas limitaciones para la generalidad de los usos	156.451	0,9 %
<b>A2</b>   Tierras cultivables con moderadas limitaciones	858.319	4,92 %
<b>A3</b>   Tierras cultivables con severas limitaciones	2.532.248	14,51 %
<b>AP</b>   Tierras aptas para producción de pasturas pero con muy severas limitaciones para otros cultivos	4.482.387	25,69 %
<b>APF</b>   Tierras aptas para forestación de pasturas y cultivos agrícolas especiales	477.083	2,73 %
<b>PF</b>   Apta para una amplia gama de producción de pasturas y forestales	3.307.354	18,95 %
<b>P</b>   Apta para la producción de pasturas y muy limitada para los forestales	4.927.200	28,24 %
<b>F</b>   Apta para la producción forestal y muy limitada para las pasturas	102.725	0,59 %
<b>R</b>   Sin aptitud agropecuaria ni forestal: tierras de reserva natural de flora y fauna	604.738	3,47 %
<b>Total</b>	<b>17.448.505</b>	<b>100 %</b>

**Tabla 4.6** | Superficie ocupada por las diferentes aptitudes generales de uso de la tierra y porcentaje de la superficie del Uruguay | Fuente: MGAP

**Figura 4.19** | Distribución de la superficie ocupada por las diferentes aptitudes generales de uso de la tierra y porcentaje de la superficie del Uruguay | Fuente: MGAP



## Tierras cultivables

### A1 | Tierras cultivables con escasas limitaciones para la generalidad de los usos

Comprende tierras cultivables casi permanentemente, donde la mayoría de los usos es posible, aunque para mantener la productividad deberá cuidarse la degradación por erosión hídrica y el deterioro de la fertilidad y de las propiedades físicas. Bajo cultivo siempre será recomendable el intercalar cada varios años, variando según tipo de suelo, una pastura para mejorar las condiciones físicas, manejar bien los rastrojos, cultivar en curvas de nivel si el grado de pendiente supera el 1 % y cuidar la fertilidad, fundamentalmente el nivel de materia orgánica.

### A2 | Tierras cultivables con moderadas limitaciones

Son tierras con moderadas limitaciones por lo que se sugieren medidas para atenuar los efectos negativos.

La resistencia a la erosión es menor que en A1 y deben incrementarse los cuidados. Presentan limitaciones al laboreo, debidas al meso relieve provocado por la erosión hídrica y/o por la presencia de suelos pesados que restringen el período apto a las labores de la tierra (debe evitarse el trabajar la tierra muy húmeda).

Con siembra directa se levanta esta restricción, siempre y cuando las labores se hagan a nivel, evitando huella en declive. Presentan deficiencias de oxígeno a nivel del subsuelo por lo que para cultivos exigentes se aconseja: elevar el volumen del horizonte superficial, mediante camellones con desagües de pendiente inferior a 1 %, a efectos de aumentar la aireación y la selección de plantas tolerantes. Presentan grados leves de alcalinidad que se manifiestan a niveles profundos del suelo y que por consiguiente sólo afectan a plantas sensibles de arraigamiento profundo (mayor a 50 cm). Los camellones, son aconsejables en plantas sensibles. Moderada disponibilidad de agua que afecta cultivos exigentes, en condición de secano en años excepcionalmente secos. El manejo conservacionista atenúa esta restricción y el riego la corrige. En tierras con limitante de fertilidad, se recomienda mantener fundamentalmente el nivel de materia orgánica ya que este puede caer significativamente con el laboreo.

### A3 | Tierras cultivables con severas limitaciones

La resistencia a la erosión es menor que en A2, por lo que deben incrementarse los cuidados en el manejo. Presentan limitaciones al laboreo, debidas al mesorelieve provocado por la erosión hídrica y/o por la presencia de suelos pesados que restringen el período apto a las labores de la tierra (debe evitarse el trabajar la tierra muy húmeda). Con siembra directa se levanta esta restricción, siempre y cuando las labores se hagan a nivel, evitando huella en declive. La deficiencia de oxígeno a nivel del subsuelo aumenta respecto a A2, por lo que se restringe la aptitud para cultivos exigentes. Las medidas de manejo son similares a A2, debiéndose seleccionar plantas tolerantes. La caída de la fertilidad por deterioro de la materia orgánica es más significativa que en A2 por lo que las medidas para su conservación deben incrementarse fundamentalmente a través de mejorar el manejo de rastrojos, utilizar rotaciones adecuadas y enmiendas biológicas. Presentan moderada disponibilidad de agua que limita cultivos exigentes, en secano, en años secos. El riesgo de heladas condi-

ciona significativamente la elección de cultivos. Tienen baja disponibilidad de agua para riego y abrevadero.

### AP | Tierras aptas para producción de pasturas pero con muy severas limitaciones para otros cultivos

La resistencia a la erosión bajo cultivos es mínima, o es similar a A3 pero en condiciones de chacras restringidas en área. Se aconseja roturar para cultivos en áreas seleccionadas y con iguales cuidados que en A3 y fundamentalmente utilizar siembra directa, manteniendo muy bien protegidos, sin cultivar los desagües. Las terrazas pueden ser útiles, siempre y cuando el compromiso de buen diseño y mantenimiento sea alto. Presentan déficit de oxígeno, manejable con especies adaptadas. Presentan limitaciones al laboreo, debidas al mesorelieve provocado por la erosión hídrica y/o por la presencia de suelos pesados que restringen el período apto a las labores de la tierra (debe evitarse el trabajar la tierra muy húmeda). Con siembra directa se levanta esta restricción, siempre y cuando las labores se hagan a nivel, evitando huella en declive. La problemática de las inundaciones se restringe a años excepcionales y por cortos períodos, por lo que los cultivos (fundamentalmente de verano) tendrán cierto riesgo. Muy baja disponibilidad de agua para riego y abrevadero. Condiciones de enraizamiento con espacio para las raíces restringido. Baja disponibilidad de agua afectando cultivos y forrajeras exigentes. Pueden o no ser tierras para cultivos forestales.

### APF | Tierras aptas para forestación pasturas y cultivos agrícolas especiales

Son tierras agro-silvo-pastoriles. En las chacras se deben tomar los mismos recaudos que en la clase AP. Cuidar fundamentalmente la sistematización de las caminerías y los desagües en áreas forestales, mejorando la cobertura del tapiz pratense en las áreas de pastoreo. Presentan déficit de oxígeno manejable con especies adaptadas.

### PF | Apta para una amplia gama de producción de pasturas y forestales

Son tierras silvo-pastoriles. Presentan riesgo de erosión que debe ser cuidado: aumentando la calidad de los campos naturales con siembra directa (intersiembra, sin herbicidas), no plantando los desagües, forestando sin alteración total del tapiz natural y dejando áreas de campo natural para su recuperación, fundamentalmente los desagües naturales. Es necesario sistematizar una red de caminería que no origine escorrentías peligrosas. Las inundaciones no permiten cultivos y afectan las pasturas y la forestación en la medida de la adaptación de las especies utilizadas. La fertilidad natural muy reducida hace inviables los cultivos, debiendo ser manejada en la producción de pasturas y forestales. Condiciones de enraizamiento deficitarias que limitan el espacio disponible a las raíces obligando a seleccionar pasturas y forestales adaptados a esa condición. Se mejora con subsolado. Baja disponibilidad de agua exige selección de plantas adaptadas.

### P | Apta para la producción de pasturas y muy limitada para los forestales

Las principales limitantes que pueden presentar estas tierras y las medidas sugeridas para atenuar sus efectos son:

- 1) Alto riesgo de erosión debido al micro relieve generado, lo que exige mantener una cobertura cerrada del tapiz con siembra directa (inter-siembra sin usar herbicida)
- 2) Las inundaciones no permiten otro tipo de uso que no sea la producción de pasturas, la que debe ser mejorada con especies tolerantes productivas, utilizando siembra directa
- 3) La alcalinidad hace inviable otro tipo de uso que no sean las pasturas adaptadas a esta limitante
- 4) Baja disponibilidad de oxígeno exige selección de plantas adaptadas
- 5) Condiciones de enraizamiento con espacio para las raíces restringido, con baja disponibilidad de agua determinan la utilización de especies adaptadas y un buen manejo del campo natural.

### F | Apta para la producción forestal y muy limitada para las pasturas

La fertilidad natural es prácticamente nula, por lo que sólo plantas frugales como los forestales, principalmente coníferas, son aconsejables. Baja disponibilidad de oxígeno, manejable con especies adaptadas.

### R | Sin aptitud agropecuaria ni forestal: tierras de reserva natural de flora y fauna

Pueden sostener industrias basadas en la fauna y la vegetación en la medida en que sean manejadas racionalmente. Son tierras sin uso agrario que deben esa condición a las siguientes limitantes: vegetación espontánea de alto valor, muy mala disponibilidad de oxígeno o alta salinidad (por lo que sólo soportan vegetación y fauna adaptadas a estas tierras, fertilidad mínima (arenas), malas condiciones de enraizamiento (incluye mares de piedra), inaccesibilidad al uso forestal al no poder diseñarse una caminería compatible con la conservación del suelo, inaccesibilidad al pastoreo e inundaciones.

Ecosistemas principales	Superficie (ha)	Sup (%)
Pastizal	11.700.000	67 %
Bosque nativo *(según FAO 2015)	752.000	4 %
Humedales permanentes y temporarios (Cracco <i>et al.</i> 2007)	400.000	2 %
Lagos y lagunas (Cracco <i>et al.</i> 2007)	350.000	2 %
Otros	4.246.505	24 %
<b>Total</b>	<b>17.448.505</b>	<b>100 %</b>

Tabla 4.7 | Tipos de ecosistemas principales en Uruguay

## 4.6 | Caracterización ecológica

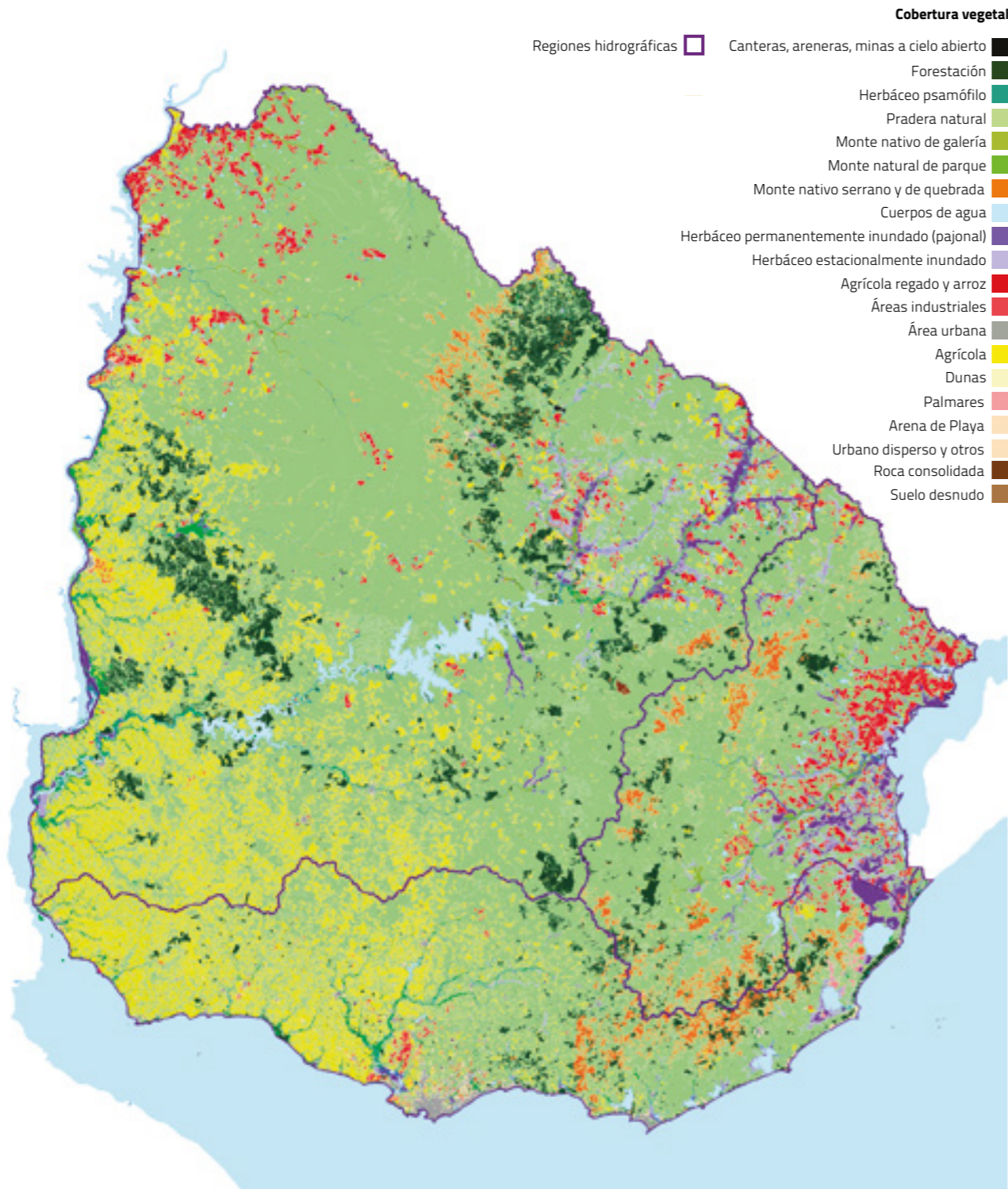
### 4.6.1 | Biodiversidad y ecosistemas

Uruguay cuenta con una estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica que establece la política nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Esta estrategia conforma el instrumento base para la gestión de ecosistemas, especies y recursos genéticos, así como de los bienes y servicios ecosistémicos. La estrategia comprende el período 2016-2020 e integra los compromisos asumidos por el país en la Convención de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas.

Uruguay ocupa una zona de transición biogeográfica en América del Sur que alberga una importante biodiversidad, ubicándose en una matriz de la provincia pampeana con intrusiones de las provincias paranaense y chaqueña (DINAMA 2014). Numerosas especies tropicales y subtropicales tienen su límite sur de distribución en Uruguay. El río Uruguay constituye una importantísima vía de conexión entre los bosques subtropicales paranaenses y el oeste del territorio uruguayo. A su vez, se producen aportes por la cuenca de la laguna Merín (habiéndose registrado componentes bióticos de mata atlántica en zonas de influencia de los ríos Yaguarón, Cebollatí y Tacuarí) y a través del escudo cristalino que ingresa hasta el sur de Maldonado.

Los principales ecosistemas en el país son pastizales, bosques nativos, humedales, costeros y marinos (Cracco *et al.* 2007). El pastizal es el ecosistema dominante y es considerada una de las áreas de mayor riqueza de gramíneas a nivel mundial (Cracco *et al.* 2007). Este ecosistema forma parte del bioma pastizal que se encuentra mundialmente amenazado, en base a información de UICN. Los remanentes de pastizales naturales que se encuentran en buen estado de conservación y poseen una superficie considerable, conforman las llamadas Áreas Valiosas de Pastizal (DINAMA 2014). El bosque nativo se diferencia en distintos tipos de formaciones boscosas como: de galería, fluvial o ribereño, de quebrada, serrano, parque, costero y palmares (Brussa & Grela 2007; Cracco *et al.* 2007). Entre los humedales permanentes y temporarios se destacan los humedales en la zona sureste del país, en la Cuenca de la laguna Merín, los asociados a las lagunas en la cuenca del océano Atlántico, así como los Esteros de Farrapos en el río Uruguay, los del río Queguay, los humedales del río Santa Lucía y los del río Tacuarembó. (Tabla 4.7)

Figura 4.20 | Cobertura vegetal según cobertura de suelo del año 2011 | Fuente: MVOTMA/DINOT 2011



Los ecosistemas marinos y costeros se pueden subdividir en los siguientes ambientes: dulceacuícola, fluviomarino, plataforma costera, plataforma profunda y talud, mientras que las costas se dividen en playas arenosas, puntas rocosas, estuarios y lagunas costeras (ECOPLATA, 1998; FREPLATA, 2005).

Estos ecosistemas se encuentran asociados fundamentalmente a las costas del Río de la Plata, con una extensión de 452 km, y del océano Atlántico, de 228 km.

Entre estos ecosistemas se destaca un sistema de lagunas costeras (José Ignacio, Garzón, de Rocha y de Castillos) ubicado en la cuenca atlántica, que continúa hacia el sur de Brasil (Rio Grande do Sul) (Cracco *et al.* 2007). Las costas y aguas nacionales se caracterizan por ser un área de alta productividad en términos biológicos, por la confluencia de aguas provenientes del continente y aguas oceánicas, donde se destacan la corriente cálida de Brasil y la corriente fría de Malvinas. Debido a su configuración y a los procesos oceanográficos que la afectan, la costa uruguaya presenta gradientes en la riqueza específica con incremento hacia el este (DINAMA 2014).

En la figura 4.20 se presenta el mapa de cobertura vegetal basado en la clasificación realizada por FAO-DINOT (2015) donde se aprecian los principales ecosistemas.

El monte nativo ribereño cubre los principales cursos de agua como: el río Uruguay y sus afluentes (Cuareim, Queguay, etc.) y los ríos Negro, Santa Lucía, Tacuarembó y Cebollatí. El monte parque se ubica en la zona litoral del río Uruguay y en la desembocadura del río Negro.

El monte serrano y de quebrada se distribuye principalmente asociado a la zona de cuchillas: la cuchilla Grande desde la cuenca alta de la laguna Merín, la cuenca alta del sureste del río Negro, la cuenca alta del Frente Marítimo, incluyendo la cuenca alta y este del río Santa Lucía y la cuenca este del Río de la Plata. También se observa en la cuchilla de Haedo y en la cuenca alta del río Tacuarembó. Los Palmares tienen una distribución restringida como zona endémica en el este de la cuenca del Frente Marítimo, asociado a las cuencas de las lagunas Negra y de Castillos. Las zonas inundables principalmente se distribuyen en laguna Merín, río Tacuarembó y río Santa Lucía.

Se ha desarrollado una propuesta de eco-regionalización de Uruguay (Brazeiro *et al.* 2012), en base a un análisis edáfico/geomorfológico (Panario y Gutiérrez, 2011) y biótico (vertebrados y leñosas), en donde se identifican siete grandes eco-regiones: (1) Cuenca Sedimentaria del Oeste, (2) Cuenca Sedimentaria Gondwánica, (3) Cuenca Basáltica, (4) Escudo Cristalino, (5) Graben de la Laguna Merín, (6) Graben de Santa Lucía y (7) Sierras del Este (figura 4.21). Éstas constituyen entidades naturales, ambientalmente homogéneas y caracterizadas por albergar biotas distintivas y son unidades apropiadas para la planificación y gestión territorial de la biodiversidad del país (Brazeiro *et al.* 2012).

En la propuesta de eco-regiones (Brazeiro *et al.*, 2012) se identificaron zonas del territorio nacional de máxima y alta prioridad de conservación que fueron definidas considerando la gran diversidad de especies, presencia de ecosistemas amenazados y alta relevancia en la provisión de servicios ecosistémicos. En la figura 4.22 se muestran los sitios de máxima (color azul) y alta prioridad (color verde) que cubren un 12,2 % del territorio.

Por otra parte, Soutullo *et al.* (2013) revisaron 3.450 especies de varios grupos taxonómicos (plantas, moluscos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en Uruguay. De estas especies, se identifican como amenazadas las que están clasificadas globalmente por UICN según la Lista Roja de Especies Amenazadas, con distribución geográfica restringida en Uruguay y que han sufrido disminución poblacional. A su vez, se identifican las Especies Prioritarias para la Conservación en Uruguay que incluye las amenazadas, las especies singulares desde el punto de vista taxonómico o ecológico y las especies de valor medicinal, cultural o económico para las cuales se recomienda promover un uso sustentable.

En la figura 4.23 se presenta distribución de la riqueza de especies amenazadas para los diferentes grupos estudiados en Soutullo *et al.* (2013). Se observa a las zonas litoral, costera y las cuencas de la laguna Merín y del río Tacuarembó como las áreas con mayor concentración de grupos estudiados amenazados.

Grupo	Especie en Uruguay	Especies prioritarias	Especies amenazadas
Plantas vasculares	2.400	688 28 %	616 26 %
Moluscos continentales	140	93 66 %	93 66 %
Peces continentales	219	168 77 %	127 58 %
Anfibios	48	21 44 %	20 42 %
Reptiles	71	37 52 %	31 44 %
Aves	455	123 27 %	43 9 %
Mamíferos	117	72 62 %	60 51 %
<b>Totales</b>	<b>3.450</b>	<b>1.202 35 %</b>	<b>990 29 %</b>

Tabla 4.8 | Especies prioritarias para la conservación | Fuente: Soutullo *et al.* 2013



Figura 4.21 | Propuesta de eco-regiones | Fuente: proyecto PPR Ec regional (Brazeiro *et al.*, 2012)

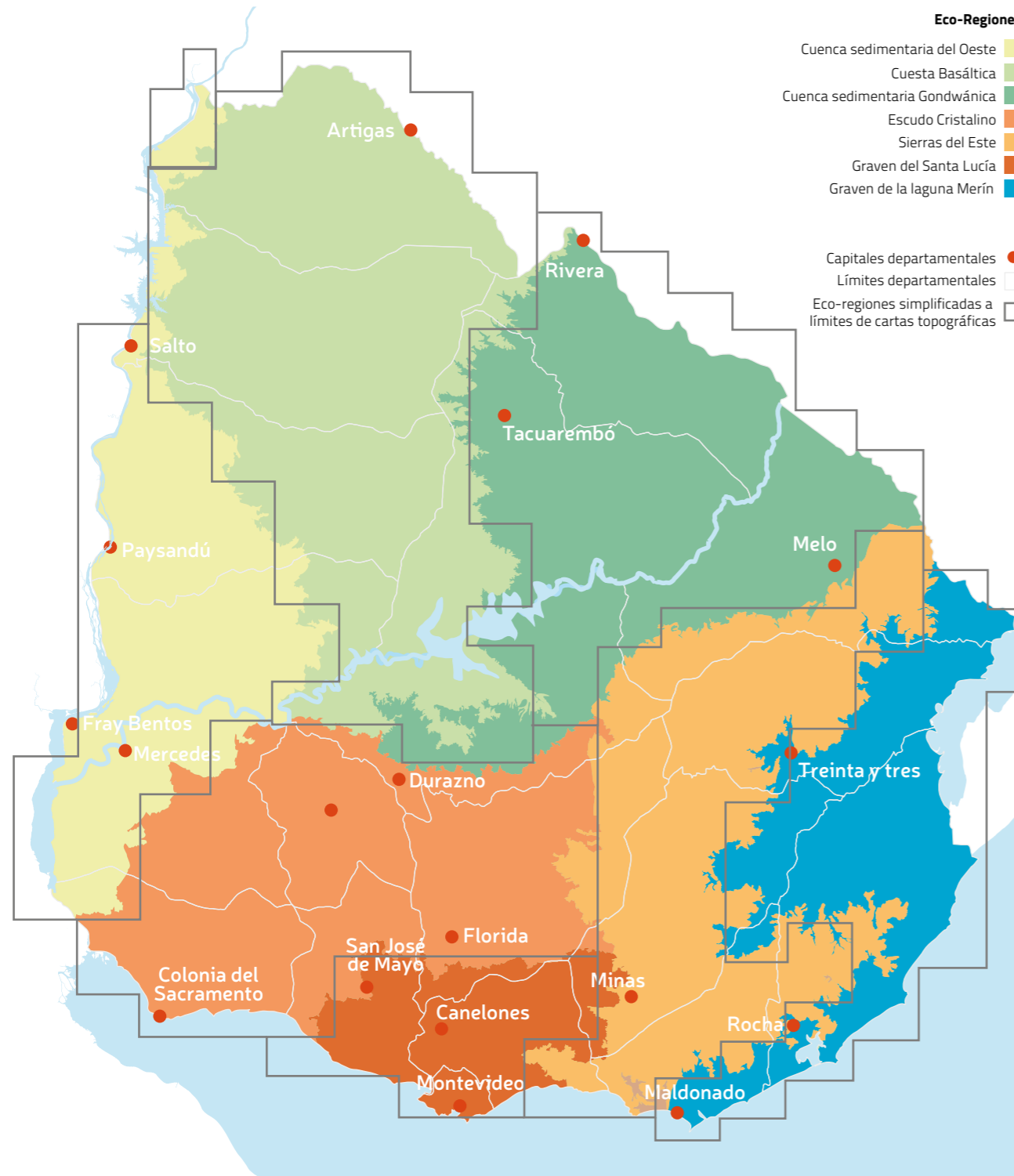


Figura 4.22 | Sitios de máxima (azul) y alta prioridad (verde) de conservación | Fuente: Brazeiro *et al.* 2012

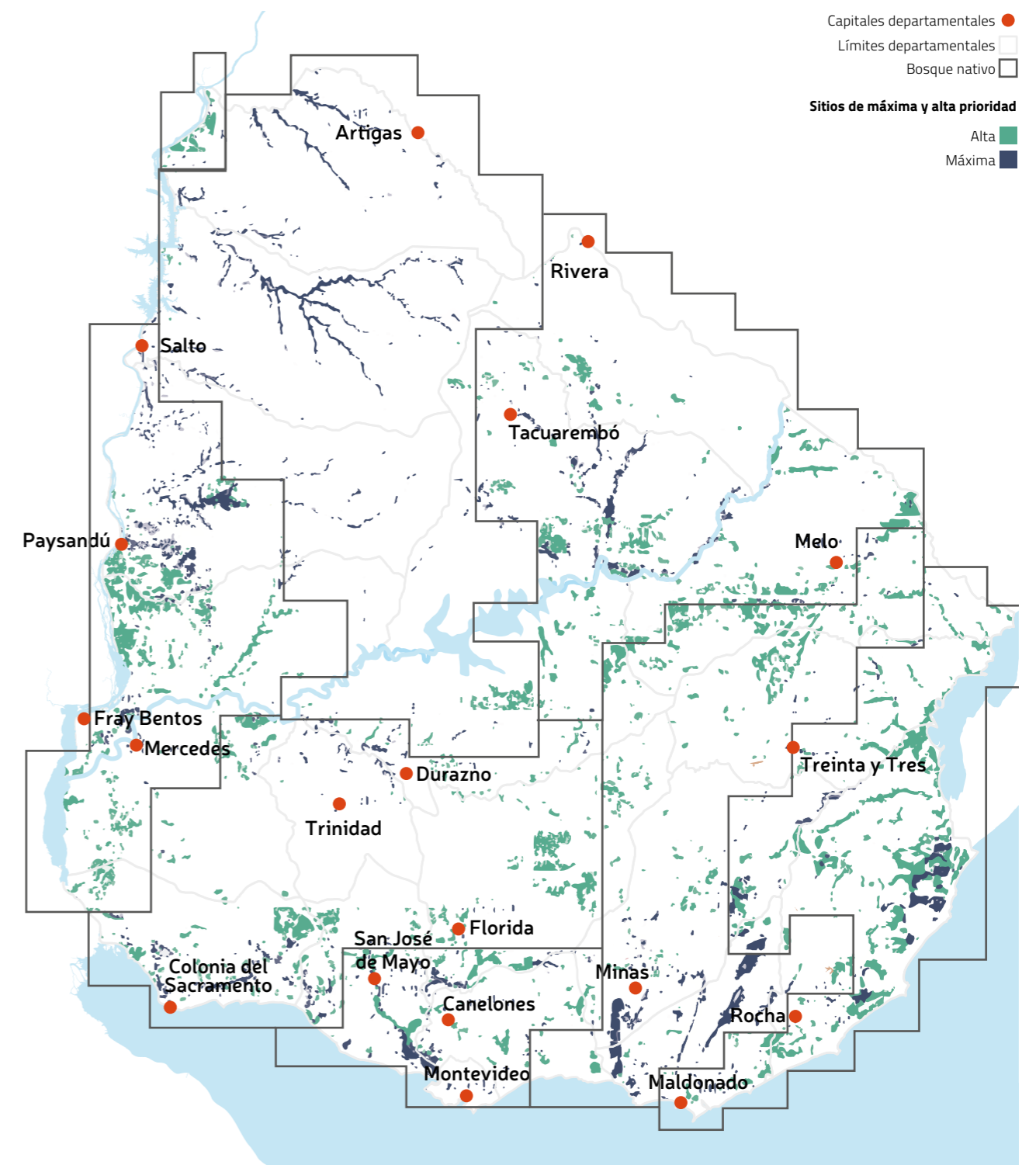
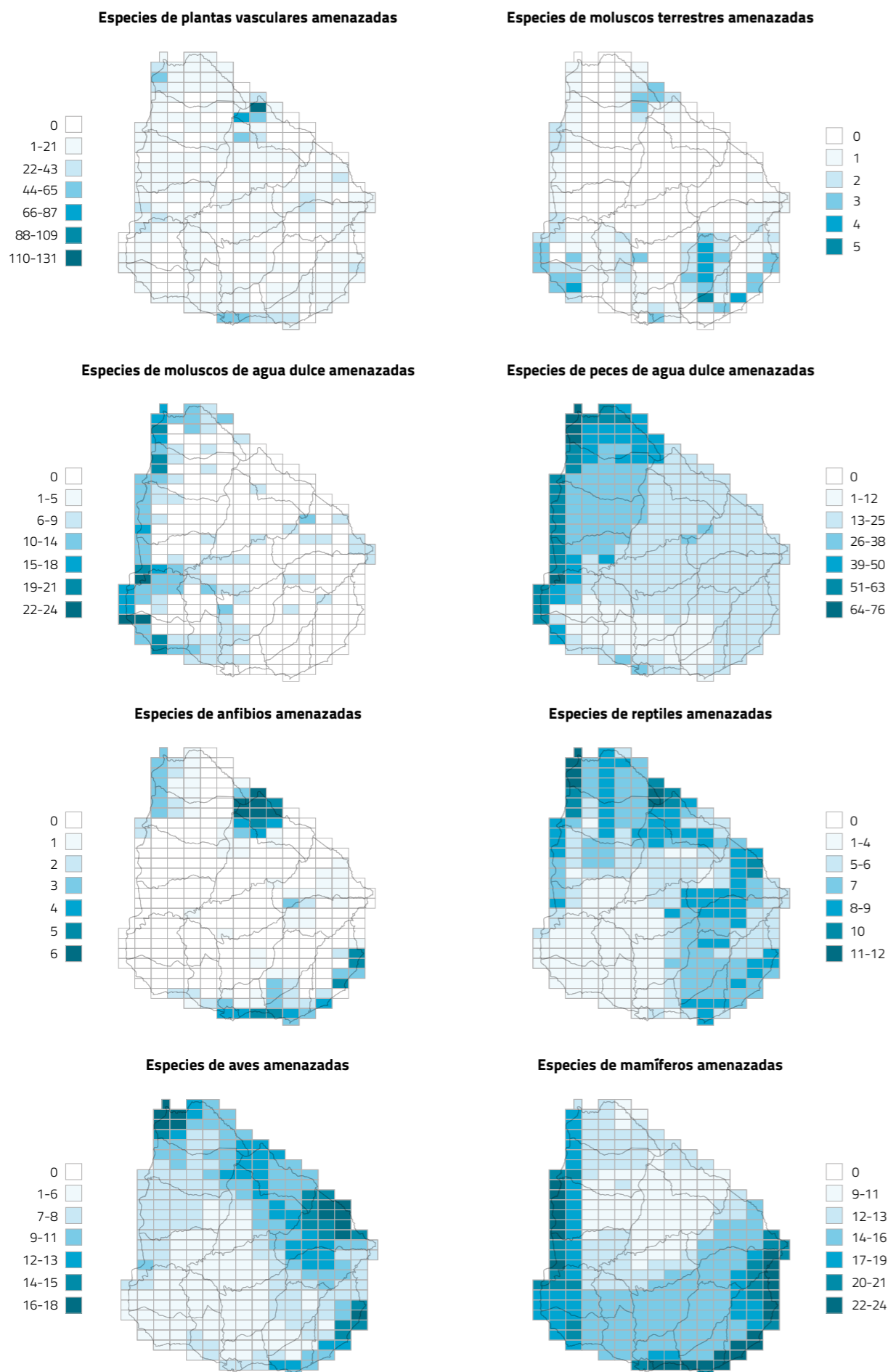


Figura 4.23 | Riqueza de especies amenazadas para los diferentes grupos estudiados | Fuente: Soutullo *et al.*, 2013



## 4.6.2 | Áreas protegidas y sitios Ramsar

Actualmente existen 14 áreas protegidas ingresadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que ocupan 279.516 ha. De estas áreas protegidas, 184.197 ha son área terrestre (representan el 1 % de la superficie terrestre uruguaya) y 95.319 ha en territorio marino y del Río de la Plata (0,68 % de la superficie marino costera). (Tabla 4.9)

Sumado a esto, tres áreas protegidas se encuentran en proceso de incorporación al SNAP que totalizan 70.884 ha. Por otra parte, al momento hay cinco áreas en elaboración o estudio de propuesta de ingreso con una superficie total de 152.943 ha.

Recientemente se incluyen las cuencas en sitios pilotos del Proyecto Paisaje y fortalecimiento de la efectividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que incluye el enfoque de paisaje en la gestión de SNAP URU/13/G35 en algunas áreas protegidas en el litoral oeste, quebradas del norte y lagunas costeras.

Además, se han declarado tres sitios Ramsar en Uruguay: Bañados del Este y Franja Costera, Esteros de Farrapos (de las cuales 6.917 ha son islas, 6.972 ha corresponden al estero y 3.607 ha corresponden al río Uruguay) y la laguna de Rocha. Existen dos reservas de biósfera de UNESCO, la reserva Bañados del Este, que abarca parte de la cuenca de la laguna Merín y la vertiente atlántica y se extiende por los territorios de los departamentos de Cerro Largo, Maldonado, Rocha y Treinta y Tres (UNESCO, 2007). Por otro lado, la reserva Bioma Pampa-Quebradas del Norte), ubicada en la cuenca alta del río Tacuarembó. (Tabla 4.10)

La distribución de las áreas protegidas, sitios Ramsar y reservas de Biósfera se muestran en la figura 4.24 y se presenta en la tabla 4.11.

Categoría de manejo	Nombre	Ingreso al SNAP	Superficie (ha)
Parque Nacional	Cabo Polonio	Jul/2009	25.820
	Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay	Nov/2008	16.810
	Parque Nacional de Reserva de Fauna y Flora de San Miguel	Feb/2010	1.542
Monumento Natural	Grutas del Palacio	May/2013	17
	Área protegida costero-marina Cerro Verde	Ago/2011	8.968
Áreas de manejo de hábitats y/o especies	Área Protegida Laguna Garzón	Nov/2014	36.928
	Rincón de Franquía	Abr/2013	1.229
	Esteros y Algarrobales del Río Uruguay	Dic/2015	1.550
Paisaje Protegido	Laguna de Rocha	Feb/2010	34.295
	Quebrada de los Cuervos	Set/2008	4.413
	Valle del Lunarejo	Oct/2009	29.286
	Localidad Rupestre de Chamangá	Ene/2010	12.172
Área Protegida con Recursos Manejados	Montes del Queguay	Nov/2014	19.969
	Humedales del Santa Lucía	Feb/2015	86.517
<b>Total</b>			<b>279.516</b>

Tabla 4.9 | Áreas protegidas

Sitios Ramsar	Superficie (ha)
1984	Bañados del Este y Franja Costera 407.408
	Esteros de Farrapos 17.496
	Laguna de Rocha 11.000
Reservas de biósfera de UNESCO	Superficie (ha)
1976	Bañados del este 1.250.000
2014	Reserva Bioma Pampa - Quebradas del Norte 110.882

Tabla 4.10 | Sitios Ramsar y reservas de Biósfera de UNESCO

Figura 4.24 | Áreas protegidas, sitios RAMSAR y reserva de biósfera | Fuente: MVOTMA



Sitios de conservación	Región hidrográfica	Cuenca Nivel 2
Cabo Polonio	Río de la Plata y Frente Marítimo	Océano Atlántico entre laguna de Rocha y Ao. Valizas
Cerro Verde		Océano Atlántico entre Ao. Valizas y Ao. Chuy
Humedales del Santa Lucía		Río Santa Lucía
Laguna de Rocha		Océano Atlántico entre Ao. Maldonado y laguna de Rocha
Laguna Garzón		Océano Atlántico entre Ao. Maldonado y laguna de Rocha
Quebrada de los Cuervos	Laguna Merín	Río Cebollatí
San Miguel		Entre río Cebollatí y Ao. San Miguel
Esteros de Farrapos	Río Uruguay	Entre río Queguay Grande y río Negro
Esteros y Algarrobales del Río Uruguay		Entre río Queguay Grande y río Negro
Grutas del Palacio		Río Yí
Localidad rupestre Chamangá		Río Yí
Montes del Queguay		Río Queguay Grande
Rincón de Franquía		Río Cuareim
Valle del Lunarejo		Río Tacuarembó
Isla de Flores		Río de la Plata y Frente Marítimo
Potrillo de Santa Teresa	Río Uruguay	Río Tacuarembó
Laureles-Cañas	Río Uruguay	Río Tacuarembó
Paso Centurión	Laguna Merín	Entre río Yaguarón y río Tacuarí
Arequita	Río de la Plata y Frente Marítimo	Río Santa Lucía
Laguna de Castillos		Océano Atlántico entre laguna de Rocha y Ao. Valizas
Laguna Negra		Océano Atlántico entre Ao. Valizas y Ao. Chuy
Bosques del Río Negro	Río Uruguay	Río Negro entre Rincón del Palmar y río Uruguay
Bañados del Este y franja costera	Laguna Merín	Entre río Cebollatí y Ao. San Miguel
		Entre río Tacuarí y río Cebollatí
	Río de la Plata y Frente Marítimo	Entre río Yaguarón y río Tacuarí
		Río Cebollatí
Sitios Ramsar	Río de la Plata y Frente Marítimo	Río Tacuarí
		Océano Atlántico entre Ao. Valizas y Ao. Chuy
	Río Uruguay	Océano Atlántico entre laguna de Rocha y Ao. Valizas
Esteros de Farrapos e islas del Río Uruguay	Río Uruguay	Entre río Queguay Grande y río Negro
Laguna de Rocha	Río de la Plata y Frente Marítimo	Océano Atlántico entre Ao. Maldonado y laguna de Rocha

Tabla 4.11 | Áreas Protegidas y sitios Ramsar: ubicación en las regiones hidrográficas y cuencas Nivel 2

# 5.0

RECURSOS HÍDRICOS

# 5.0

## RECURSOS HÍDRICOS

Para comprender la dinámica de las aguas en el país, es necesario ampliar la mirada a la región y a los fenómenos climáticos globales y considerar los distintos componentes del ciclo hidrológico y la interacción entre la atmósfera, la biota, el suelo, las rocas, los cuerpos de agua superficiales y los acuíferos. También se deben incorporar los aspectos provenientes de las actividades humanas, en la transformación del suelo y en el consumo y devolución de las aguas.

El análisis requiere considerar las dinámicas temporales asociadas, la variabilidad diaria, estacional, anual, decádica, o proveniente del cambio climático, que a su vez por todas las interacciones existentes deben considerarse en términos probabilísticos. Luego de caracterizar las distintas componentes del ciclo hidrológico puede evaluarse la disponibilidad de agua para los distintos usos.

### Recursos hídricos

Agua disponible o potencialmente disponible, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable. (OMM 2012)

Ley N° 18.610, artículo 10. Los recursos hídricos comprenden las aguas continentales y de transición. Se entiende por aguas continentales las aguas superficiales, subterráneas y humedad del suelo. Las aguas de transición son las aguas que ocupan la faja costera del Río de la Plata y el océano Atlántico, donde se establece un intercambio dinámico entre las aguas marítimas y continentales.

### Ciclo hidrológico

Sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, mar y aguas continentales, condensación del agua en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación. (OMM 2012)

Las fases del ciclo hidrológico incluyen:

**Evaporación** | proceso por el que el agua pasa de líquido a vapor a una temperatura inferior a la del punto de ebullición.

**Condensación** | transición de la fase de vapor a la fase líquida.

**Precipitación** | agua procedente de la atmósfera y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.

**Escurrimiento superficial** | parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo hacia un curso de agua.

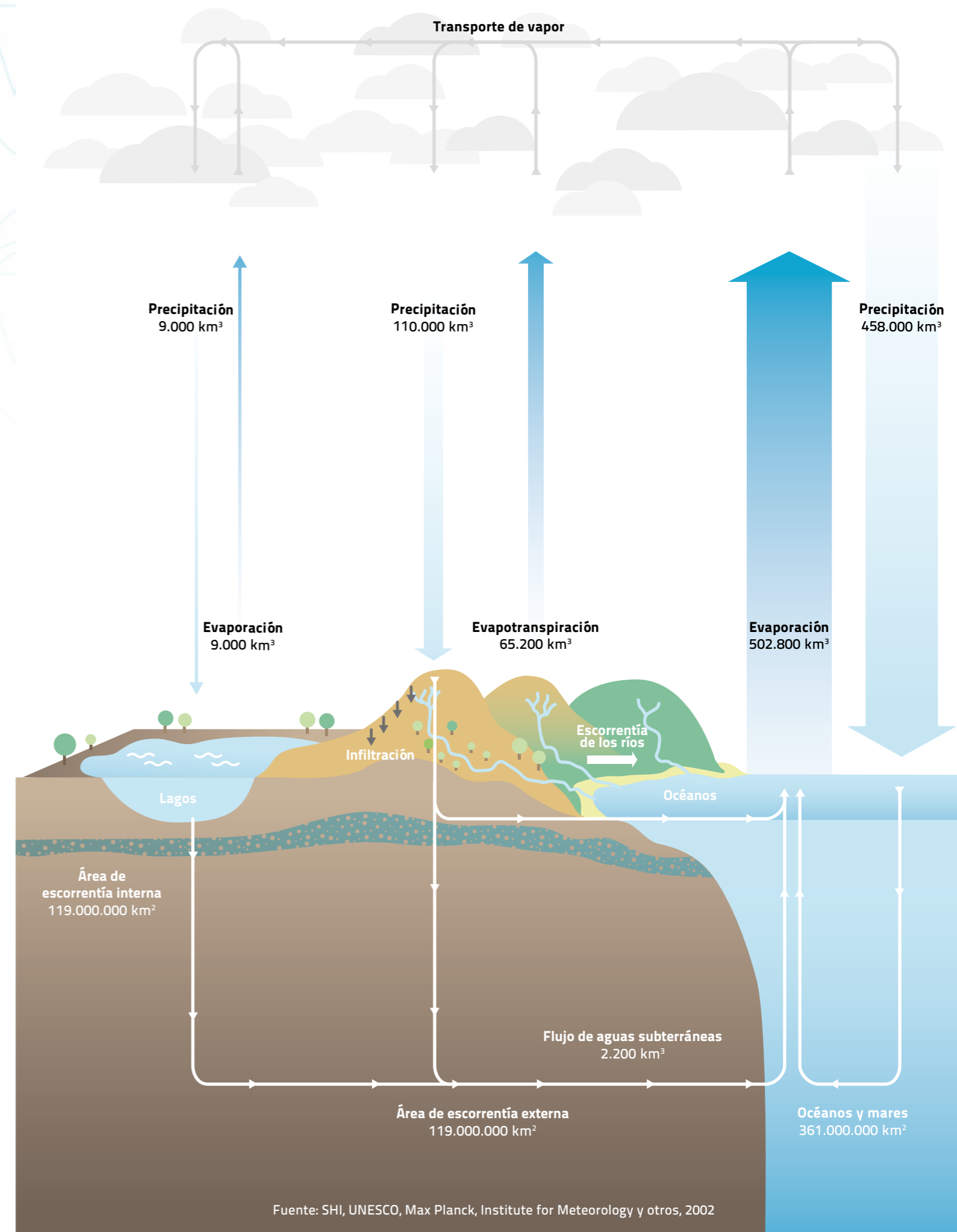
**Infiltración** | flujo de agua que penetra en un medio poroso a través de la superficie del suelo.

**Evapotranspiración** | conjunto de procesos por los que se efectúa la transferencia de agua de la superficie terrestre a la atmósfera por evaporación y desde la vegetación, por transpiración.

**Escurrimiento subterráneo** | parte de la precipitación que fluye en el interior del suelo.

## CICLO HIDROLÓGICO MUNDIAL

Precipitación | Evaporación | Evapotranspiración | Escurrimiento



Fuente: SHI, UNESCO, Max Planck, Institute for Meteorology y otros, 2002

## 5.1 | Contexto regional y regiones hidrográficas

Los recursos hídricos superficiales de Uruguay se agrupan en una vasta red hidrográfica distribuida en tres macro-cuencas transfronterizas: Río Uruguay, Laguna Merín y Río de la Plata y su Frente Marítimo con un área de 113.608 km<sup>2</sup>, 28.777 km<sup>2</sup>, y 34.016 km<sup>2</sup>, respectivamente. Dentro de la cuenca del río Uruguay está comprendida la cuenca estratégica y transfronteriza del río Negro (68.216 km<sup>2</sup>) y como parte de la cuenca del Río de la Plata, se destaca la cuenca estratégica del río Santa Lucía (13.487 km<sup>2</sup>). (Figura. 5.1)

Los cursos de agua representaron históricamente las fronteras naturales de los países y también sus divisiones administrativas interiores. Para comprender y gestionar los cursos de agua limítrofes es necesario traspasar las fronteras e incorporar la visión de todo el territorio de las cuencas involucradas.

La mayor parte del territorio nacional integra la Cuenca del Plata (84 %), una de las cuencas mayores de América del Sur (con un área de 3,1 millones de km<sup>2</sup>), compartida con parte de los países vecinos, Argentina y Brasil, y también la totalidad del Paraguay y parte de Bolivia. En el Río de la Plata confluyen grandes ríos como el Paraná, el Uruguay y el Paraguay. En su desembocadura, el Río de la Plata presenta un caudal de salida al mar de aproximadamente 25.000 m<sup>3</sup>/s.

Por otra parte, la cuenca de la laguna Merín también es transfronteriza y ocupa territorio uruguayo y brasilero. La laguna Merín tiene comunicación con la laguna de los Patos a través del río San Gonzalo.

## 5.2 | Aguas superficiales

La red hidrográfica a nivel nacional y las cuencas principales (Río Uruguay, Río de la Plata, Océano Atlántico, Laguna Merín, Río Negro y Río Santa Lucía) se presentan en la figura 5.2.

En el capítulo 7 se expone una breve caracterización de cada región hidrográfica.

El estudio y caracterización de las aguas superficiales puede ser enfocado desde distintos ángulos, cada uno abordando distintos aspectos y necesidades (conocimiento científico, gestión de recursos hídricos, aplicaciones tecnológicas, diseño de infraestructuras).

A los efectos de la evaluación y gestión de los recursos hídricos un primer panorama general es el que ofrece el llamado Balance Hídrico Superficial, esto es, la estimación de los valores que toman los principales componentes del ciclo hidrológico (precipitación, evapotranspiración, infiltración, escorrentía) en una cuenca o región determinada en base a un balance de masas entre las entradas y salidas durante un período de tiempo fijo.

Estos modelos permiten una aproximación al conocimiento de la distribución geográfica y estacional de las principales componentes del ciclo hidrológico en su fase superficial (precipitación, evaporación, escurrimiento) y sus interrelaciones. También per-

miten evaluar escenarios alternativos de clima y de gestión de infraestructuras hidráulicas cuando se los usa en combinación con modelos de simulación. En el apartado 5.2.2. se presentan los principales resultados de la aplicación de un modelo de balance hídrico mensual a nivel de todo el territorio nacional.

Otra aproximación puede hacerse a partir del análisis estadístico de la extensa información generada por las redes hidrométricas oficiales (ver en la sección Monitoreo del capítulo VIII). En el apartado 5.2.3. se presentan algunos parámetros estadísticos para cuencas que cuentan con series de caudales continuas, extensas y confiables en un período de referencia común. Dichos parámetros pueden utilizarse para caracterizar el comportamiento hidrológico de esas cuencas a distintas escalas temporales (ciclos medios anuales, frecuencias diarias, promedios móviles) y aplicar criterios de extrapolación por proximidad o semejanza a cuencas no aforadas.

También mediante análisis estadísticos de esta información hidrológica se puede hacer una caracterización de la variabilidad que se expresa tanto de un año a otro como entre las distintas estaciones del año e incluso en períodos más cortos (60 o menos días). Un avance de esta caracterización se presenta en el apartado 5.2.3.

### 5.2.1 | Sistema de codificación de las cuencas hidrográficas

Con fines de estudio e inventario de los recursos hídricos se ha establecido una división del territorio con base en las cuencas hidrográficas mediante un sistema de codificación de tres dígitos: el primer dígito identifica la cuenca principal (seis cuencas principales); el segundo dígito (de 0 a 9) permite identificar hasta diez subcuencas principales en cada cuenca y el tercer dígito (de 0 a 9) permite subdividir cada subcuenca en hasta diez unidades del curso principal o de cursos afluentes. Por extensión del procedimiento, el sistema de codificación puede desarrollarse todo lo que sea necesario hacia subdivisiones de cuencas de menor extensión. Recientemente se ha ampliado hasta un quinto nivel de subdivisión que permite la definición de unidades hidrográficas de hasta 400 km<sup>2</sup> de extensión.

Este sistema de codificación "anidado" permite el estudio integrado de distintos elementos (estaciones de monitoreo, aprovechamientos, infraestructuras) que se encuentren comprendidos dentro de una misma unidad geográfica básica. Los distintos niveles de subdivisión se han utilizado como referencia para la delimitación geográfica de unidades de gestión y estudio de los recursos hídricos. (Figura 5.3 y tabla 5.10)



Figura 5.1 | Regiones hidrográficas en el contexto regional

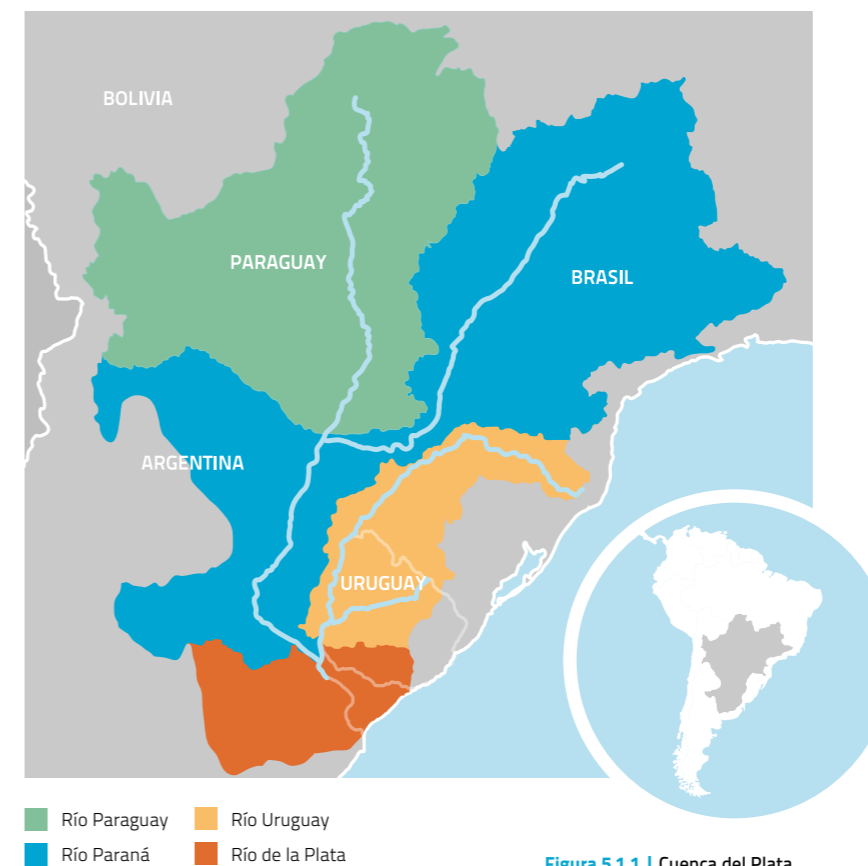
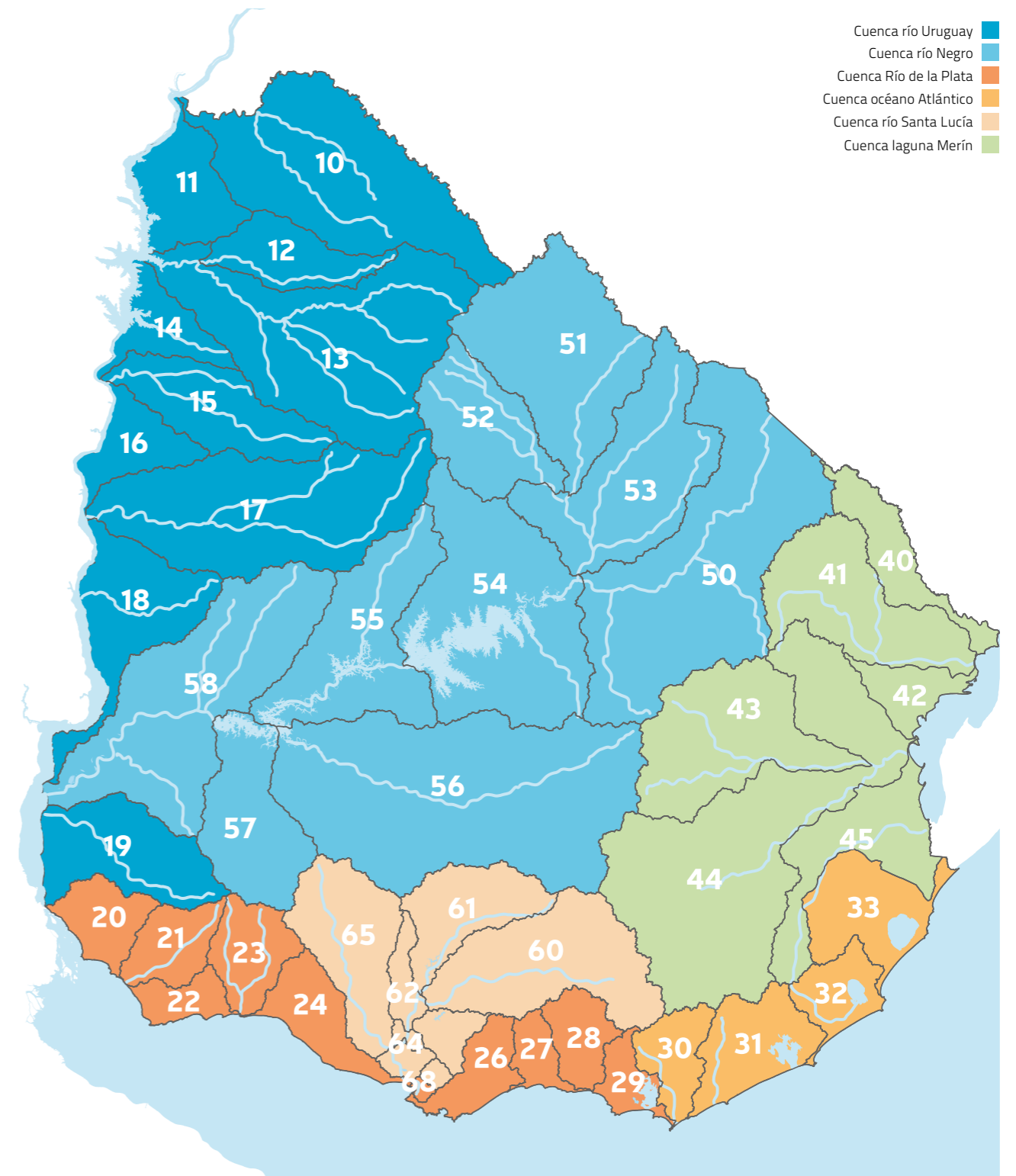


Figura 5.1.1 | Cuenca del Plata

Figura 5.2 | Mapa de red hidrográfica y cuencas principales



Figura 5.3 | Cuencas y subcuencas



Codificación	Cuenca hidrográfica	Área (*) (km²)
<b>Región hidrográfica del Río Uruguay</b>		<b>113.608</b>
<b>1 Río Uruguay</b>		<b>45.391</b>
10	Río Cuareim	8.228
11	Río Uruguay entre río Cuareim y río Arapey Grande	2.586
12	Río Arapey Chico	2.155
13	Río Arapey Grande (excepto río Arapey Chico)	9.711
14	Río Uruguay entre río Arapey Grande y río Daymán	1.633
15	Río Daymán	3.420
16	Río Uruguay entre río Daymán y río Queguay Grande	1.717
17	Río Queguay Grande	8.560
18	Río Uruguay entre río Queguay Grande y río Negro	3.740
19	Río Uruguay entre río Negro y Río de la Plata	3.642
<b>5 Río Negro</b>		<b>68.216</b>
50	Río Negro entre nacientes y río Tacuarembó	11.420
51	Río Tacuarembó entre nacientes y Ao. Tacuarembó Chico	6.804
52	Ao. Tacuarembó Chico	3.494
53	Río Tacuarembó entre Ao. Tacuarembó Chico y río Negro	5.975
54	Río Negro entre río Tacuarembó y Rincón del Bonete	8.848
55	Río Negro entre Rincón del Bonete y río Yí	5.491
56	Río Yí	13.730
57	Río Negro entre río Yí y Rincón de Palmar	3.800
58	Río Negro entre Rincón de Palmar y río Uruguay	8.655
<b>Región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo</b>		<b>34.899</b>
<b>2 Río de la Plata</b>		<b>12.143</b>
20	Río de la Plata entre río Uruguay y río San Juan	1.522
21	Río San Juan	1.572
22	Río de la Plata entre río San Juan y río Rosario	926
23	Río Rosario	1.851
24	Río de la Plata entre río Rosario y río Santa Lucía	1.851
26	Río de la Plata entre río Santa Lucía y Ao. Pando	1.377
27	Río de la Plata entre Ao. Pando y Ao. Solís Grande	799
28	Ao. Solís Grande	1.338
29	Río de la Plata entre Ao. Solís Grande y Punta del Este	907
<b>3 Océano Atlántico</b>		<b>9.270</b>
30	Océano Atlántico entre Punta del Este y Ao. Maldonado	1.493
31	Océano Atlántico entre Ao. Maldonado y laguna de Rocha	2.545
32	Océano Atlántico entre laguna de Rocha y Ao. Valizas	1.479
33	Océano Atlántico entre Ao. Valizas y Ao. del Chuy	3.752
<b>6 Río Santa Lucía</b>		<b>13.487</b>
60	Río Santa Lucía entre nacientes y río Santa Lucía Chico	5.173
61	Río Santa Lucía Chico	2.571
62	Río Santa Lucía entre río Santa Lucía Chico y Ao. Canelón Grande	668
63	Ao. Canelón Grande	724
64	Río Santa Lucía entre Ao. Canelón Grande y río San José	145
65	Río San José	3.571
66	Río Santa Lucía entre río San José y Ao. Colorado	369
67	Ao. Colorado	165
68	Río Santa Lucía entre Ao. Colorado y Río de la Plata	100
<b>Región hidrográfica de Laguna Merín</b>		<b>27.893</b>
<b>4 Laguna Merín</b>		<b>27.893</b>
40	Laguna Merín entre río Yaguarón y río Tacuarí	1.969
41	Río Tacuarí	4.682
42	Laguna Merín entre río Tacuarí y río Cebollatí	1.221
43	Río Olimar Grande	5.307
44	Río Cebollatí (excepto río Olimar Grande)	12.111
45	Laguna Merín entre río Cebollatí y Ao. San Miguel	2.603
46	Laguna Merín (tramo limítrofe)	
47	Laguna Merín (BR)	

(\*) En territorio uruguayo (o zona contestada)

Tabla 5.1 | Codificación de cuencas hidrográficas de Nivel 1 y 2

## 5.2.2 | Balance hídrico superficial

Con la información hidrometeorológica generada por los institutos nacionales correspondientes se ha desarrollado un modelo de balance hídrico superficial de paso mensual basado en el modelo de Témez. El cual opera realizando balances de humedad entre los distintos procesos de transporte de agua que tienen lugar en un sistema durante las diferentes fases del ciclo hidrológico. Todo el proceso está gobernado por el principio de continuidad y de balance de masas, y regulado por leyes específicas de reparto y transferencia entre los distintos términos del balance. El esquema del modelo se indica en la figura 5.4.

**Balance hídrico** | Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de dicha cuenca o masa de agua.

**Evapotranspiración potencial (ETP)** | Cantidad máxima de agua que podría evaporarse en un clima dado por una cubierta vegetal continua y bien alimentada de agua; de manera que incluye la evaporación del suelo y la transpiración vegetal en una región determinada y en un intervalo de tiempo dado, expresada como altura de agua.

**Evapotranspiración real (ETR)** | Cantidad de agua evaporada y transpirada desde el suelo y la cubierta vegetal.

Para la realización de este balance se utilizaron series mensuales en base a datos de precipitación del período de 1981 a 2012 (INUMET, INIA), evapotranspiración potencial Penman (INIA) y escurrimientos restituidos a régimen natural, considerando las detracciones producidas por los usos registrados para acrecentar los caudales medidos en la red de estaciones aforadas (DINAGUA). Se utilizó también la caracterización de suelos (agua disponible) desarrollada por el MGAP<sup>57</sup> para la estimación de alguno de los parámetros de calibración del modelo.

57 | J.H. Molino; A. Califra., Agua Disponible de las Tierras del Uruguay, Segunda Aproximación. División Suelos y Aguas, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Mayo, 2001.

Luego de ajustado el modelo, el resultado principal es una serie mensual de escurrimiento calculada para cada subcuenca en respuesta a las series observadas de precipitación y evapotranspiración. En promedios de largo período, la escurrimiento E es la diferencia entre la precipitación P y la evapotranspiración real ETR, a menos de un término de ajuste del modelo que da cuenta de los errores acumulados por aproximación o por factores secundarios no considerados.

En el balance hídrico, el cociente del volumen de escurrimiento sobre la precipitación es el Coeficiente de Escurrimiento,  $C = E / P$ . En términos medios, el escurrimiento anual a nivel nacional es el 34 % del volumen de precipitación.

La escurrimiento media anual resultante del modelo de balance hídrico para todo el país equivale a 77.400 hm<sup>3</sup>.

La figura 5.5 es la representación mensual de los ciclos anuales medios. El valor medio de escurrimiento anual es de 13,9 l/s-km<sup>2</sup>, que equivalen a 440 mm/año (37 mm/mes).

Se diferencia claramente un período con caudales medios iguales o superiores al promedio general de abril a noviembre y un período con caudales medios inferiores al promedio de diciembre a marzo.

La aportación media de los meses "secos" representa prácticamente el 20 % de la aportación media anual, lo que expresa en términos promediales una relativa abundancia aún en las estaciones de menor escurrimiento.

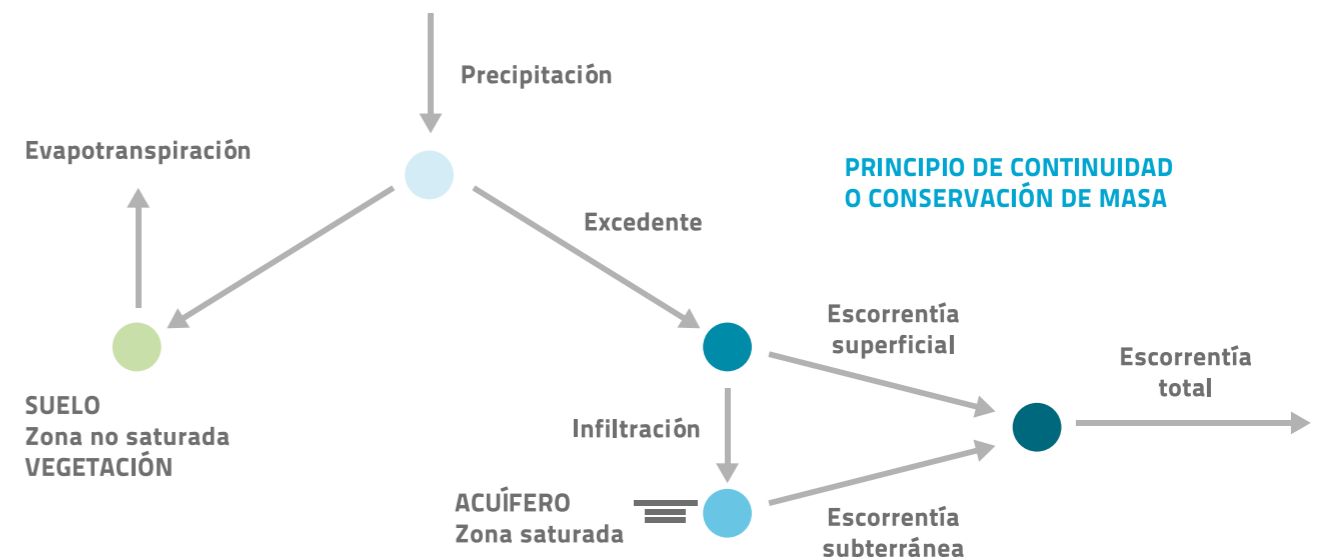


Figura 5.4 | Esquema del modelo de Témez



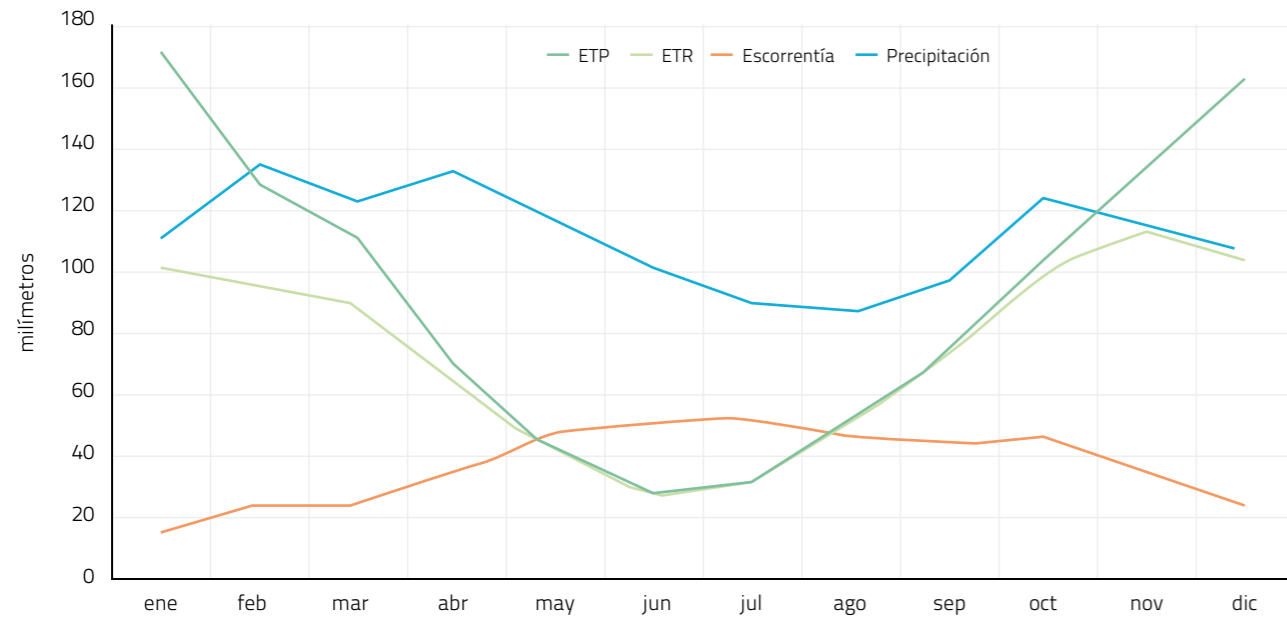


Figura 5.5 | Distribución mensual de Precipitación, ETP, ETR y Escorrentía (mm) | Fuente DINAGUA/INYPISA. Datos período 1987 a 2012

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Precipitación (mm)</b>	106,9	132,5	119,9	130,0	114,8	98,7	88,7	86,0	95,8	121,5	111,9	104,2	1.310,7
<b>ETP (mm)</b>	167,5	125,5	109,2	65,9	41,0	27,2	31,5	49,7	70,7	103,5	132,9	160,5	1.085,2
<b>ETR (mm)</b>	99,9	92,3	88,7	61,1	39,6	26,8	31,4	49,6	70,0	99,5	111,1	101,2	871,3
<b>Escorrentía (mm)</b>	15,2	24,3	24,4	35,2	46,5	50,1	52,1	45,5	42,5	45,8	34,4	23,3	439,2
<b>Aportación (m³/s)</b>	1.004,0	1.774,6	1.605,1	2.395,4	3.059,7	3.406,7	3.433,5	2.995,9	2.892,7	3.014,7	2.338,0	1.532,1	29.479,2
<b>Q específico (l/s-km²)</b>	5,7	10,1	9,1	13,6	17,3	19,3	19,5	17,0	16,4	17,1	13,3	8,7	166,8
<b>Aportación total (hm³)</b>	2.689,1	4.293,2	4.299,0	6.208,9	8.195,2	8.830,1	9.196,3	8.024,1	7.498,0	8.074,5	6.060,2	4.103,5	77.472,1

Tabla 5.2 | Resumen del balance hídrico. Fuente: DINAGUA/INYPISA

Los resultados del balance también se pueden representar a nivel de cada subcuenca. Las figura 5.6 muestran la distribución geográfica de P, ETR y E por subcuencas de Nivel 2.

La escorrentía media anual resultante del modelo de balance hídrico para todo el país equivale a 77.400 hm³. La escorrentía tiene un gradiente incremental oeste-este coincidiendo con la topografía conforme figura 5.6.

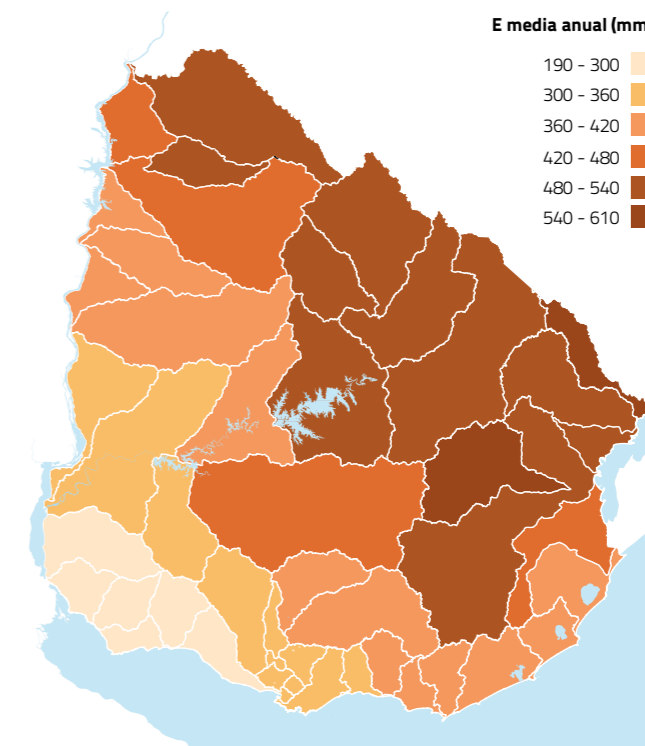
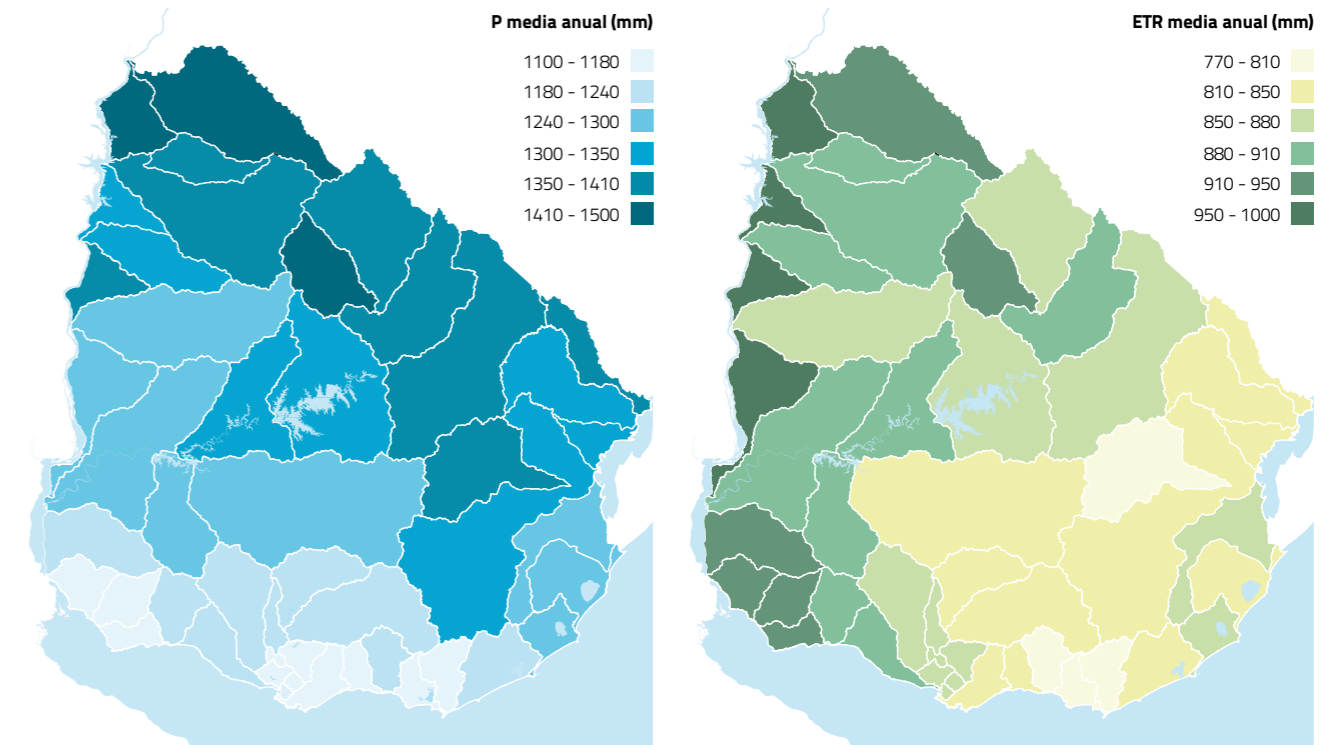


Figura 5.6 | Precipitación media anual (P), evapotranspiración (ETR) y escurrimiento (E) en mm por cuenca Nivel 2 Fuente: DINAGUA/INYPISA



## Variación interanual

La variación interanual de los caudales en largos períodos, es decir, los desvíos registrados cada año en relación a los respectivos promedios, se esquematiza en los gráficos siguientes. En la tabla 12 se indica la evolución de los desvíos positivos y negativos de los promedios anuales entre 1980 y 2015 respecto a los correspondientes promedios del período de referencia 1980-2010. De esta manera se puede visualizar la sucesión de rachas de años "secos" y "húmedos" en cada estación y por región.

Como complemento al cuadro anterior, en la figura 5.8 se muestra la evolución de un indicador de tendencia calculado cada año como la diferencia entre la cuenta de desvíos positivos y negativos dividida entre el total de estaciones con datos:

$$I = (\sum \text{desv. positivos} - \sum \text{desv. negativos}) / (\sum \text{estaciones con datos})$$

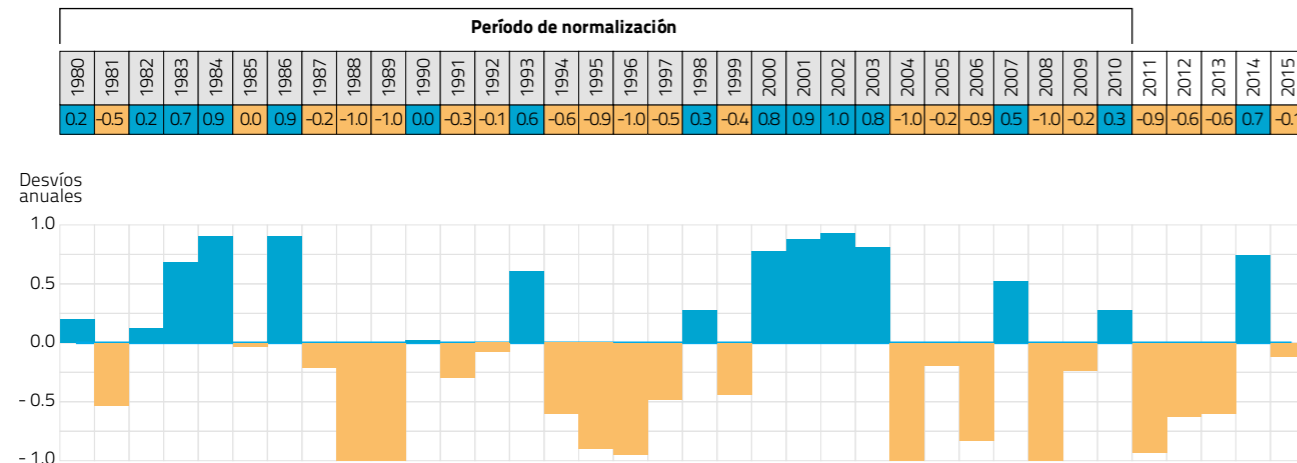


Tabla 5.4 | Tendencia de los desvíos anuales respecto a promedios (período 1980-2010, todo el país)

Para el período de referencia estadística 1980-2010 los años con tendencia positiva suman 5.15 mientras que los de tendencia negativa suman 17. Esto quiere decir que para un año cualquiera la probabilidad de tener el caudal medio es inferior al 50 %. Esta condición tiene tendencia a ocurrir no aisladamente sino en rachas alternadas de años secos y húmedos.

La expresión estadística más usual para describir la variabilidad intraestacional es la curva de frecuencias diarias. Por ejemplo, el valor correspondiente a una frecuencia de 50 % ha sido superado o igualado la mitad del tiempo total de observaciones.

Este cálculo puede realizarse tanto para períodos continuos o estacionales (por ejemplo, solo los días de diciembre a marzo) para cualquier serie completa de registros que sea de interés o para un año en particular. A continuación se comentan resultados del análisis de frecuencias estacionales de verano (diciembre a marzo) observadas en el período de referencia 1980-2010.

A partir de la serie de caudales medios diarios medidos se construye la curva de frecuencia de caudales específicos medios estacionales. Esta curva tiene en ordenadas el valor del caudal específico (l/s/km<sup>2</sup>) y en abscisas la frecuencia de ocurrencia (%). Se utilizan curvas estacionales para el período de verano (diciembre-marzo).

En prácticamente la totalidad de las estaciones estudiadas los caudales específicos de frecuencia 80 % en verano, q(80%d\_verano), no superan el valor 0,8 l/s/km<sup>2</sup> con un promedio general de 0,4 l/s/km<sup>2</sup>. En relación con los respectivos caudales medios anuales, qANUAL, esos valores se ubican promedialmente en un 3 % y como máximo 6,5 %, en el 90 % de los casos es inferior al 5 % del caudal medio anual respectivo (figura 5.8).

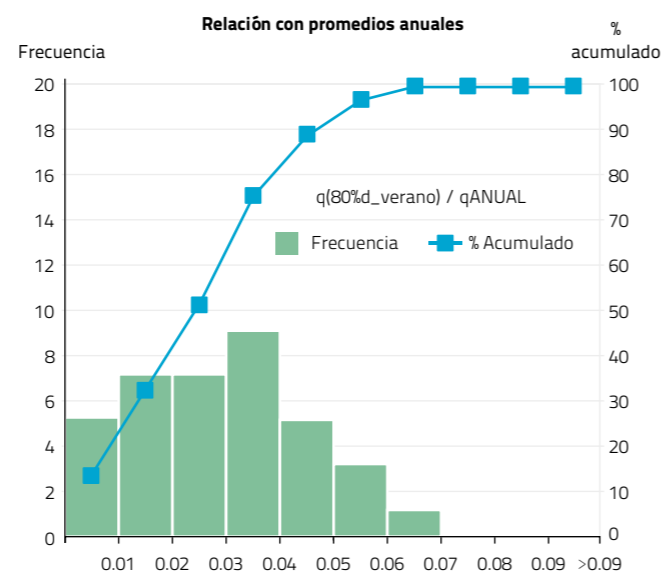


Figura 5.8 | Frecuencias relativas (número de casos) y acumulada (%) de la relación observada entre q(80%d\_verano) y qANUAL

Las frecuencias acumuladas no tienen en cuenta la secuencia o duración de cada evento, es decir, el valor correspondiente a una frecuencia dada puede presentarse tanto concentrado en días consecutivos o regularmente distribuidos en todo el período en consideración.

La utilización de promedios móviles (por ejemplo 7, 15 o 30 días consecutivos) permite incluir en el análisis la secuencia y duración de los eventos y la amortiguación de fluctuaciones de corto período. Analizando los mínimos promedios móviles de cada año se puede estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos de determinadas duraciones. El parámetro estadístico q(N, Tr) representa el mínimo caudal específico promedio de N días corridos con período de retorno Tr.

A modo de ejemplo en figura 5.9 se muestran los valores calculados de q(N, Tr) para la estación del río Santa Lucía en ruta 5 (Paso Pache).

Cuenca: río Santa Lucía  
Curso: río Santa Lucía

Estación: 59.1  
Nombre: Paso Pache (R.5 Nueva)

Área: 4.916 km<sup>2</sup>  
Cód. Cuenca: 608

q (N,T)	T				Promedio de mínimos	Mínimo en el período	Años con datos
	1.25	2	5	10			
N	1	0.694	0.340	0.159	0.467	0.049	27
	7	0.795	0.385	0.188	0.547	0.095	27
	15	0.993	0.473	0.233	0.692	0.109	27
	30	1.012	0.550	0.294	0.698	0.155	25
	60	1.911	1.002	0.505	1.307	0.181	25
	120	3.769	2.247	1.227	2.579	0.548	21

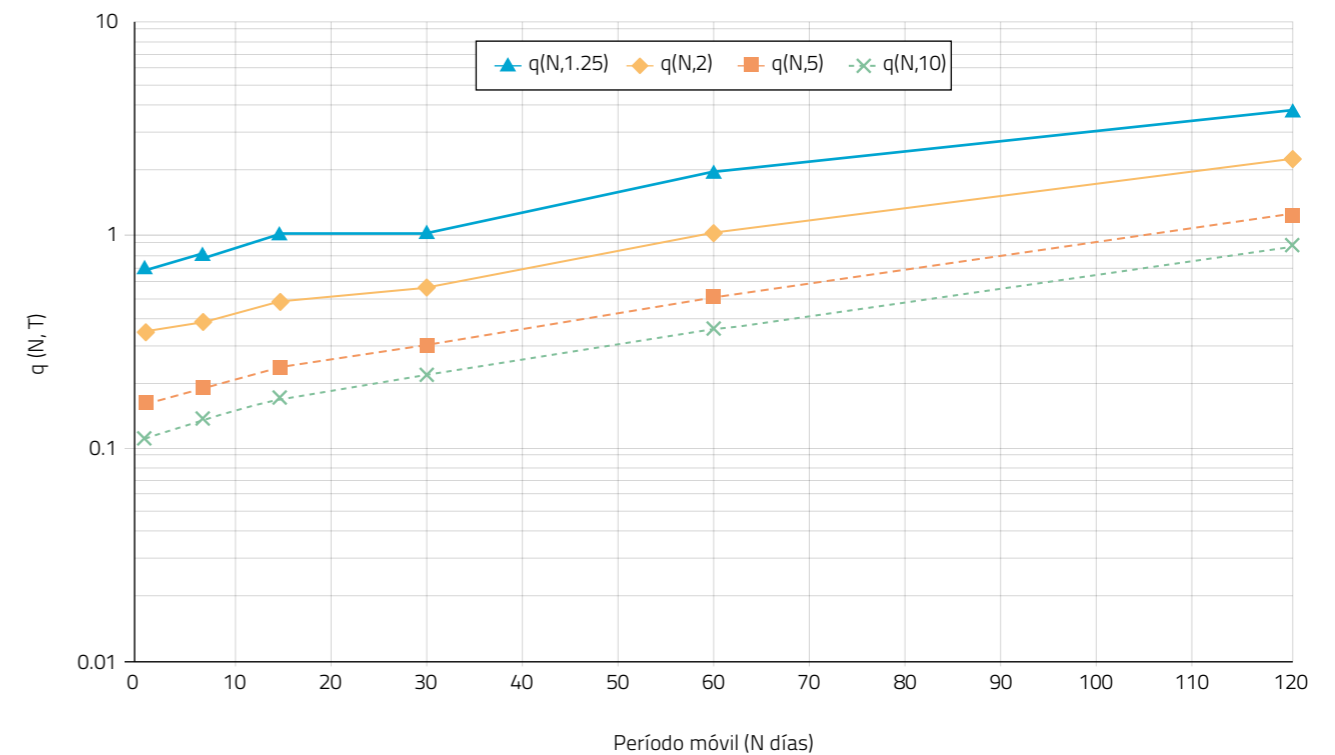


Figura 5.9 | Caudales mínimos específicos en N días consecutivos con período de retorno T años Estación N° 59,1-Paso Pache-Río Santa Lucía (1980 - 2010)

Evaluando distintas relaciones entre los estadísticos de una misma estación se observa que el caudal correspondiente al 80% de frecuencia diaria tiene correlaciones de bastante buena aproximación con varios otros parámetros estadísticos de distintas duraciones y períodos de retorno. En consecuencia, puede tomarse razonablemente como un descriptor de distintas condiciones de "estiaje". La figura 5.10 muestra la correlación entre los caudales específicos de 80 % en verano y los correspondientes a  $q(60, 5)$  y  $q(60, 10)$ .

### Pautas para regionalización y extrapolación de datos

En base a lo expresado anteriormente, la extrapolación de los parámetros estadísticos referidos a eventos interestacionales (menos de 60 días) a cuencas no aforadas es más compleja que para estadísticas anuales e interanuales.

Una síntesis de los datos disponibles se representa en la figura 5.11 donde se grafica para cada frecuencia un promedio ponderado de los caudales específicos de verano determinados para todas las estaciones evaluadas. Se agrega además una banda con los valores respectivos del 50 % de la desviación estándar a cada lado por cada valor de frecuencia. El valor correspondiente a la frecuencia 80 % es  $0,41 \text{ l/s/km}^2$ , con la banda definida entre  $0,29$  y  $0,53 \text{ l/s/km}^2$  que abarca todas las variaciones climáticas y de tipos de suelo de todo el país.

### 5.2.4 | Disponibilidad de los recursos hídricos superficiales

La estimación de los volúmenes y caudales disponibles para su aprovechamiento implica una valoración estadística de la seguridad de suministro o del riesgo de falla admisible. En algunos casos el aprovechamiento cuenta con alguna capacidad de reserva intermedia o regulación que permite acumular en períodos de excedentes el volumen de agua que falte durante los períodos de escasez. El riesgo de falla en un año cualquiera está asociado a la capacidad de regulación de las obras de aprovechamiento. El término "disponibilidad" es utilizado como resultado de la aplicación de criterios de restricción sobre valores estadísticos de los flujos medidos en las cuencas estudiadas y sobre la operación de las infraestructuras existentes.

En base a la estadística hidrológica presentada anteriormente, en cada oficina regional de DINAGUA se han adoptado valores de referencia para los caudales específicos de verano de los cursos de agua en su jurisdicción, en un rango que por lo general se encuentra entre  $0,4$  y  $0,6 \text{ l/s/km}^2$ . En base a estos valores se puede clasificar la "disponibilidad" de los cursos de agua principales según se encuentren más o menos cerca de dichos límites. (Figura 5.12)

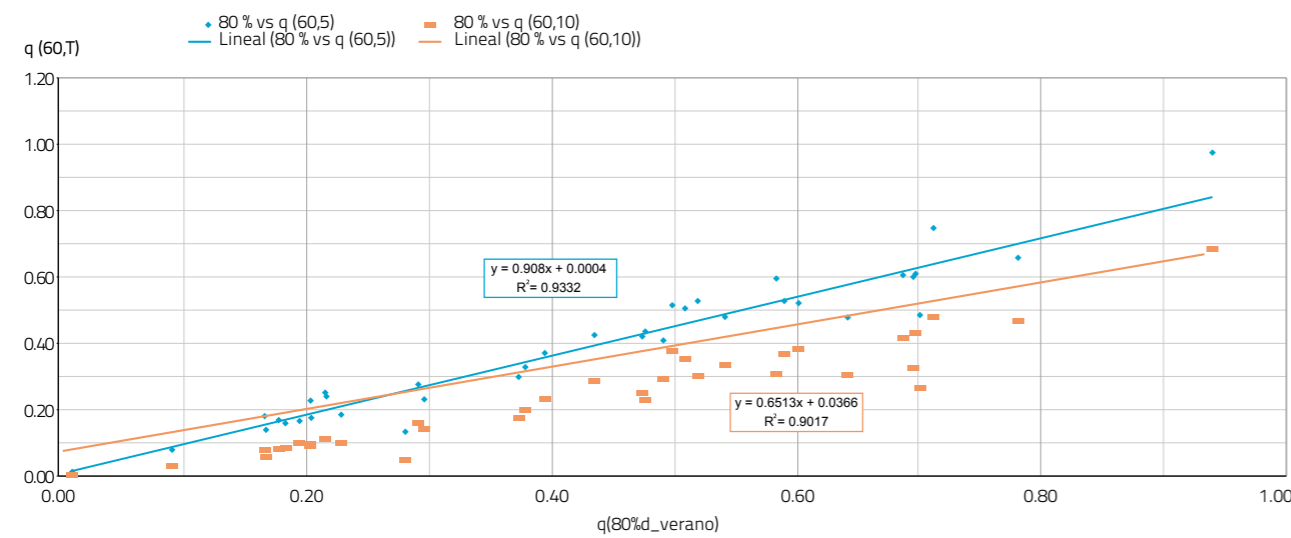


Figura 5.10 | Correlación observada entre  $q(80\%d\_verano)$ ,  $q(60,5)$  y  $q(60,10)$

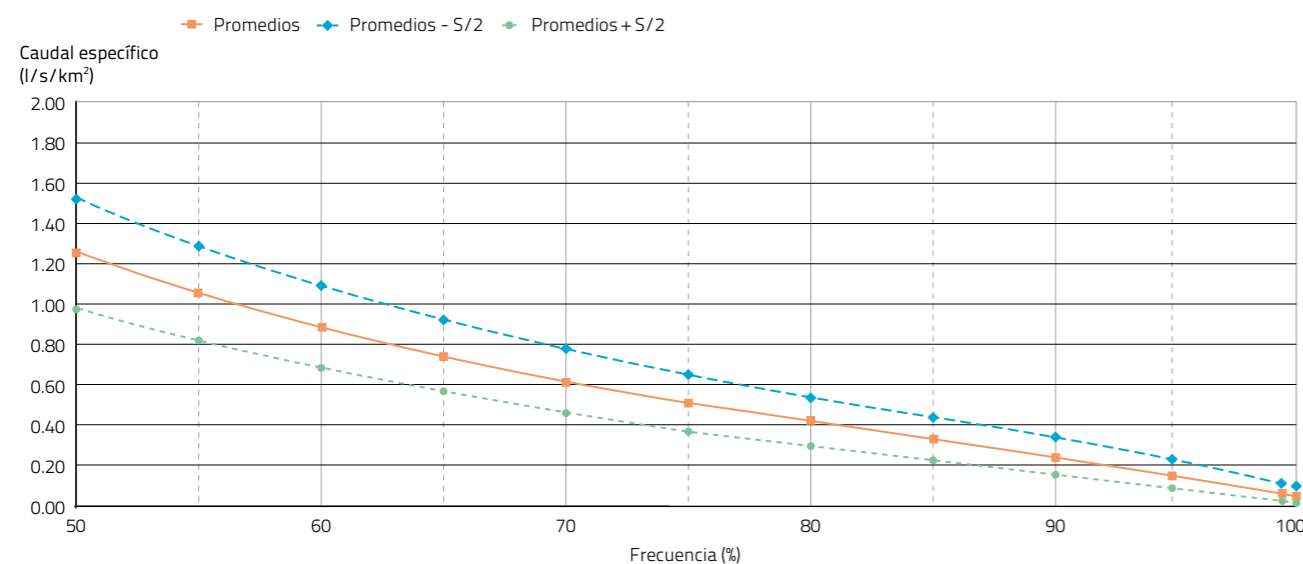


Figura 5.11 | Resumen de frecuencias diarias de caudal específico (diciembre-marzo) de todas las estaciones evaluadas, calculado como promedios ponderados por área

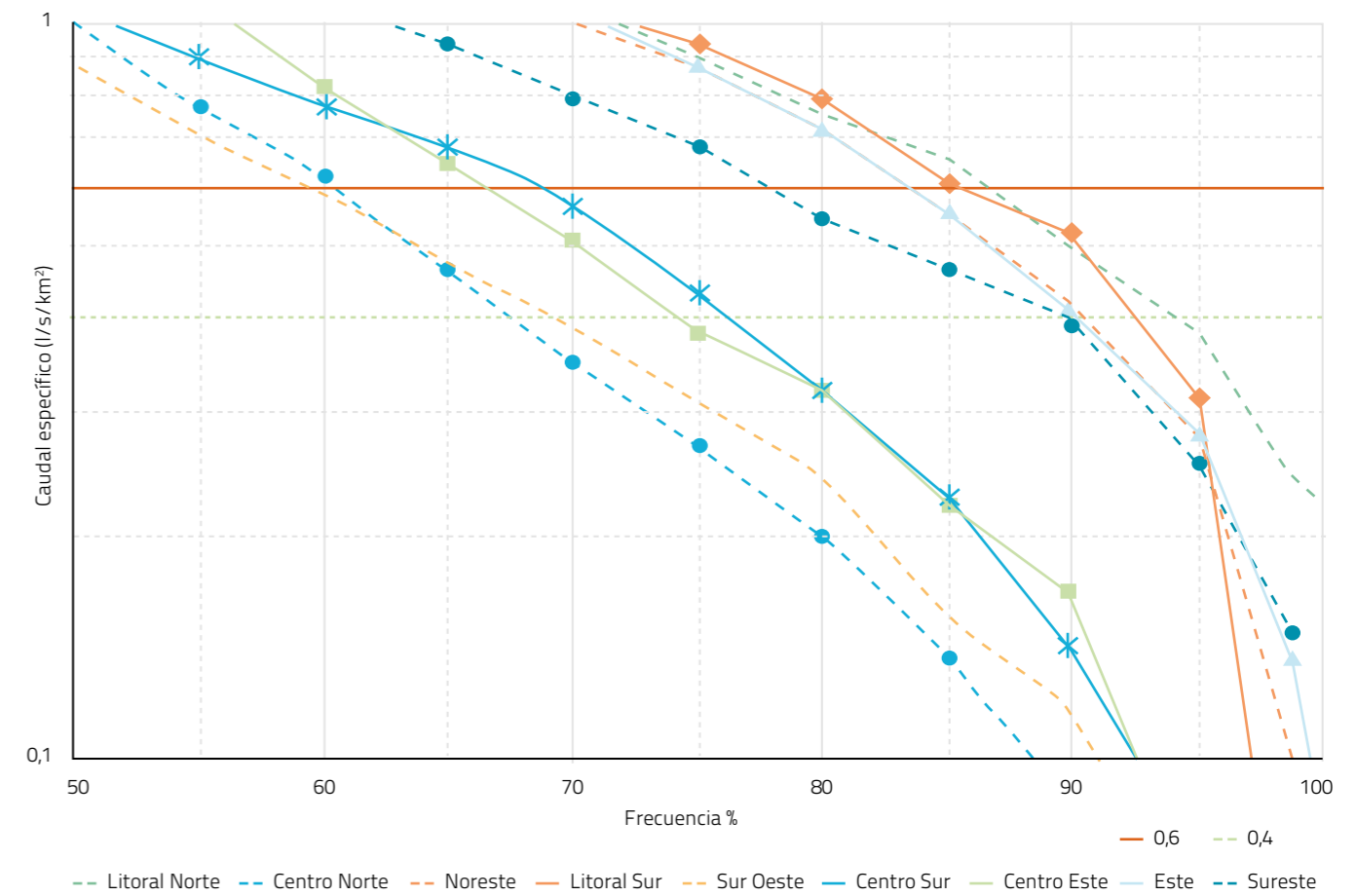


Figura 5.12 | Caudales específicos. Regiones: Litoral Norte, Centro Norte, Noreste, Litoral Sur, Centro Este, Este, Sureste. Fuente: DINAGUA

En función de los caudales específicos y el grado de afectación del recurso superficial mediante tomas de extracción directa en los cursos que conforman la red de drenaje principal se clasifican las zonas con diferentes grados de disponibilidad en los puntos de cierre de subcuencas. La clasificación mostrada en la figura 5.13 es válida para los cursos principales y no necesariamente para los afluentes menores, donde deben hacerse estimaciones similares con más detalle. Por otra parte, en algunas subcuencas rigen otros criterios restrictivos adicionales, como por ejemplo en la cuenca alta de las represas hidroeléctricas del río Negro.

**Disponibilidad alta** | Zonas bajo Influencia de la laguna Merín, río Uruguay y tramo inicial del Río de la Plata, donde no se aplican valores limitantes de referencia.

**Disponibilidad media** | Zonas donde aún no se constata una alta competitividad por el uso del agua.

**Disponibilidad baja** | Zonas donde existe alta competitividad por el uso del agua, incluso es frecuente denegar solicitudes de derechos de uso.

**Disponibilidad baja, acotada por UTE** | Cuenca del Río Negro, arriba de represas hidroeléctricas. Caudal máximo acumulado anual 16.850 l/s.

**Disponibilidad baja y condicionada por OSE** | Cuenca del Río Santa Lucía, arriba de Aguas Corrientes, se requiere importante volumen y caudal para uso a poblaciones.

**Intrusión salina** | Zonas costeras del Río de la Plata (tramos medio y final), océano Atlántico y lagunas con conexión al océano.

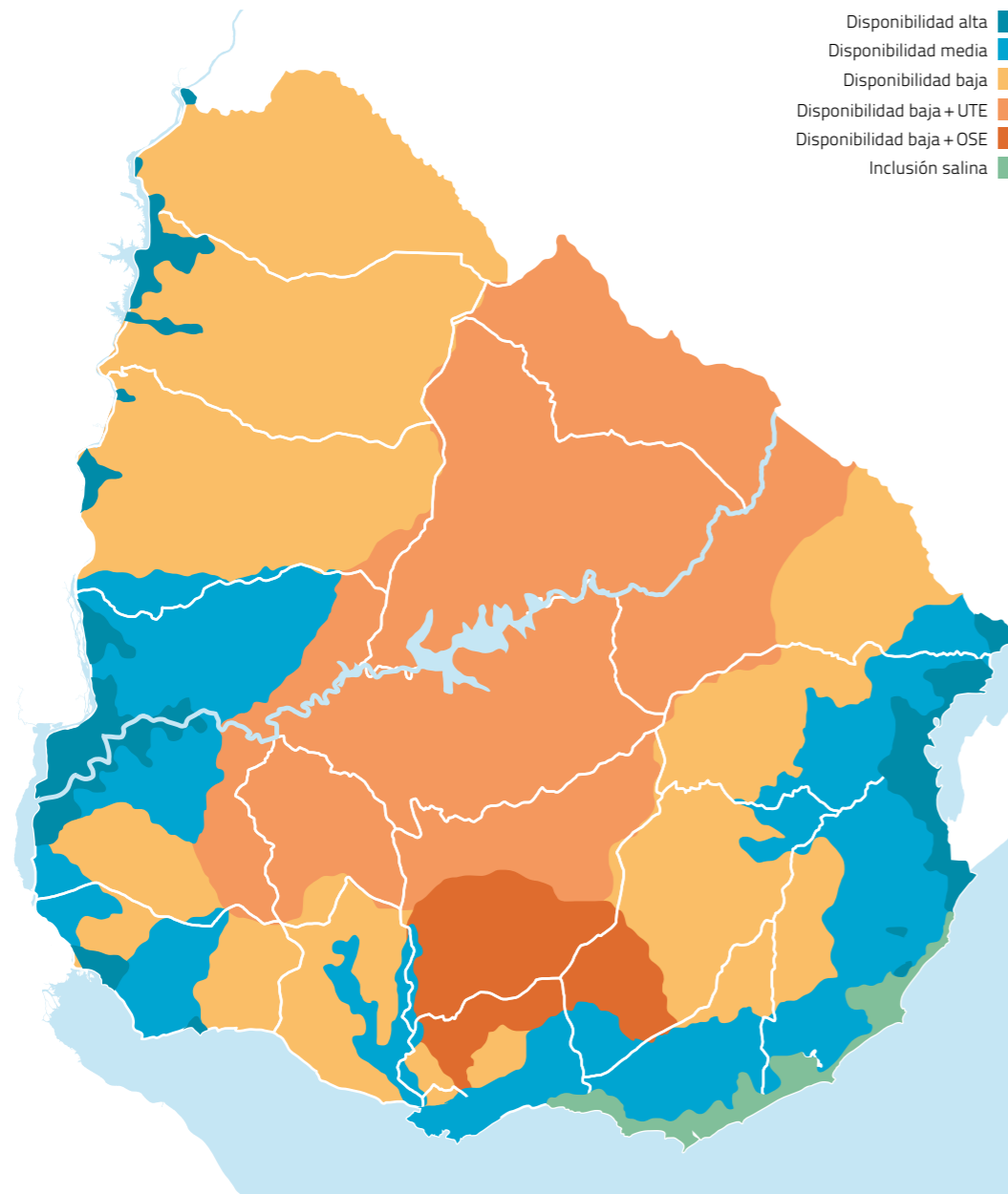


Figura 5.13 | Representación esquemática del grado de afectación de los cursos principales respecto a los caudales disponibles

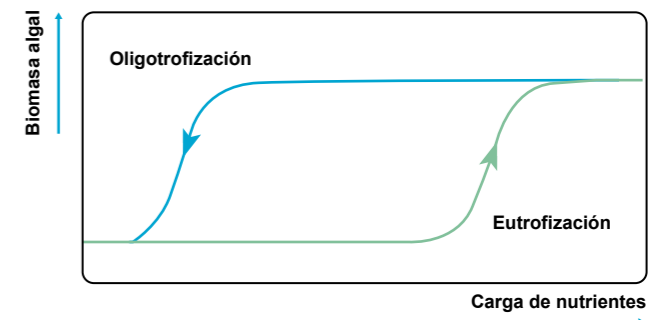
## 5.2.5 | Calidad del agua superficial

La cantidad y la calidad del agua son dos conceptos íntimamente relacionados e interdependientes. Tal como se expresa en la Política Nacional de Aguas, la gestión integrada de los recursos hídricos requiere articular cantidad y calidad de agua e incluir aspectos sociales, económicos y ambientales, como forma de asegurar su uso sustentable a largo plazo.

La calidad de las aguas depende de factores naturales y de la acción humana. Para la determinación de la calidad se comparan las características físicas, químicas y biológicas del agua con estándares o valores de referencia que responden a cierto objetivo o niveles de toxicidad científicamente aceptables. Procesos naturales como erosión, evapotranspiración, sedimentación, lixiviación y procesos biológicos en el medio acuático se ven alterados por las actividades humanas en el territorio.

Entre las principales causas del deterioro de la calidad del agua está la contaminación, entendida como la presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales, por ejemplo de microorganismos, nutrientes, metales pesados, sustancias orgánicas, aceites, sedimentos, así como alteraciones de parámetros físicos. Existen fuentes puntuales como efluentes domésticos, industriales, agroindustriales, lixiviado de basura, descarga concentrada de aguas pluviales y fuentes difusas que se dan por erosión del suelo y por escorrentía superficial, que arrastra o disuelve compuestos agroquímicos derivados del uso y manejo del suelo o de escurrimientos en áreas urbanas. Asimismo, la calidad del agua se ve afectada por los usos del agua, como las extracciones, la infraestructura hidráulica y el manejo que se le da a los aprovechamientos. Sumado a esto, la calidad también presenta variaciones en función de los regímenes de escorrentía, altamente variables en todas las cuencas, del efecto del cambio climático y de procesos naturales.

Uno de los principales problemas de calidad de agua es la eutrofización, proceso que presentan algunos sistemas acuáticos dado por el aumento de aporte de nutrientes desde la cuenca de drenaje, que se manifiesta en una intensa proliferación y acumulación excesiva de plantas acuáticas, microalgas y cianobacterias (Ryding y Rast, 1992).



### Eutrofización

Se define como estado trófico de un sistema acuático a la relación entre la concentración de nutrientes y el nivel de productividad primaria en que se encuentra. Se pueden distinguir:<sup>59</sup>

#### Oligotrofia

Baja concentración de nutrientes y productividad biológica.

#### Mesotrofia

Niveles intermedios de nutrientes y productividad.

#### Eutrofia

Elevada concentración de nutrientes y alta productividad.

En el informe Análisis de Calidad de Agua (Kruk *et al*, 2003) se resume información del grado de eutrofización de diferentes cuerpos de agua dulce (embalses, lagos artificiales, lagos naturales, lagos naturales modificados, lagunas costeras y ríos), tomando información de más de 35 investigaciones y monitoreos publicados desde el año 2007 al 2011. Los resultados del análisis (de la concentración de fósforo total, nitrógeno total y clorofila a) muestra que la mayoría de los diferentes cuerpos de agua se encuentran por encima del límite por el cual se les considera como eutróficos, indicando un deterioro de su calidad. Asimismo, se menciona que existe un aumento continuado de la eutrofización en la mayoría de los ecosistemas acuáticos que ya estaban deteriorados, siendo pocos los casos que han sufrido mejoras. En particular, la ocurrencia de floraciones de cianobacterias se ha registrado desde 1982 en diversos ecosistemas eutróficos, principalmente en verano, y se ha transformado en un fenómeno cada vez más frecuente en diversos cuerpos de agua incluyendo lagunas naturales y lagos artificiales de todo el país.<sup>60</sup>

59 | Olem y Flock, 1190.

60 | Conde, D. *Eutrofización, cambio climático y cianobacterias. Cianobacterias. Manual para Identificación y Monitoreo*. S. Bonilla Eds. Montevideo: UNESCO, 2009.

## NORMATIVA DE CALIDAD DE AGUA

Para prevenir la contaminación de las aguas, en el año 1979 se aprueba el Decreto N°253, en aplicación de lo establecido en el Código de Aguas. Este decreto y sus modificaciones contiene disposiciones para:

- La clasificación de los cuerpos o cursos de agua según sus usos preponderantes.
- Los estándares de calidad para cada uno de los usos definidos.
- Los estándares para vertidos de efluentes en alcantarillado público, cursos de agua o infiltración en el terreno. Todos los estándares fijan concentraciones para diferentes parámetros físicos, químicos, microbiológicos y condiciones organolépticas.

Conforme el Decreto N°253, los cuerpos de agua se clasifican de la siguiente forma:

### CLASE 1

Aguas destinadas o que puedan ser destinadas al abastecimiento de agua potable a poblaciones con tratamiento convencional.

### CLASE 2

- a. Aguas destinadas al riego de hortalizas o plantas frutícolas u otros cultivos destinados al consumo humano en su forma natural, cuando éstas son usadas a través de sistemas de riego que provocan el mojado del producto.
- b. Aguas destinadas a recreación por contacto directo con el cuerpo humano.

### CLASE 3

Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.

### CLASE 4

Aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma. Todos los cursos del país se encuentran clasificados por defecto en CLASE 3, a partir de la Resolución Ministerial N° 99 del año 2005. La única excepción es la laguna del Sauce, utilizada como fuente de abastecimiento de aguapotable para varias localidades del departamento de Maldonado, clasificada como CLASE 1.

### Revisión de la normativa

Estas disposiciones han sido objeto de una revisión y se está analizando una propuesta técnica que contiene un cambio de enfoque, proponiendo, en lugar de una clasificación de acuerdo al uso del agua, objetivos de calidad para la protección del ecosistema acuático de aplicación a todos los cuerpos de agua del país.

Los objetivos de calidad indican el nivel que se pretende alcanzar y mantener para los cuerpos de agua superficiales, a partir del cual se pautarán los planes, programas y acciones que se desarrollen en torno al control de las fuentes de contaminación de las aguas.

La propuesta prevé además que sin perjuicio del objetivo de calidad previamente establecido, se podrá declarar a cuerpos de agua o zonas de los mismos en categorías de protección especial:

- a. Cuerpos de agua de alta calidad
- b. Aguas para abastecimiento a poblaciones
- c. Zonas de recreación por contacto directo
- d. Cuerpos de agua utilizados para riego de cultivos para el consumo humano
- e. Cuerpos de agua utilizados para acuicultura, cría de peces o mariscos

En estos casos, quien solicite la clasificación deberá proponer objetivos de calidad específicos justificados por un estudio técnico.

Se contempla la implementación de planes de acción cuando se verifiquen resultados muy apartados de los objetivos de calidad establecidos.

La DINAMA realiza en forma sistemática el monitoreo y la evaluación de la calidad de las cuencas del río Uruguay (zona de influencia de UPM), río Cuareim, río Negro, río Santa Lucía y afluentes de la cuenca de la laguna Merín. El objetivo de este monitoreo es construir una línea de base de la calidad de agua de los cursos estratégicos del país y realizar el seguimiento de la calidad para detectar posibles cambios y actuar en consecuencia.

A continuación se resume un análisis de calidad de agua para las cuencas del río Cuareim, río Negro y río Santa Lucía (DINAMA 2014), mostrando los parámetros básicos y su comparación con los requisitos del Decreto N° 253 vigente para las cuencas CLASE 3:

### Oxígeno disuelto (OD): estándar mínimo 5 mg/l

En todas las cuencas se cumple con el estándar mínimo aceptable de OD, con una frecuencia mayor al 90 % de los registros, a excepción de los arroyos Canelón Grande y Canelón Chico en la cuenca del río Santa Lucía. En general se observa una tendencia creciente en la mayoría de los sistemas en los últimos años (2010 al 2013), con excepción del río Negro y el sistema del arroyo Canelón Grande y Chico. No obstante, esta tendencia por sí, no es indicadora de recuperación del sistema sino que debe interpretarse conjuntamente con otros indicadores de estado.

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): estándar máximo 10 mg/l

En general, en todas las cuencas, los valores están por debajo del límite establecido para la categoría 3, excepto en el arroyo Canelón Chico en 2005 y en el río Cuareim en 2009. Los mayores valores de DBO5 indican mayor cantidad de materia orgánica.

### Fósforo total (PT): estándar máximo 0,025 mg/l

En todas las cuencas monitoreadas se excede holgadamente los límites establecidos de fósforo total. En particular en la cuenca del río Santa Lucía se llega a valores superiores a los 2 mg/l en algunos cursos de agua. No se registran tendencias en las diferentes subcuencas ya que los niveles de PT en el agua muestran importantes variaciones interanuales.

### Nitrato (NO3): estándar máximo 10 mg/l

Los valores de nitrato en agua son menores del límite establecido, en todas las cuencas monitoreadas, registrándose un cumplimiento del decreto reglamentario en el 100 % de los muestreos.

### Clorofila a

Mediante la medición de la concentración de este pigmento se obtiene un indicador que expresa la biomasa de cianobacterias y microalgas planctónicas (fitoplancton) presente en el agua. Los valores medios reportados por DINAMA (2014) para los cursos monitoreados indican condiciones mesotróficas (2.5-8 ug/l) según OECD (1982). En algunos casos, en los últimos años, la clorofila a alcanza valores de condiciones eutróficas en el embalse de Paso Severino, en el río Santa Lucía Chico y en los tres embalses y los tramos medio e inferior del río Negro. No hay estándar nacional para esta variable.

### Turbiedad: estándar máximo 50 UNT

La turbiedad o turbidez mide la interferencia en la transmisión de la luz en el agua, debido a la presencia de partículas o moléculas que difunden o absorben la luz. En general, los cursos de agua cumplen con el estándar, con excepciones en los ríos Cuareim y San Salvador y los arroyos Canelón Grande y Canelón Chico. La tendencia de esta variable es al incremento en todos los sistemas analizados desde 2006.

### Coliformes termotolerantes (o fecales)

Estándar máx. 2.000 ufc/100 ml en ninguna de al menos cinco muestras consecutivas y la media geométrica de las mismas deberá ser menor a 1.000 ufc/100 ml.

Los cuerpos de agua monitoreados por DINAMA han presentado valores superiores al estándar en diversas oportunidades. El pro-

grama de monitoreo de playas registra una tendencia a la disminución en la abundancia de coliformes en el Río de la Plata hacia el este. Las áreas de recreación de cuerpos de agua del interior del país, a cargo de las intendencias, están en proceso de incorporación al programa de monitoreo y aún no reportan datos.

### Metales pesados

En general no existen problemas de metales pesados en los cursos de agua del país. En los sitios que previsiblemente podrían estar afectados por metales pesados como la bahía de Montevideo y algunos arroyos urbanos como los de la cuenca baja del río Santa Lucía, los monitoreos de sedimentos indican presencia, pero por debajo de estándares internacionales adoptados como "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life".<sup>61</sup>

### Agroquímicos

La normativa requiere actualización en tipos y estándares de agroquímicos. La mayoría de las estaciones monitoreadas no reporta trazas significativas de los productos más usados. Igualmente, en la cuenca baja del río Santa Lucía se han realizado monitoreos de agroquímicos en agua con resultados positivos para AMPA, atrazina y glifosato, pero con valores significativamente inferiores al estándar (1,8 µg/l atrazina y 65 µg/l glifosato).

### Índices de calidad de agua

Para reflejar la calidad de agua en forma más integral, la DINAMA está desarrollando una aplicación de índices de calidad de agua (tabla 13) en diferentes cuencas.

### IQA-CETESB

Índice de Qualidade das Águas - Brasil desarrollado por la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental de Brasil (CETESB, 2006) que modificó el WQI-NSF. Este índice contempla los siguientes parámetros: oxígeno disuelto (% sat), coliformes termotolerantes, pH, DBO5, temperatura, nitrógeno total, fósforo total, turbidez y sólidos totales.

### ICA-SL

Índice de Calidad de Agua para la cuenca del río Santa Lucía, desarrollado por la Facultad de Ciencias (2008), a partir de información de toda la cuenca del Santa Lucía. Parámetros que contempla: oxígeno disuelto, conductividad, sólidos suspendidos totales, nitrato y fósforo total.

### IET

Índice de Estado Trófico de Lamparelli (2004), basado en rangos de concentración de fósforo total, clorofila a y nitrógeno total en la profundidad de transparencia. Para estas cuencas, el parámetro aplicable fue únicamente el fósforo total.

Se presenta a continuación en forma gráfica los resultados de la aplicación de diferentes índices en el río Santa Lucía, río Negro y río Cuareim.

61 | Fuentes: Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo (Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo). Monitoreo de cromo y plomo en sedimentos del río Santa Lucía: ocho campañas de muestreo realizadas en el periodo 2009-2013. Informe anual 2014 Bahía de Montevideo. Informe año 2010.

## Río Santa Lucía



Figura 5.14 | Imagen de la cuenca del río Santa Lucía con los valores promedio de los años 2009 y 2010 del IQA para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001



Figura 5.15 | Imagen de la cuenca del río Santa Lucía con los valores promedio de los años 2004 a 2010 del ICA para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001



Figura 5.16 | Imagen de la cuenca del río Santa Lucía con los valores promedio de los años 2005 a 2014 del IET para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001

## Río Negro



Figura 5.17 | Imagen de la cuenca del río Negro con los valores promedio de los años 2012 a 2014 del IQA para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001



Figura 5.18 | Imagen de la cuenca del río Negro con los valores promedio de los años 2012 a 2014 del IET para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001

## Río Cuareim

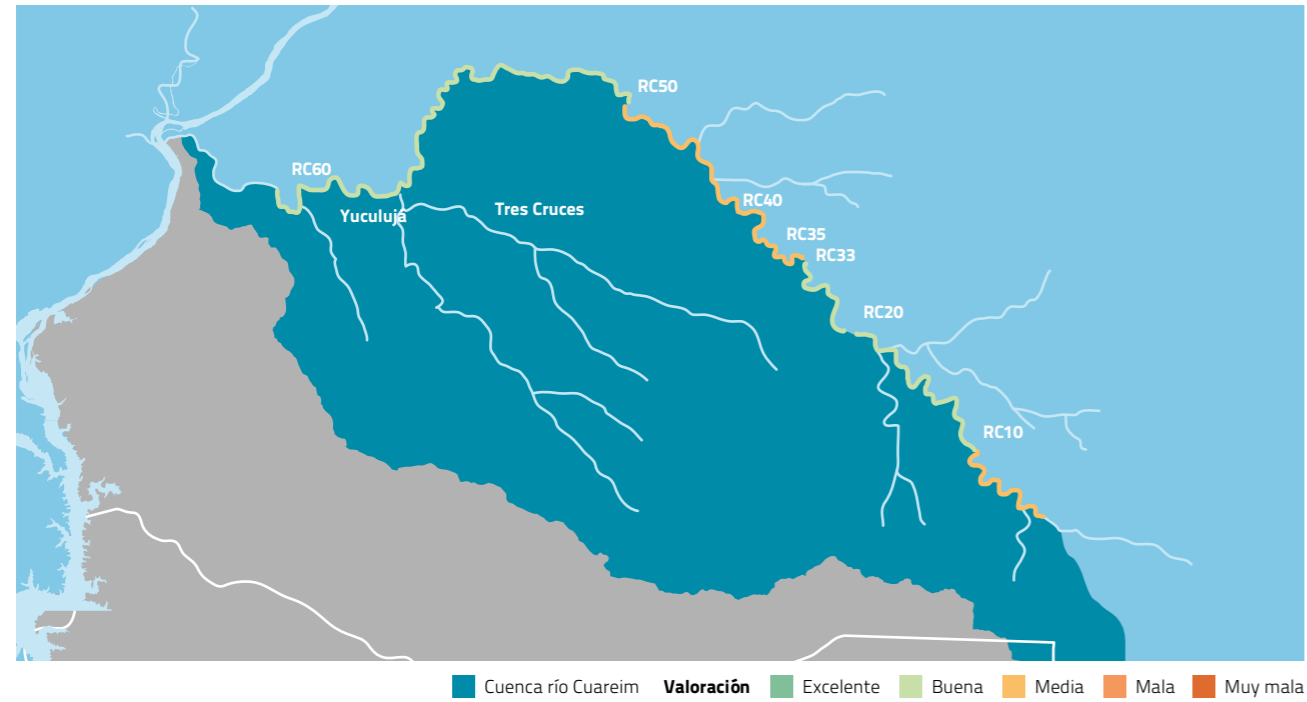


Figura 5.19 | Imagen de la cuenca del río Cuareim con los valores promedio de los años 2012 a 2014 del IQA para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001

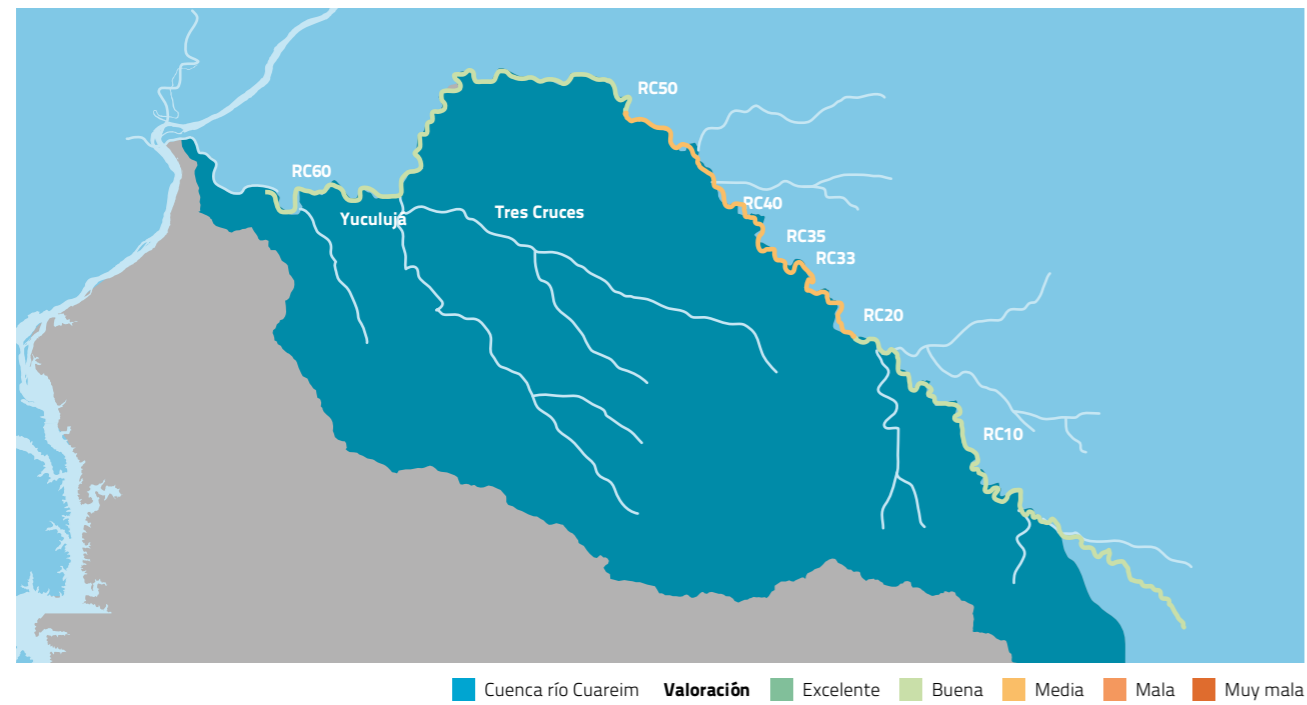


Figura 5.20 | Imagen de la cuenca del río Cuareim con los valores promedio de los años 2012 a 2014 del IET para cada tramo | Fuente: Proyecto PNUD URU/14/001

## Cursos urbanos

La calidad del agua de los arroyos urbanos monitoreados en Montevideo y Canelones como el Pantanoso, Miguelete, Carrasco y Las Piedras se encuentra seriamente afectada. Según indica el Programa de Monitoreo de cuerpos de Agua de Montevideo-Informe Anual 2014<sup>62</sup>, aunque algunos tramos de arroyos mejoraron su nivel de categoría según el Índice Simplificado de Calidad de Agua ISCA, para la mayoría de los parámetros el deterioro es continuo y existe una tendencia al incremento en algunos de ellos.

Se siguen constatando problemas endémicos que perjudican la capacidad autodepuradora de los cursos de agua de Montevideo:

- El uso de los mismos como destino final de la clasificación informal de residuos sólidos
- Vertidos de saneamiento urbano sin tratar provenientes de asentamientos irregulares
- Vertidos industriales con altas cargas de nutrientes

El nivel trófico de todos los cuerpos de agua de Montevideo corresponde a la eutrofia o hipereutrofia, lo cual es preocupante por la preservación del propio curso y porque limita el uso recreativo y de esparcimiento.

Los problemas mencionados anteriormente asociados y/o potenciados por otros cambios ambientales, favorecen las condiciones para la aparición y/o mayor permanencia en el tiempo de las floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas.

62 | Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, Departamento de Desarrollo Ambiental, Intendencia de Montevideo.

## Agua para baños

En la costa se realiza un seguimiento de la balneabilidad de las playas a través de la Red de Monitoreo Costero, integrada por las intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, coordinada por la DINAMA. Se monitorean 45 playas desde la playa de Real de San Carlos (Colonia) hasta la Barra del Chuy (Rocha). Los valores de las variables monitoreadas entre los años 2010-2015 generalmente fueron aceptables según lo establecido en la normativa. Existieron algunas excepciones en coliformes termotolerantes en dos playas de Colonia y se registraron algunos eventos de floraciones en Montevideo y en Canelones, siendo este último departamento el más afectado ya que los eventos persistieron durante la mayor parte del verano 2014-2015. (Figura 5.21)

Recientemente, junto a las intendencias involucradas, se ha incorporado a la Red de Monitoreo Costero la balneabilidad de playas en cursos interiores como las playas de los ríos Santa Lucía, Yí y Uruguay.

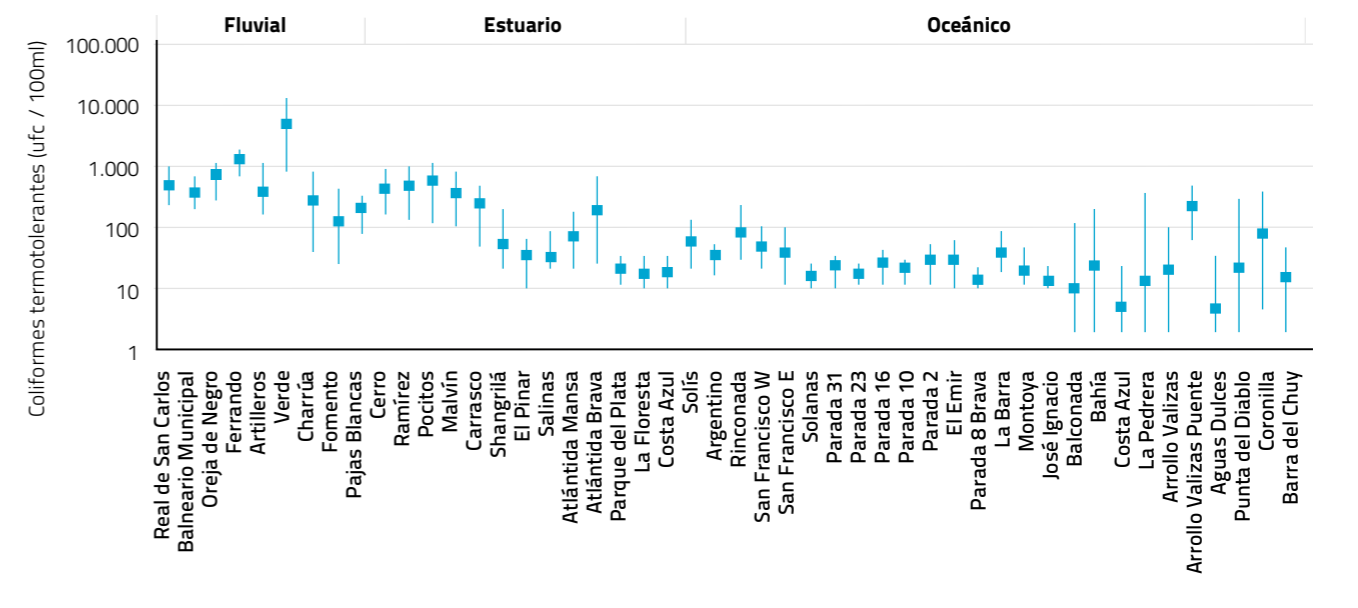


Figura 5.21 | Gradiente espacial de la media geométrica promedio de los coliformes termotolerantes por playa para la temporada de verano

Se observan los promedios anuales con sus respectivos máximos y mínimos

Fuente: Red de Monitoreo Costero Monitoreo de playas, quinquenio 2010-2015 y temporada 2014-2015



## 5.3 | Aguas subterráneas

### 5.3.1 | Los acuíferos

El conocimiento (caracterización y descripción) de los sistemas acuíferos es un requisito previo para la gestión de las aguas subterráneas, las que se distinguen de las aguas superficiales por varios aspectos que influirán en los mecanismos de evaluación y observación.

Los factores más relevantes al respecto son:

- El tipo de sistema acuífero (poroso o fracturado) condiciona el movimiento del agua, en dirección y en velocidad, así como la condición de libre o confinado afectará la vulnerabilidad del sistema. El flujo del agua subterránea será probablemente más rápido, pero variable y difícil de determinar, si se produce a través de rocas intensamente fracturadas. Del mismo modo un sistema acuífero libre será, a priori, más vulnerable que uno confinado. También se pueden mencionar los sistemas multicapa, donde hay más de un nivel acuífero separado por un material menos permeable, en ese caso debe determinarse el tipo de flujo dentro del sistema, para evaluar si existe o no conexión entre dichas capas.
- El movimiento lento de las aguas subterráneas (tiempo de residencia largo) implica que su calidad pueda verse modificada debido a la interacción entre el agua y los materiales del sistema acuífero que la contiene. Del mismo modo, la potencial contaminación que pueda llegar al sistema, podrá perdurar por muchos años y revertir esa situación presenta dificultades técnicas a la vez que es muy costoso en términos económicos.

En función de la zona del sistema acuífero que sea considerada (recarga, tránsito o descarga) la interacción entre el material del acuífero y el agua podrá hacer que las características hidro-geoquímicas sean diferentes, de modo que para poder detectar y evaluar los posibles impactos de las actividades humanas, deberán conocerse los niveles de referencia de la calidad de las aguas subterráneas (línea de base) con sus variaciones espaciales y en profundidad.

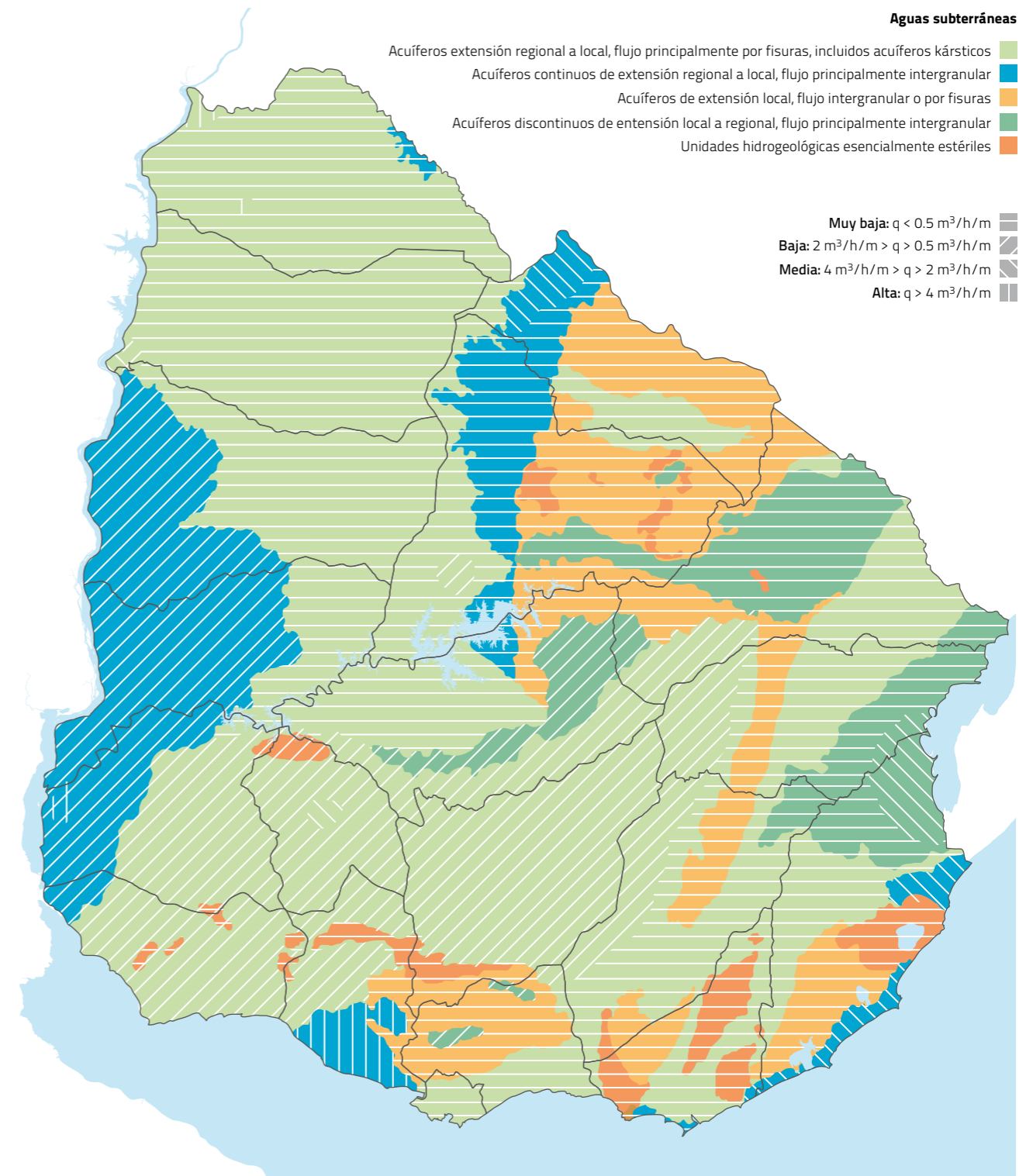
En consecuencia, para caracterizar el agua subterránea se necesita información sobre la geología y la hidrogeología en el área considerada, sobre las condiciones del sistema de flujo del agua subterránea, tales como las respuestas y variaciones, estacionales o a largo plazo, y los cambios en el caudal o en la dirección del flujo ocasionados por actividades humanas. La calidad del agua subterránea es variable en espacio y tiempo, pero a escalas espaciales y temporales distintas de las del agua superficial, y su variabilidad es aún más compleja debido a las interacciones mencionadas anteriormente.

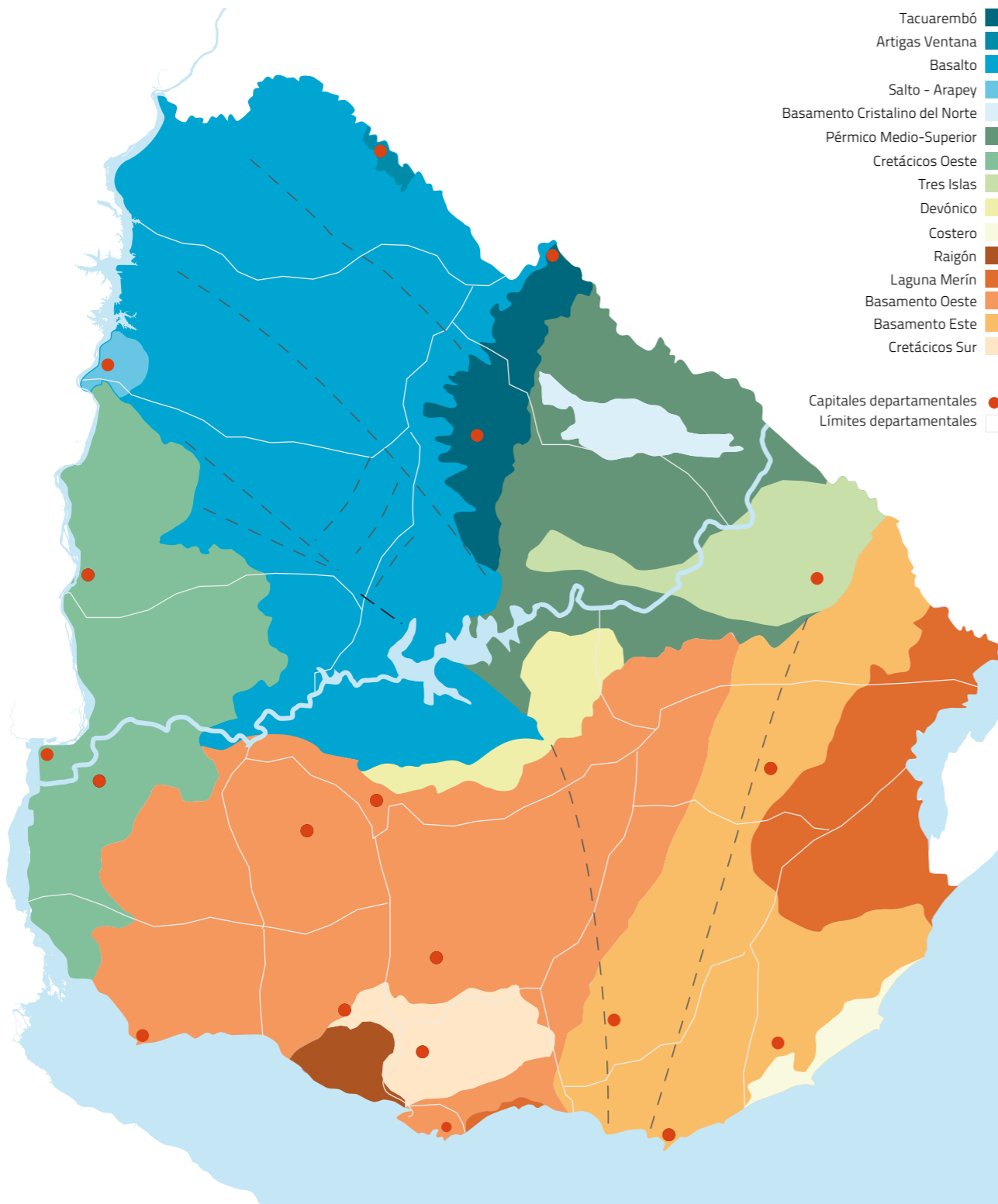
La información específica existente para cada acuífero del Uruguay es muy variada. Algunos sistemas acuíferos (o parte de ellos) han sido objeto de estudio a través de diferentes proyectos, mientras que vastas zonas permanecen muy poco conocidas, ya sea por escaso interés o por la complejidad hidrogeológica de las mismas (sobre todo en acuíferos fisurados).

En la figura 5.22 se presenta el Mapa Hidrogeológico del Uruguay en el que se indican los diferentes tipos de acuíferos y su productividad.

El mapa esquemático de la figura 5.23 muestra los principales sistemas acuíferos del país.

Figura 5.22 | Mapa Hidrogeológico del Uruguay | Fuente: DINAMIGE 2003





### 5.3.2 | Características particulares de cada acuífero

#### Raigón

El acuífero Raigón es un sistema que se desarrolla en un medio sedimentario, situado en el sur del país, en el departamento de San José y ubicado al oeste de Montevideo. Está compuesto por areniscas finas a conglomerádicas, color blanco amarillento. Su ambiente de sedimentación corresponde a fluvial y fluvio-deltaico. Abarca una superficie aproximada de 1.800 km<sup>2</sup>. El sistema hidrogeológico se desarrolla a través de la formación Raigón, la que aflora en varios sectores y en otros se encuentra semiconfinada por sedimentos limo arcillosos de las formaciones Libertad y Dolores. El piso del sistema es variable ya que la formación Raigón se apoya sobre la formación Fray Bentos, sobre el basamento cristalino y en gran parte del área sobre la formación Camacho, la que tiene un buen aporte de agua pero su salinidad es elevada. Tiene espesores máximos de 50 m. El acuífero Raigón, por su gran explotación para la agricultura y para consumo humano, presenta una gran cantidad de perforaciones.

Los valores de profundidad varían entre los 10 m y los 60 m y los caudales entre 0.3 m<sup>3</sup>/h y 60 m<sup>3</sup>/h. La calidad es buena con algunos valores altos en arsénico (As) y a veces en sodio (Na). El As está distribuido en toda el área, pero es variable, existiendo zonas con mayor concentración. El Na y los valores altos en la conductividad indican interacción con agua de la formación Camacho compuesta por sedimentos marinos. Al ser un acuífero multicapa en general se captan todas las napas en un solo pozo, lo cual genera una mezcla de aguas.

Raigón	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Zn (mg/l)
<b>Promedio</b>	979	7,18	220	335	122	36	67	0,015	0,54	35,19	12,72	0,2
<b>Máximo</b>	2.191	7,7	419	441	436	137	221	0,042	0,61	66	62	1,7
<b>Mínimo</b>	538	6,5	95	126	28	10	14	0,005	0,51	12	0,3	0,04

Tabla 5.5 | Principales datos del Sistema Raigón

#### Costeros

La denominación Sistemas Costeros, refiere a una serie de subsistemas hidrogeológicos no conectados entre sí. La principal formación geológica que da lugar a los Sistemas Costeros es la Formación Chuy compuesta por arenas de grano fino a medio, raramente gruesas, de colores amarillentos a amarillento rojizos producto de una sedimentación mixta con predominancia continental.

A modo de ejemplo de la calidad de las aguas, se presentan datos del acuífero Chuy en el este del país. Se trata de un acuífero multicapa con caudales que van desde 1 a 65 m<sup>3</sup>/h con una media de 10 m<sup>3</sup>/h. Las profundidades van desde 5 a 52 m con un promedio de 30 m. La calidad del agua es en general buena y presenta en zonas específicas algunos valores anómalos de pH, Dureza, cloruros (Cl), sodio (Na), hierro (Fe), manganeso (Mn), arsénico (As) y flúor (F).

Chuy	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	1.093,6	6,9	189,36	183,97	187,44	0,6	0,52	78	292	0,01	0,63	31,62	10,8
<b>Máximo</b>	5.150	7,9	1.348	445	1.557	5,9	4,4	386	3.150	0,05	1,2	52,18	65
<b>Mínimo</b>	230	5,9	31	42	23	0,06	0,03	10	18	0,01	0,5	5,74	1,33

Tabla 5.6 | Principales datos de los Sistemas Costeros

#### Cuenca de la laguna Merín

Se compone de arenas finas hasta gravillosas, con intercalaciones de niveles arcillosos producto de una sedimentación continental fluvial y marina, asimilables a la formación Chuy. Es un área poco estudiada, pero con gran potencial a partir de resultados de perforaciones. Dada su continuidad a través de la frontera con Brasil, se considera un Sistema Acuífero Transfronterizo.

Estos sedimentos se asemejan en su comportamiento al acuífero Costero aunque puede incorporar otras litologías sedimentarias. Se caracteriza por pozos de entre 10 y 50 m con caudales que varían entre 1 y 20 m<sup>3</sup>/h. La calidad es variable y presenta anomalías en sodio (Na), sulfatos (SO<sub>4</sub>), cloruros (Cl), arsénico (As) y flúor (F).

Laguna Merín	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Na (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	1.411	7,14	190,67	201,38	127,25	188,45	0,01	1,20	26,39	10,12
<b>Máximo</b>	2.599	7,4	347	394	309	471	0,023	1,2	46	22
<b>Mínimo</b>	471	6,8	58	49	12	0,012	0	1,2	12,5	1,1

Tabla 5.7 | Principales datos del sistema Cuenca de la laguna Merín

## Basamento Cristalino

Las rocas del Basamento Cristalino afloran en una gran extensión en el centro, sur y este del país. El agua subterránea en este tipo de rocas circula a través de sistemas de fracturas interconectadas, lo que da lugar a acuíferos discontinuos y restringidos localmente. Generalmente se obtienen caudales relativamente pequeños. Todos estos almacenamientos en rocas fracturadas son muy heterogéneos por la variación en las rocas que lo componen y en su comportamiento físico que condiciona su potencial y su calidad.

De acuerdo a su génesis se pueden diferenciar tres grandes grupos:

### Basamento Cristalino del Oeste

Se compone de los siguientes tipos de rocas: granitos, neises, anfibolitas y esquistos de naturaleza variada. Incluye los cinturones metamórficos. Las profundidades oscilan entre los 15 y 80 m con promedio en 50 m. Los caudales van de nulos o muy pobres 0,2 a 20 m<sup>3</sup>/h con una media de 5 m<sup>3</sup>/h. En cuanto a la calidad del agua en algunas zonas presenta valores altos de dureza, Na, Fe, Mn, cloruros, As y F.

Basamento Cristalino Oeste	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	1.002	7,21	264	389	136	0,11	0,34	69	68	0,01	0,84	46	4,98
<b>Máximo</b>	3.098	7,8	514	617	453	0,32	3,3	310	624	0,042	2,2	82	24
<b>Mínimo</b>	266	6,5	105	102	6	0,06	0,03	10	4	0,005	0,5	14,5	0,3

Tabla 5.8 | Principales datos del sistema acuífero BC Oeste

### Basamento Cristalino del Este

Granitos, neises, calcáreos, cuarcitas, secuencia volcans sedimentaria y milonitas. Metamorfitos de diferente grado. En esta zona los pozos varían entre los 10 y 130 m con promedio de 60 m. Los caudales van desde nulos a 25 m<sup>3</sup>/h, con 4 m<sup>3</sup>/h de promedio. La calidad muestra presencia alta en algunos casos de dureza, Na, cloruros y F.

Basamento Cristalino Este	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	754	7,3	223	308	83	30	85	0,007	1,36	60	4
<b>Máximo</b>	2.868	10,8	643	472	352	88	750	0,008	4,6	163	25
<b>Mínimo</b>	50	5,8	32	52	5,4	10	8,4	0,005	0,51	9	0

Tabla 5.9 | Principales datos del sistema acuífero BC Este

### Basamento Isla Cristalina

Granitos, neises y metamorfitos de bajo grado.

Isla Cristalina	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	570	7,2	214	231	42	0,3	51	0,008	1,60	61	3,10
<b>Máximo</b>	1.673	7,9	622	474	102	0,96	250	0,008	3,2	110	9,00
<b>Mínimo</b>	239	6,8	102	120	12	0,1	7,2	0,008	0,5	13	0,50

Tabla 5.10 | Principales datos del sistema acuífero BC Isla Cristalina

## Salto

El acuífero Salto se desarrolla en la formación geológica homónima, ubicándose en el litoral Noroeste, contra el río Uruguay. Está conformado por areniscas medias y conglomerádicas, de color rojizo y se apoya discordantemente sobre las formaciones Arapey, Guichón y Fray Bentos. Su potencia no superaría los 25 m<sup>3</sup> según Preciozzi *et al.* (1985). Las zonas de mayor espesor se encuentran al norte de la ciudad de Salto. Su extensión es de unos 10.200 km<sup>2</sup>.

## Basaltos Formación Arapey

Está formado por lavas básicas del tipo basaltos toleíticos con estructuras en coladas. Su espesor aumenta hacia el noroeste alcanzando hasta 1.000 m en el entorno de la ciudad de Salto. Se trata de un acuífero fisurado donde el agua circula a través de fracturas, y a ello se debe sumar la presencia de niveles vacuolares en las coladas, que favorece la existencia de alteración de la roca y, por lo tanto, la acumulación y circulación del agua subterránea.

Los pozos en las lavas de Arapey tienen una profundidad promedio de 60 m y caudales variables entre 0,3 y 50 m<sup>3</sup>/h y la calidad es en general buena.

Arapey	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	588	7,30	227	258	46,84	0,63	0,08	21,40	24,73	0,01	0,69	61,73	11,20
<b>Máximo</b>	1.121	8,8	424	433	256	1,6	0,12	88	79	0,014	0,88	191	52,8
<b>Mínimo</b>	288	6,7	21	127	7,7	0,09	0,04	10	4,9	0,005	0,5	18	0,3

Tabla 5.11 | Principales datos del sistema Basaltos Formación Arapey

## Sistema Acuífero Guaraní

El Sistema Acuífero Guaraní (SAG) es la unidad hidro-estratigráfica más importante de la parte meridional del continente sudamericano y es compartido por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, con una extensión total de aprox. 1.000.000 km<sup>2</sup>. En Uruguay el SAG tiene una extensión de 36.170 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente un 10 % es aflorante y el resto se encuentra confinado por los basaltos de la formación Arapey y otras formaciones más nuevas profundizándose hacia el río Uruguay. Geológicamente se integra por la formación Tacuarembó-Rivera, la que está constituida por areniscas de granulometrías finas a medias, eólicas y fluviales, con intercalaciones de arcillas con colores amarillo, rojizo y blanco. Este paquete sedimentario alcanza espesores máximos de 300 m. En la zona de recarga, constituye la fuente de abastecimiento humano más importante, ciudad de Rivera (Uy) y ciudad de Santana do Livramento (Br), en donde es posible obtener caudales de 100 m<sup>3</sup>/h. En la zona confinada, debido a la profundidad de almacenamiento, el agua alcanza temperaturas de 40-48 °C y caudales de surgencia en torno de los 200 m<sup>3</sup>/h utilizados para fines recreativos (turismo termal). Su gran extensión le confiere comportamientos muy dispares en cantidad y en calidad. En la zona aflorante sobre el eje de la Ruta Nacional N°5 se presentan muy buenos caudales, más al norte donde se desarrollan las formaciones Rivera y Tacuarembó. La calidad es buena con valores bajos de pH en los niveles superiores. Los caudales varían entre 50 y 150 m<sup>3</sup>/h. Más al sur, en el departamento de Tacuarembó, se desarrolla un borde de cuenca y los caudales son mucho más bajos y oscilan entre los 0,5 y los 10 m<sup>3</sup>/h. En la zona de Artigas, los caudales son buenos en el área de la "ventana de areniscas" alcanzando caudales mayores a los 150 m<sup>3</sup>/h, tanto en pozos con o sin basalto de cobertura. La calidad no presenta ninguna característica especial. Sobre el litoral del río Uruguay, los pozos infrabasálticos termales presentan características propias con caudales de surgencia importantes y con calidades en general buenas, con algunos valores altos en As, aunque hay que considerar que pueden existir aportes de otras formaciones geológicas más antiguas.

Acuífero Guaraní	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	231	6,4	92	37,41	0,60	5,04	12	4,76	0,00	97	21
<b>Máximo</b>	725	7,8	195	180	3,8	7,7	36	19	0,0005	370	130
<b>Mínimo</b>	44	0,2	14	1,7	0,002	0,03	0	0,005	0,0005	24	0,15

Tabla 5.12 | Principales datos del Sistema Acuífero Guaraní

## Cretácicos del Oeste

Litológicamente está integrado por arenas finas hasta gravilosas, con cemento arcilloso y calcáreo, con niveles de silificación y ferrificación. Presenta colores blanco, rojo y rosado. Su ambiente de sedimentación corresponde a continental, fluvial y de clima árido. Está ubicado en el sector centro-occidental de Uruguay, sobre las márgenes del río Uruguay. Su extensión aproximada es de unos 23.000 km<sup>2</sup>. De las formaciones geológicas que integran el Sistema Acuífero (formaciones Guichón, Mercedes y Asencio), la principal es la formación Mercedes, que está integrada principalmente por litologías conglomerádicas y areniscas de gruesas a finas y, subordinadamente, por pelitas arcillosas. Presenta espesores máximos cercanos a los 100 m. Se desarrolla sobre el litoral del río Uruguay y cubre una gran extensión presentando variaciones en su cantidad y calidad. Los pozos varían entre 10 y 200 m con un promedio de 70 m de profundidad. Los caudales van desde 1 a 60 m<sup>3</sup>/h. La calidad es en general buena con valores anómalos de dureza, sulfato y cloruros, presentando algunos problemas en As y F que deben ser considerados en cada caso.

Cretácicos del Oeste	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
<b>Promedio</b>	939,97	7,26	250,24	367	64,36	40,13	0,02	1,09	72,87	11,74
<b>Máximo</b>	2.274	7,9	495	694	592	392	0,06	2,6	200	60
<b>Mínimo</b>	476	6,5	136	171	10	9,3	0,01	0,55	12,25	1,8

Tabla 5.13 | Principales datos del Sistema Cretácicos del Oeste

## Cretácicos del Sur

Dentro de esta denominación se engloban las formaciones Migue y Mercedes/Asencio. La primera aflora en el este de la zona de ocurrencia; pero se conoce su existencia en toda la región, a partir de la descripción de perforaciones profundas. Litológicamente predominan las areniscas finas, algo arcillosas con intercalaciones esporádicas de conglomerados arcillosos y lutitas rojas. Las formaciones Mercedes y Asencio están integradas por un paquete de sedimentos arenosos y conglomerádicos con distinto grado de cementación intercalados con areniscas finas arcillosas, con algún nivel silicificado de colores blancos a rosados y rojo intenso cuando están ferrificadas. Se desarrolla básicamente sobre el departamento de Canelones y presenta una media de profundidades del orden de los 60 m. Los caudales son muy variables, desde nulos hasta los 18 m<sup>3</sup>/h, con medias de 6 m<sup>3</sup>/h. La calidad es regular y variable su comportamiento sobresaliendo valores altos en dureza y cloruros, con presencia de sulfatos y flúor. La alternativa para estos acuíferos multicapa es un estudio específico por napa.

Cretácicos del Sur	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Promedio	1.696,56	7,32	276	393,75	102,58	238,46	0,64	60,05	6,55
Máximo	3.720	7,8	586	569	269	1075	0,98	106,5	18
Mínimo	793	6,8	139	44	19	45	0,52	15	0

Tabla 5.14 | Principales datos del Sistema Cretácicos del Sur

## Pérmico temprano | Tres Islas y Grupo Melo

### Tres Islas

Esta unidad del Pérmico inferior está compuesta por areniscas finas a conglomerádicas, con intercalación de lechos carbonosos, presentando color blanco amarillento. El ambiente de sedimentación corresponde a litoral marino. Esta formación se presenta separada del resto de las formaciones pérmicas ya que su comportamiento hidrogeológico es diferente, con mejores condiciones de permeabilidad y caudales de explotación.

Dentro de los acuíferos pérmicos, la formación Tres Islas presenta un comportamiento diferente con caudales que alcanzan los 10 m<sup>3</sup>/h en la zona de Fraile Muerto y mayores a 30 m<sup>3</sup>/h en Nobliá (Cerro Largo). Las profundidades sobrepasan los 100 m y la calidad es buena a regular con valores anómalos de hierro (1 mg/l) y flúor (2.7 mg/l). Esta zona presenta una tectónica que influye en la hidráulica subterránea y es responsable de estas particularidades. En el departamento de Tacuarembó este acuífero presenta caudales menores y agua de similar calidad.

Tres Islas	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Promedio	477	7,09	126	189	58,2	0,777	0,05	67	32	0,011	1,1	124	6,24
Máximo	1.147	7,7	212	359	197	5,4	0,14	300	107	0,013	2,7	393	36,6
Mínimo	104	6,4	43	60	2,5	0,006	0,03	11	4	0	0,65	22	0,5

Tabla 5.15 | Principales datos del Sistema Tres Islas

### Grupo Melo

Bajo la denominación de Grupo Melo se describen las formaciones Paso Aguiar, Mangrullo y Fraile Muerto, compuestas de areniscas finas y muy finas con niveles arcillosos de colores principalmente gris y verde, producto de una sedimentación fluvio-marina. Estos materiales del Pérmico temprano presentan permeabilidades bajas y muy bajas, lo que implica que a los efectos de ocurrencia de agua subterránea sean considerados como acuíferos pobres.

Estos sedimentos fluvio-marinos de baja a muy baja permeabilidad se comportan más como acuitardo que como acuífero y almacenan agua en los contactos con otras formaciones en los niveles más arenosos (basaltos Cuaró, formación Yaguari, formación Tres Islas), o como acuífero fisurado. Esta heterogeneidad se manifiesta en los caudales que son de bajos a nulos y en una mala calidad. Presentan valores anómalos promedio en conductividad (2.500 µS/cm), flúor (1,5 mg/l), sodio (500 mg/l), sulfatos (480 mg/l) y elevados contenidos en Cl y dureza.

Grupo Melo	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Promedio	2.626,5	7,54	289,55	244,91	508,08	0,3	0,05	481,27	221,38	0,01	1,58	58,26	0,93
Máximo	1.2670	9	1.581	422	2.411	0,92	0,46	1.649	2.688	0,01	3	102	3
Mínimo	360	6,6	28	75	17	0,06	0,03	11	13	0,006	0,59	11	0

Tabla 5.16 | Principales datos del Sistema Grupo Melo

## Pérmico medio | Yaguari

Esta formación geológica se extiende por una gran zona del noreste del país y presenta diferentes comportamientos según su disposición y contacto con otras formaciones, espesor y condicionamientos tectónicos. Puede comportarse como un acuífero de potencial medio a un acuitardo de muy baja permeabilidad y tener que estudiarlo como un acuífero fisurado.

Los caudales tienen una media de 3 m<sup>3</sup>/h, con valores de hasta 10 m<sup>3</sup>/h en zonas como Cerro Pelado, Tres Puentes, Caraguatá, etc. y zonas con caudales bajos a nulos como Cerrillada, Los Feos, Hospital, entre otras. La calidad es buena destacándose algunos valores anómalos de dureza (460 mg/l).

Yaguari	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	As (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Promedio	446,9	7,1	187,6	202,1	29,6	0,9	0,1	63	14,9	0	0	49,2	3,2
Máximo	770	7,9	467	314	53	7,3	0,3	200	30	0	0	103	12
Mínimo	48	5,8	14	29	7,5	0,1	0	10	0,5	0	0	18	0

Tabla 5.17 | Principales datos del Sistema Yaguari

## Pérmico tardío | Formación Buena Vista

Esta formación geológica se compone de una sucesión de areniscas finas a medias, caracterizándose sedimentos de ambientes fluviales y eólicos de baja permeabilidad debido a la presencia de limos, areniscas finas y arcillas. Puede comportarse como un acuífero semiconfinado de baja a media productividad.

## Devónico

Está constituido por las formaciones Carrezuelo, Cordobés y La Paloma, de las cuales la primera es la que presenta condiciones acuíferas más importantes. Está constituida por materiales arenosos finos, medios y gruesos y poco cementados con buenas permeabilidades. La formación La Paloma presenta escasos espesores lo que hace que su importancia sea menor y finalmente la formación Cordobés es la que tiene menor importancia hidrogeológica ya que su composición pelítica produce permeabilidades bajas a muy bajas.

Acuífero Devónico	Conductividad (µs/cm)	pH	Dureza total (mg/l)	Na (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	F (mg/l)	Profundidad (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Promedio	1.156,67	6,93	405,17	122,97	486,67	144,62	1,47	119,67	7,28
Máximo	2.772	7,4	1.207	247	928	305	1,7	251	17
Mínimo	116	5,9	26	3,8	248	5,1	1,3	52	2,5

Tabla 5.18 | Principales datos del Sistema Devónico

# 6.0

## USOS E IMPACTOS VINCULADOS AL AGUA

# 6.0

## USOS E IMPACTOS ASOCIADOS AL AGUA

El agua es un recurso esencial para la vida, finito y vulnerable, del que se debe disponer en cantidad suficiente y con la calidad adecuada para alcanzar un desarrollo sustentable. Para este objetivo es necesario realizar una gestión integrada de los recursos hídricos, contemplando los aspectos socioculturales, ambientales y económicos. En este sentido se requiere analizar el tema del agua en sus dimensiones sociocultural, ambiental y económica a las que se agrega la dimensión ética, incorporada en las discusiones del Panel Ciudadano como un enfoque complementario y transversal que aporta conceptos relevantes para la utilización de las aguas.

En este capítulo se desarrollan las distintas visiones y conceptualizaciones que engloba la temática del agua desde sus diferentes dimensiones, para luego realizar un análisis de los principales usos del agua y sus impactos considerando el agua para las poblaciones, el ambiente y las actividades productivas que dependen directamente del agua tales como el sector agropecuario, energía, industria, transporte, pesca, extracción de áridos, turismo y el valor cultural y de recreación.

### Dimensión ética

Teniendo en cuenta que el agua es esencial e indispensable para el bienestar básico de todos en la Tierra, los seres humanos, los animales y el medio natural en general, el acceso y uso del agua en sí es un derecho moral básico. Por este motivo, la distribución del agua entre sus usuarios (humanos y no humanos) es un problema ético crucial. En un entorno complejo, con diferentes dimensiones, intereses, valores y variables, el papel de la ética es proporcionar asistencia operativa y conceptualización de diferentes perspectivas a la hora de examinar conceptos, derechos, deberes, consecuencias o resultados.

Una mejor comprensión de las implicaciones éticas de la gestión del agua puede contribuir a un uso sustentable de los recursos hídricos. El agua como derecho humano, el agua como bien común, el principio de precaución, la justicia intergeneracional, y la dimensión educativa, deben ser pilares para la planificación del uso del agua.

Para una mejor gestión del agua se debe aplicar la transparencia en la información, la rendición de cuentas, la participación y el compromiso de los grupos interesados. La gobernabilidad del agua es una responsabilidad compartida entre las instituciones públicas, grupos de usuarios y la ciudadanía en general.

A continuación, se detallarán los aportes del **Panel Ciudadano** y de otros actores en el proceso de discusión del PNA (aunque generalmente no asociados explícitamente con la ética), relativos a esta dimensión.

### Principio de dignidad humana y derecho al agua

Reconocido, destacado y promovido como un pilar a atender con el mayor de los cuidados, tanto respecto al agua potable como con al saneamiento. Se incluye en este principio el "derecho" moral a un entorno de agua saludable.

### Agua como bien común

Se entiende como aquello que es compartido por, y da beneficio a, todos los miembros de una comunidad, en sentido general (no solo material o económico). Se asume la necesidad de una responsabilidad compartida y solidaria con las generaciones futuras.

### Justicia intergeneracional

Se apunta a una justicia intergeneracional, cuando las oportunidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades son, por lo menos, iguales o mayores que las de las generaciones actuales.

### Transparencia y acceso universal a la información

La información y los datos deben ser accesibles y comprensibles de forma tal que todos puedan opinar y participar en igualdad de condiciones.

### Participación e involucramiento ciudadano

Las políticas de gestión del agua deben tener en cuenta los intereses de todos los grupos que viven en una cuenca o zona de captación de agua. La participación pública debe ser promovida cuidadosamente para evitar que sea acaparada por grupos minoritarios o grupos particularmente articulados; cuando esto ocurre, las decisiones pueden ser influidas por grupos poco legítimos.

### Prioridades de uso

Se puede considerar dentro de la dimensión ética el manejo de prioridades en el uso del agua. El agua para el consumo humano corresponde a un porcentaje relativamente pequeño dentro de los varios usos de este recurso. Teniendo en cuenta el desafío de priorizar el uso del agua, a la hora de vincular las prioridades del uso del agua con su pago, se consideran las siguientes cuatro categorías para ello:

### Agua-Vida

Como categoría vinculada a funciones de supervivencia de la humanidad y de los demás seres vivos. Por ello se trata de una categoría prioritaria para garantizar el acceso de todos (como derecho humano) a cuotas básicas de agua potable (el acceso a 30 litros por persona y por día suele tomarse como referencia del derecho humano al agua potable) y servicios básicos de saneamiento. En esta categoría se propone ubicar también al agua necesaria para garantizar la soberanía alimentaria, especialmente de las comunidades más vulnerables y también los caudales necesarios, en cantidad y calidad, para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y sus entornos.

### Agua-Ciudadanía

Como categoría de segundo nivel de prioridad vinculada a los servicios domiciliarios de agua y saneamiento (ámbito de derechos y deberes ciudadanos). Si se considera que se precisan entre 50 y 100 litros/persona/día, para permitir una calidad de vida adecuada, esta cantidad debería ser accesible para todos. Por lo tanto, no debería generar lucro, sino basarse en el interés general y apoyarse en modelos tarifarios que alienten la responsabilidad ciudadana; el precio debería elevarse de forma tal que los usos excesivos e incluso suntuarios (jardines, piscinas, etc.) se utilicen para subvencionar a quienes tienen dificultades para pagar.

### Agua-Economía

Como categoría que engloba las actividades económicas. Aunque sean derechos legítimos (de mejorar el nivel de vida o enriquecerse, dado el sistema actual) no pueden vincularse al ámbito de los derechos humanos ni al de los derechos ciudadanos. No debería poder justificarse la contaminación de un río apelando al desarrollo económico. En esta categoría del agua-economía se debería manejar el principio de recuperación de costos financieros (amortización de inversiones, mantenimiento, gestión), ambientales y otros, y ser la base para el cobro de cánones.

### Agua-Delito

Como categoría de usos que podrían considerarse ilegítimos por sus impactos. Si se pone en riesgo la salud y el bienestar del conjunto de la sociedad, no se trataría de pagar más o menos, sino de prohibir esas actividades y aplicar la ley de forma estricta.

## Dimensión sociocultural

Además de ser esencial para la vida y el desarrollo de los seres humanos, el agua y los ecosistemas acuáticos proporcionan significado cultural y espiritual de importancia fundamental.

La abundancia o escasez de agua en un territorio configura paisajes característicos y a lo largo de la historia ha determinado formas de manejo y organización del uso del agua en las sociedades asentadas en cada territorio. Estos "paisajes de agua", así como las experiencias vividas en torno a ellos, configuran una parte importante de la identidad cultural de las personas y de los pueblos, que se manifiesta a través de la idiosincrasia popular, las festividades, la toponimia (nombres dados a diversos elementos del paisaje urbano y rural), las expresiones artísticas, la ritualidad o las experiencias lúdicas (vinculadas al juego y lo recreativo). Los valores sociales y culturales también determinan cómo las personas perciben, usan y gestionan los recursos hídricos. Las tradiciones culturales relacionadas con el agua incluyen estrategias básicas de subsistencia económica, como la pesca u otras formas particulares de usar el agua y sus recursos asociados.

## Dimensión ambiental

El agua, con su régimen natural y como elemento esencial para sostener la vida en el planeta, constituye y es base para el funcionamiento de todos los organismos y de los ecosistemas.

El enfoque ecosistémico es una estrategia para el orden integrado de la tierra, el agua y los recursos vivos, que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa. Se basa en la aplicación de métodos científicos adecuados, centrados en los niveles de organización biológica, que abarcan los procesos, las funciones y las interacciones esenciales entre los organismos y su ambiente, y que reconoce a los humanos, con su diversidad cultural, como un componente integrante de los ecosistemas.

## Dimensión económica

El agua es un recurso natural esencial para múltiples actividades humanas y productivas, y como tal constituye también una oportunidad para el desarrollo económico de la sociedad y su utilización debe realizarse de forma sustentable y eficiente.

## 6.1 | Agua para las poblaciones

El agua es esencial para la vida. El abastecimiento de agua en cantidad y calidad, el saneamiento adecuado y la higiene son necesarios para la vida y la salud de las personas.

El artículo 47 de la Constitución establece que el acceso al agua potable y el acceso al saneamiento constituyen derechos humanos fundamentales y que la primera prioridad de uso es el abastecimiento de agua potable a las poblaciones.

En Uruguay estamos cerca de alcanzar la cobertura universal de agua potable y el saneamiento colectivo con redes de alcantarillado llegaba en 2011, de acuerdo al Censo Nacional, al 59 % de los hogares.

Esto es producto de una larga historia que se inicia en el siglo XIX. La preocupación del Uruguay por resolver los problemas de higiene pública queda evidenciada al recordar que en el año 1856, pocos años después de conquistar su independencia política, se construyó la red de alcantarillado de Montevideo por iniciativa de un ciudadano uruguayo, Don José Arteaga. Y en 1868, Don Enrique Fynn, obtuvo la concesión para instalar el Sistema de Abastecimiento de agua de Montevideo, con una usina sobre el río Santa Lucía, a unos 56 kilómetros de la ciudad.<sup>63</sup> En el año 1879, los concesionarios Lezica, Lanús y Fynn cedieron la gestión a la compañía inglesa "The Montevideo Waterworks Co. Ltda.", que tuvo a su cargo el servicio hasta que el Estado lo tomó el 1° de febrero de 1950.

En el interior del país, la sanidad y la provisión de agua corriente se iniciaron a partir de la creación de la Dirección de Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas, en 1911, cuando se encomendó al Departamento Nacional de Ingenieros el estudio de las obras de saneamiento de sus poblaciones.

En 1916 comenzaron las obras concesionadas para suministrar agua y saneamiento colectivo a las ciudades de Salto, Paysandú y Mercedes, que fueron recibidas por el Estado dos años después y liberadas al uso público en septiembre de 1919.

Al finalizar 1929 contaban con agua potable y red cloacal las ciudades de Salto, Paysandú, Mercedes, San José, Treinta y Tres, Rocha y Florida.

En 1940 la Dirección de Saneamiento atendía a 350.000 habitantes. Como indicador del impacto sanitario de estas obras, se destaca que la mortalidad de origen tífico disminuyó del diecisiete por mil en el quinquenio 1916-1920, en que se habilitaron los primeros servicios de la Dirección de Saneamiento, a algo menos de ocho por mil para el período 1935-1937.

En el año 1952, el número de conexiones de agua había llegado a 133.202 en Montevideo y a 64.544 en el interior. (Figura 6.1).

La Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE, fue creada por Ley N° 11.907 del 19 de diciembre de 1952, como servicio descentralizado del Ministerio de Obras Públicas; surgió de la fusión de la Ex-Compañía de Aguas Corrientes (1871; empresa privada nacionalizada) con la ex Dirección de Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas (1907). La Ley Orgánica de la Administración ha determinado expresamente su competencia. Sus cometidos principales son: prestación de los servicios de agua potable (en todo el territorio nacional), alcantarillado (excepto en Montevideo), celebración de convenios para obras de alcantarillado o abastecimiento de agua potable, y el estudio, construcción y conservación de todas las obras destinadas a los servicios referidos. El artículo 3 de la Ley Orgánica determina: "La prestación del servicio y los cometidos del organismo deberán hacerse con una orientación fundamentalmente higiénica, anteponiéndose las razones de orden social a las de orden económico".<sup>64</sup>

En Montevideo, en el período comprendido entre 1854 y 1926, se construyeron los primeros 211 km de colectores unitarios bajo la modalidad de concesión de obra pública. Entre los años 1913 y 1917 el saneamiento por alcantarillado pasó a estar bajo la órbita de la Intendencia de Montevideo y así se mantiene hasta el día de hoy.

63 | OSE, Centenario del Sistema de Abastecimiento de Agua de Montevideo. 1971.

64 | Jacob, R. (2012). "Sobre la creación de las empresas públicas. El camino lateral", revista *Transformación, Estado y Democracia*, ONSC, Año 7, N° 50, pp. 72-87.

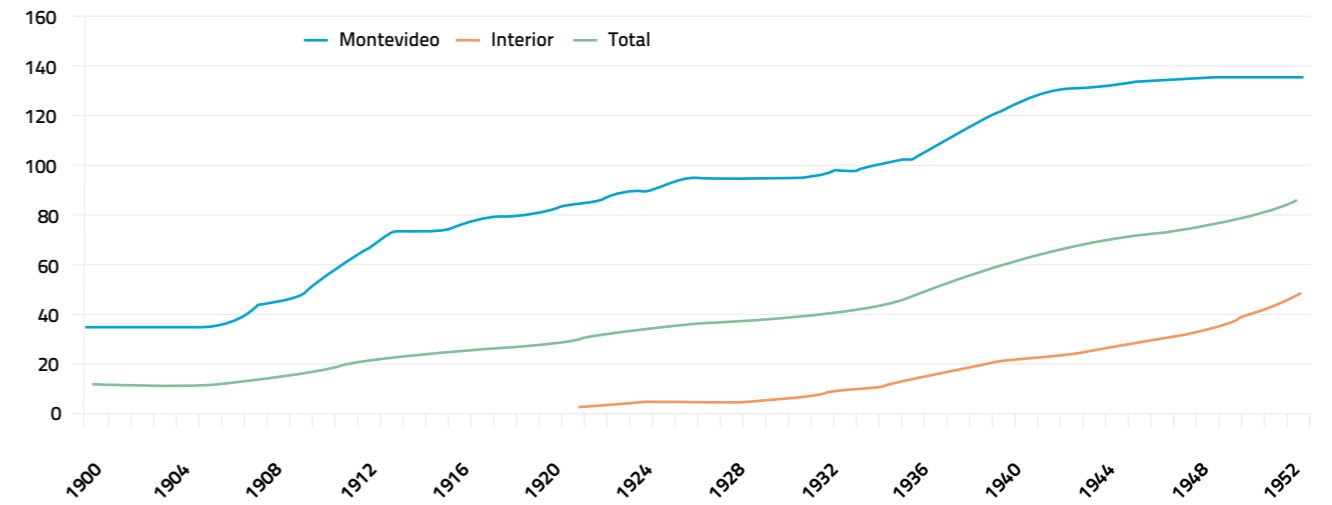


Figura 6.1 | Cantidad de conexiones de agua cada 1.000 habitantes según la zona geográfica (1900-1952)<sup>65</sup>

65 | Bertino, M. et al, *Historia de una empresa pública uruguaya: 60 años de Obras Sanitarias del Estado (OSE)*, Udelar, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Instituto de Economía. Serie Documentos de Trabajo DT, 2012.

### 6.1.1 | Agua y salud

Desde el punto de vista de la salud, el agua es un elemento vital, por lo que su disponibilidad en cantidad y calidad se convierte en un determinante básico de salud o enfermedad.

El agua es relevante para la salud a través de la higiene personal, la preparación de alimentos, la producción de bienes y servicios; también puede ser un factor de causa de enfermedad si se convierte en medio o ruta de exposición humana a contaminantes por ingesta, contacto durante baños y recreación o contacto con suelos contaminados por inundaciones o desbordes. Los riesgos de exposición a contaminantes presentes en el agua se pueden diferenciar según los efectos a corto, mediano y largo plazo.

La contaminación puede ser microbiológica (bacterias, virus, parásitos), química (metales, aniones, plaguicidas, subproductos de desinfección) o relacionada con toxinas. Según la OMS, la experiencia ha demostrado que los peligros microbianos continúan siendo la principal preocupación de los países desarrollados y de los países en desarrollo.

Los riesgos a corto plazo son el resultado de la contaminación del agua por sustancias que pueden ocasionar trastornos en un período que va desde unas pocas horas hasta varias semanas después de su ingestión.

Los riesgos a mediano y largo plazo se deben principalmente a sustancias químicas que pueden producir efectos durante meses, años o incluso decenios. Dentro de las más comunes se encuentran arsénico, plomo, flúor, nitritos y nitratos.

Para reducir la carga de enfermedad causada por estos factores de riesgo es sumamente importante proveer acceso a cantidades suficientes de agua segura e instalaciones para la disposición sanitaria de excretas, a la vez que promover prácticas seguras de higiene.

El agua de consumo inocua (agua potable) no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud, aunque se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su existencia. Es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Cabe señalar que no todos los usos por parte de la población requieren agua potable. Aguas seguras, pero no potables, pueden utilizarse para actividades como lavado de autos, riego de jardines y huertas familiares y lavado de veredas entre otros.

En nuestro país los requisitos para la calidad de agua para consumo humano están establecidos en el Reglamento Bromatológico Nacional, que adoptó en el año 2011 la Norma UNIT 833.2008 (Decreto N° 275/2011).

Existen diversas formas de mejorar la vigilancia de la salud pública para detectar posibles brotes de enfermedades transmitidas por el agua en respuesta a sospechas derivadas de una incidencia anormal de alguna enfermedad o tras el deterioro de la calidad del agua. Las investigaciones epidemiológicas incluyen investigaciones de brotes, estudios de intervención y estudios de casos y testigos para evaluar la importancia del agua como factor de riesgo de enfermedades.

En Uruguay la cobertura de agua potable es elevada y la mayoría de la población cuenta con acceso a saneamiento por redes o individual, lo que significa un notable avance en materia de salud pública. Sin embargo, a nivel nacional se evidencia una carencia de estudios sistemáticos que vinculen enfermedades de posible origen hídrico (tanto microbiológico como químico) con sus causas o criterios basados en estudios epidemiológicos locales, de manera de establecer la proporción de la ingesta de sustancias presentes en el agua en la ingesta media diaria de las personas.

Tampoco existen protocolos establecidos por la autoridad de salud para afrontar los riesgos resultantes de la falta de abastecimiento de agua o por exposición ambiental a aguas contaminadas en situaciones de emergencia, ni tampoco programas específicos permanentes que abarquen temas de salud e higiene vinculados al manejo de agua dentro de la vivienda y hábitos higiénicos.

## 6.1.2 | Agua potable

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental, consagrado por la Constitución de la República, y el abastecimiento de agua potable a la población es la principal prioridad de uso de los recursos hídricos.

Según OPS/HEP/99/33, "El agua y la salud de la población son dos cosas inseparables. La disponibilidad de agua de calidad es una condición indispensable para la propia vida, y más que cualquier otro factor, la calidad del agua condiciona la calidad de la vida. De ahí podemos deducir que aquellos que son responsables por el abastecimiento de agua son en realidad los responsables por la vida que la población lleva".<sup>66</sup>

El Uruguay tiene una de las coberturas de agua potable más altas del continente y un consumo promedio de 120-150 litros/habitante/día. El 98,4 % de la población cuenta con una fuente de agua mejorada<sup>67</sup> dentro o fuera de la vivienda y el 96 % tiene acceso al agua potable a través de redes de abastecimiento (INE 2011).

La falta de agua potable dentro de la vivienda es considerada como una necesidad básica insatisfecha. Poco más del 2,6 % de la población no cuenta con acceso a agua potable por redes dentro de la vivienda y en el entorno del 1,3 % posee agua dentro de la vivienda que proviene de pozos surgentes protegidos (INE 2011), muchos de los cuales por sus características y falta de control de potabilidad no pueden considerarse como abastecimiento de agua potable. La mayor parte de la población que no cuenta con agua potable dentro de la vivienda pertenece a los sectores más desfavorecidos, a localidades muy pequeñas o es población rural dispersa.

Por otra parte, en el manejo del agua dentro de la vivienda en todo su ciclo, se deben tener en cuenta aspectos higiénicos necesarios para asegurar la salud de las personas y su entorno, y de esa manera un ambiente apto para su desarrollo.

La prestación del servicio colectivo de agua potable por redes en todo el país la realiza la empresa estatal Obras Sanitarias del Estado (OSE). Existen también otras instituciones y programas que facilitan el acceso al agua potable a los grupos más desfavorecidos. Ambos dependientes del MVOTMA, el Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB-PIAI) y el Movimiento de Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural (MEVIR) tienen este objetivo. El PMB es un programa de intervención integral que incluye actividades de fortalecimiento del capital humano y social, obras físicas y de servicios sociales, con el objetivo de superar carencias de infraestructura básica como redes de agua potable y saneamiento, entre otras. El programa MEVIR facilita el acceso a una vivienda adecuada en el medio rural, a poblaciones dispersas y nucleadas incluyendo infraestructura de servicio de agua y saneamiento con redes y el tratamiento de sus efluentes.

El desafío del país para el acceso universal al agua potable se encuentra en la generación de estrategias para los pequeños núcleos de viviendas rurales y la población rural dispersa.

66 | J. E. Asvall/George A. O Alleyne. Organización Mundial de la Salud.

67 | Se cuenta con fuente mejorada si el origen del agua es una red general de suministro de agua potable o es un pozo surgente protegido (INE).

### 6.1.2.1 | Fuentes de abastecimiento y calidad del agua para potabilizar

De acuerdo a los registros DINAGUA, sólo el 9 % del volumen anual de agua utilizado se destina al consumo de agua por parte de la población. Pero si se analiza el comportamiento en las diferentes cuencas, en la cuenca del río Santa Lucía el porcentaje asciende al 76 % (incluyendo agua superficial y subterránea).

#### Agua superficial

Son 68 ciudades del país las que tienen captaciones de agua superficial para su abastecimiento, a cargo de OSE (figura 58). La mayor es la planta de potabilización de Aguas Corrientes, en la cuenca del río Santa Lucía, con capacidad para tratar cerca de 8 m<sup>3</sup>/s. Abastece en Montevideo y el área metropolitana a una población estimada en 1.800.000 personas. Debido a la variabilidad de los caudales o a los bajos niveles en estiaje en los puntos de captación, se requiere en algunas localidades embalsar agua con fines de regulación o contar con pequeñas represas para mantener el nivel requerido para las captaciones.

Las principales represas de almacenamiento para agua potable (Paso Severino 70 hm<sup>3</sup> y Canelón Grande 20 hm<sup>3</sup>) se encuentran en la cuenca del río Santa Lucía.

OSE realiza un seguimiento sistemático de la calidad del agua superficial que ingresa a las plantas de potabilización para ajustar el tratamiento a las características del agua bruta. En base a la evaluación de las fuentes realizada por la empresa pública con información de los últimos cinco años, se concluye que en dicho período los principales desafíos para el proceso de potabilización del agua fueron:

- Floraciones de cianobacterias y sus problemas asociados; entre otros, presencia de toxinas y precursores de olor y sabor. En los últimos cinco años se han registrado floraciones en las fuentes superficiales de las que se abastecen el 25 % de las plantas potabilizadoras del país, algunos episodios han tenido duración de hasta cuatro semanas.
- Presencia de atrazina por arrastre producido por las lluvias luego de las aplicaciones de este herbicida en áreas cultivadas con maíz y sorgo, si bien su venta está controlada y la dosis de aplicación está limitada por resoluciones del MGAP.
- Altas concentraciones de materia orgánica que requieren tratamiento específico en varias localidades.
- Presencia de amonio en el río Santa Lucía, a la altura de la planta de Aguas Corrientes, proveniente de los arroyos Canelón Chico y Canelón Grande, indicador de contaminación humana o animal reciente.

El tratamiento de potabilización es eficiente para obtener agua de acuerdo con la normativa vigente -decreto bromatológico- y aun en casos de floraciones algales intensas siempre se ha conseguido la remoción de toxinas con la aplicación de carbón activado y posterior cloración. Estos tratamientos son cada vez más complejos, requieren importantes inversiones y aumentan considerablemente los costos operativos. Sin embargo, en los últimos años, han ocurrido en los sistemas más grandes de

abastecimiento del país (sistemas de Montevideo y Maldonado) episodios de agua elevada al consumo con olor y sabor no característicos, por presencia de geosmina y 2-metilisoborneol.

En ambos casos los episodios de olor y sabor ocurrieron simultáneamente con floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas. Si bien no se detectaron toxinas en el agua elevada por encima de valores permitidos, estos hechos conmocionaron a la opinión pública y generaron preocupación por la calidad de las fuentes.

#### Agua subterránea

La mayoría de los centros poblados, casas aisladas y escuelas se abastece de aguas subterráneas. La disponibilidad de agua subterránea es variable, dependiendo de las características de los acuíferos. Si bien ciudades como Rivera y Artigas tienen como fuente principal el acuífero Guaraní aflorante, para el abastecimiento de pequeños núcleos poblados es a veces difícil encontrar en algunas partes del país agua en cantidad suficiente y con la calidad adecuada. La explotación de las perforaciones requiere un seguimiento a fin de verificar los rendimientos de los pozos y la calidad del agua.

Las sustancias químicas disueltas por el tránsito del agua en las unidades acuíferas determinan la calidad físico-química de las aguas, que pueden resultar por este motivo no aptas en algunos casos para consumo humano sin tratamiento previo, por presentar concentraciones de algunas sustancias (como hierro, manganeso, arsénico, flúor, sodio, cloruros, nitratos, sulfatos) por encima de los límites establecidos por el Reglamento Bromatológico Nacional.

La calidad puede verse afectada además por acciones antrópicas:

- El régimen de explotación, como es el caso de los acuíferos costeros, en los que se debe evitar que una extracción inadecuada resulte en intrusión salina (ingreso de agua de mar en el acuífero)
- La infiltración en condiciones no controladas de aguas residuales domésticas o industriales
- Las actividades desarrolladas en las áreas de recarga y en el entorno de los pozos
- La ejecución de los pozos, por defectos en el sello sanitario o por mezclar aguas de diferentes calidades

Cantidad de servicios comerciales	408
Pequeñas localidades y escuelas rurales	303
Cantidad de conexiones	1.132.512
Longitud de redes	15.400 km

### 6.1.2.2 | Servicio de agua potable de OSE

Obras Sanitarias del Estado (OSE) presta desde 1952 el servicio colectivo de agua potable en todo país. En la tabla 6.1 se presentan los principales datos referentes a este servicio.

En la prestación del servicio se antepone las razones de orden social a las de orden económico. A tal efecto se cuenta con una tarifa social con el fin de favorecer la asequibilidad al agua potable a los sectores de menores ingresos y a los que viven en asentamientos irregulares. Se otorgan subsidios para consumos de 10 a 15 m<sup>3</sup> y bonificaciones, según el caso, y se cuenta con un plan de acción para favorecer el acceso al agua potable a través de la extensión del servicio, principalmente en asentamientos irregulares. El servicio que presta OSE no recibe ningún tipo de subsidio ni exoneración impositiva, lo que invierte la empresa proviene de los ingresos obtenidos por el cobro de sus servicios.

#### Proceso de potabilización

El proceso de potabilización es un proceso controlado mediante el cual se transforma agua bruta o cruda en agua potable.

En Uruguay la definición de agua potable y sus características se encuentran establecidas en el Reglamento Bromatológico Nacional, cuya última actualización surge del Decreto N° 375/011. Este decreto adopta la Norma UNIT 833:2008, *Agua Potable: Requisitos*, en su reimpresión corregida de julio de 2010.

La infraestructura utilizada para el proceso de tratamiento, así como los productos químicos que se dosifican, dependen de las características del agua bruta o cruda a tratar.

En OSE, el 90 % del agua que se produce proviene de fuentes superficiales y el 10 % restante de fuentes subterráneas.

En el caso del agua subterránea, los tratamientos comprenden desde Unidades Básicas de Potabilización donde se realiza un tratamiento de desinfección y en caso de requerirse de ajuste de pH, hasta tratamientos más complejos como los de remoción de hierro y manganeso mediante oxidación-sedimentación-filtración y tratamientos de ósmosis inversa.

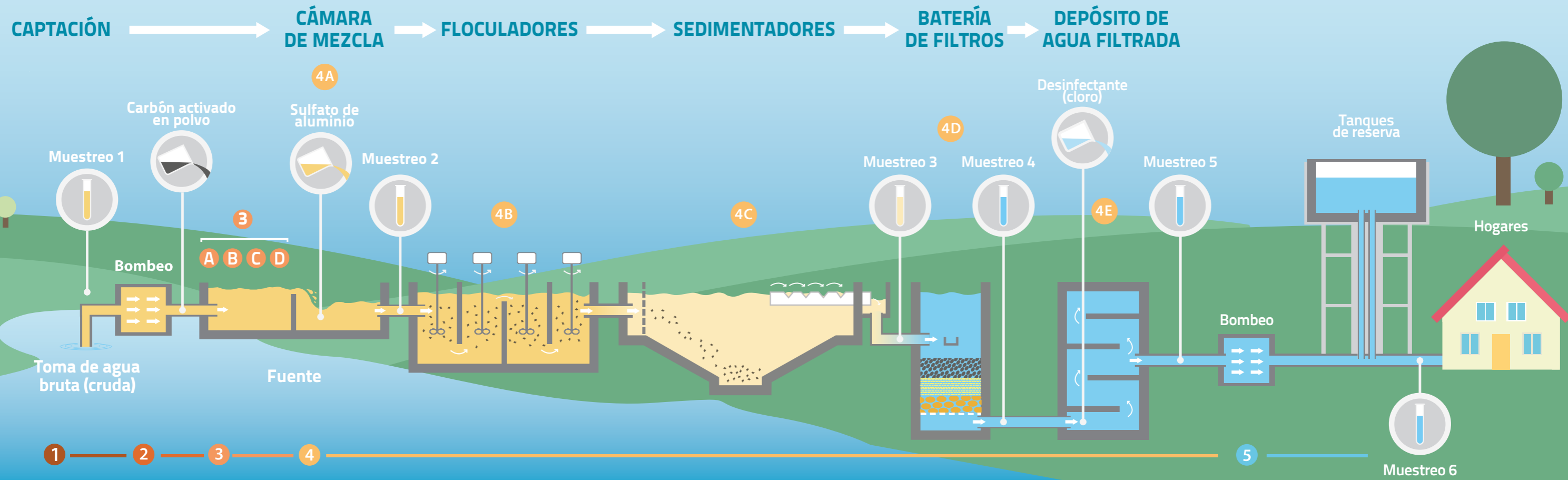
Cuando la fuente utilizada es agua superficial, se utiliza para su potabilización un tratamiento denominado convencional que se describe en la infografía a continuación.

Tabla 6.1 | Servicios de agua potable de la empresa OSE | Fuente: OSE, 2016



# ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Fuente: DINAGUA, en base de información proporcionada por OSE



## Etapas del proceso de potabilización del agua mediante el cual se transforma agua bruta (cruda) en agua potable

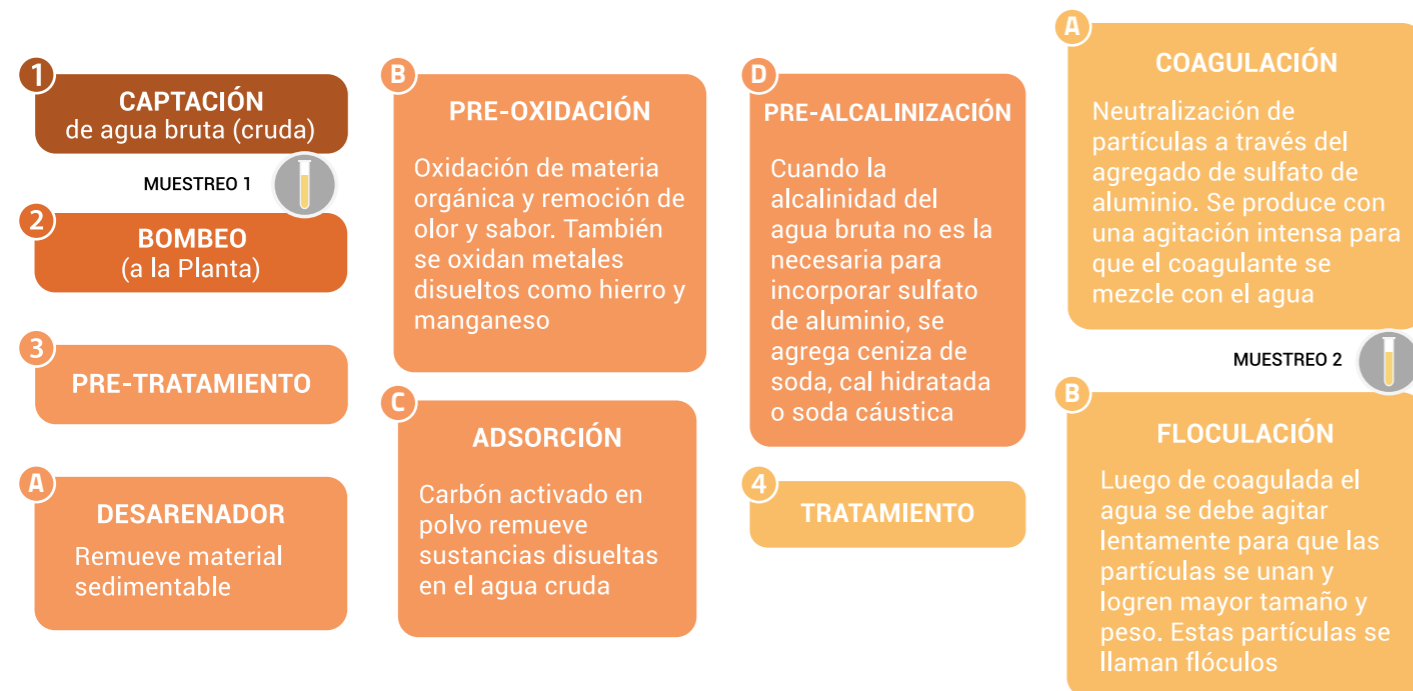


Figura 6.2 | Ubicación de las plantas de potabilización de OSE



## Calidad del servicio

El servicio de agua potable se brinda en forma continua y suficiente, salvo interrupciones en casos de fuerza mayor o fortuitos, asimismo OSE debe cumplir con los requisitos establecidos por el Reglamento Bromatológico Nacional (actualizado por Decreto N° 375/011) y su Norma Interna de Calidad de Agua Potable.

El Ministerio de Salud Pública (MSP) puede permitir excepciones temporales a los requisitos del reglamento. Para ello, el prestador del servicio debe solicitar la excepción informando las desviaciones detectadas ante dicha institución e informar asimismo al MVOTMA y a la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), como organismo regulador que realiza el seguimiento y control de la calidad de agua distribuida. OSE realiza la vigilancia de los procesos para el abastecimiento de agua potable, desde la fuente hasta el consumidor. Se definen puntos críticos de control en todos los sistemas y se realiza el seguimiento de acuerdo a las características de cada servicio. En caso de detectarse anomalías, se procede a la corrección y se informa al organismo regulador. Se está promoviendo la metodología de los Planes de Seguridad de Agua (PSA), de acuerdo a lineamientos de la Organización Mundial de la Salud que ya se han implantado en varias capitales departamentales. La empresa cuenta con una red de laboratorios (de planta, regionales, central) y puede realizar la mayoría de los análisis necesarios para el seguimiento y control de la calidad del agua y en caso de requerirse recurre a laboratorios externos.

Por otra parte, la empresa viene desarrollando el programa de Reducción de Agua No Contabilizada (RANC) para reducir las pérdidas físicas y comerciales, y un programa de eficiencia energética a efectos de optimizar el consumo de energía.

## Desafíos del abastecimiento de agua potable

A continuación presentamos algunos desafíos en relación al abastecimiento de agua potable en Uruguay:

- Alcanzar para el año 2030 el acceso universal al agua potable
- Desarrollar estrategias para asegurar el acceso a la población aislada con abastecimiento propio
- Garantizar el acceso universal al agua potable dentro de la vivienda
- Contar con servicios de abastecimiento sustentables, eficientes y de precio justo
- Continuar con los procesos de protección y recuperación de las fuentes superficiales empleadas para el agua potable y avanzar en la gestión y protección de acuíferos
- Promover la utilización eficiente del agua potable, estableciendo normativas al respecto y profundizando las campañas de difusión de buenas prácticas

## 6.1.3 | Saneamiento

A escala nacional, la cobertura de saneamiento alcanza al 94 % de los hogares. De ellos, el 59 % cuenta con red de alcantarillado, mientras la mayor parte de los restantes cuenta con pozos negros. La cobertura de saneamiento mediante alcantarillado para cada departamento se muestra en la figura 6.3. El sector de saneamiento presenta dos realidades: una en Montevideo y otra en el resto del país. Montevideo fue el primer centro urbano de Latinoamérica en contar con redes de alcantarillado, y a diferencia de las ciudades del interior del país, desarrolló en sus inicios la conducción de aguas pluviales y servidas en una única red. En el interior del país estos servicios se implementaron muchos años después y con una gestión separada, quedando las aguas pluviales en manos de los Gobiernos departamentales y el alcantarillado sanitario bajo la responsabilidad de la empresa estatal OSE. El saneamiento estático es responsabilidad de los Gobiernos departamentales.

### 6.1.3.1 | Sistemas colectivos

#### Sistema de saneamiento de Montevideo

El 85 % de los hogares del departamento cuenta con red de alcantarillado y el 13 % utiliza fosa séptica o pozo negro (INE, Censo 2011). En cuanto a la red de alcantarillado, en la capital del país coexisten dos tipos de conducción: la más antigua de tipo unitaria que representa el 60 % de la cobertura y la restante, la red separativa (red de alcantarillado de aguas servidas y sistema de drenaje) que es más reciente y continúa extendiéndose. Actualmente, ambos sistemas a cargo de la Intendencia de Montevideo se proyectan, construyen y gestionan en simultáneo, resolviendo todos los problemas de interferencias e interconexiones.

Montevideo viene desarrollando un Plan de Saneamiento Urbano (PSU) que actualmente está en la etapa IV. El PSU IV apunta a brindar una cobertura del 100 % al área urbana de Montevideo. Esa meta podrá alcanzarse en el año 2022, mediante los Planes de Saneamiento Urbano V y VI, que se prevén de cinco años cada uno.

En cuanto al tratamiento y disposición de las aguas residuales, desde mediados de la década de 1990 está en funcionamiento una planta de pretratamiento que recoge las aguas del este de la ciudad y un emisario que las vierte al Río de la Plata. Cuando la última etapa del PSU IV esté finalizada, el 100 % de la red de saneamiento de Montevideo tendrá una disposición final adecuada, con la incorporación de una nueva planta y un emisario para los vertidos de la zona oeste.

Figura 6.3 | Cobertura de alcantarillado por departamento | Fuente: DINAGUA

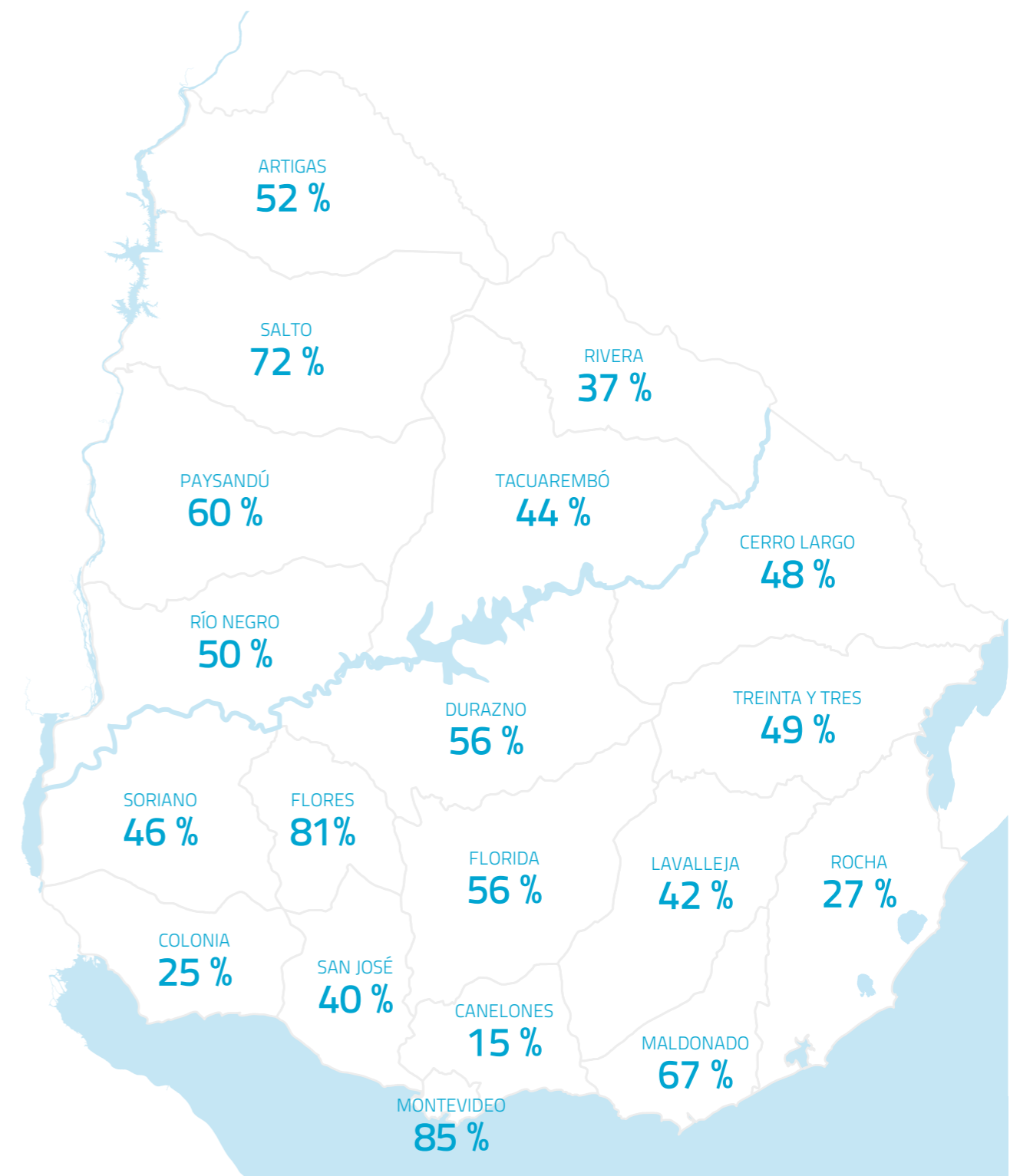
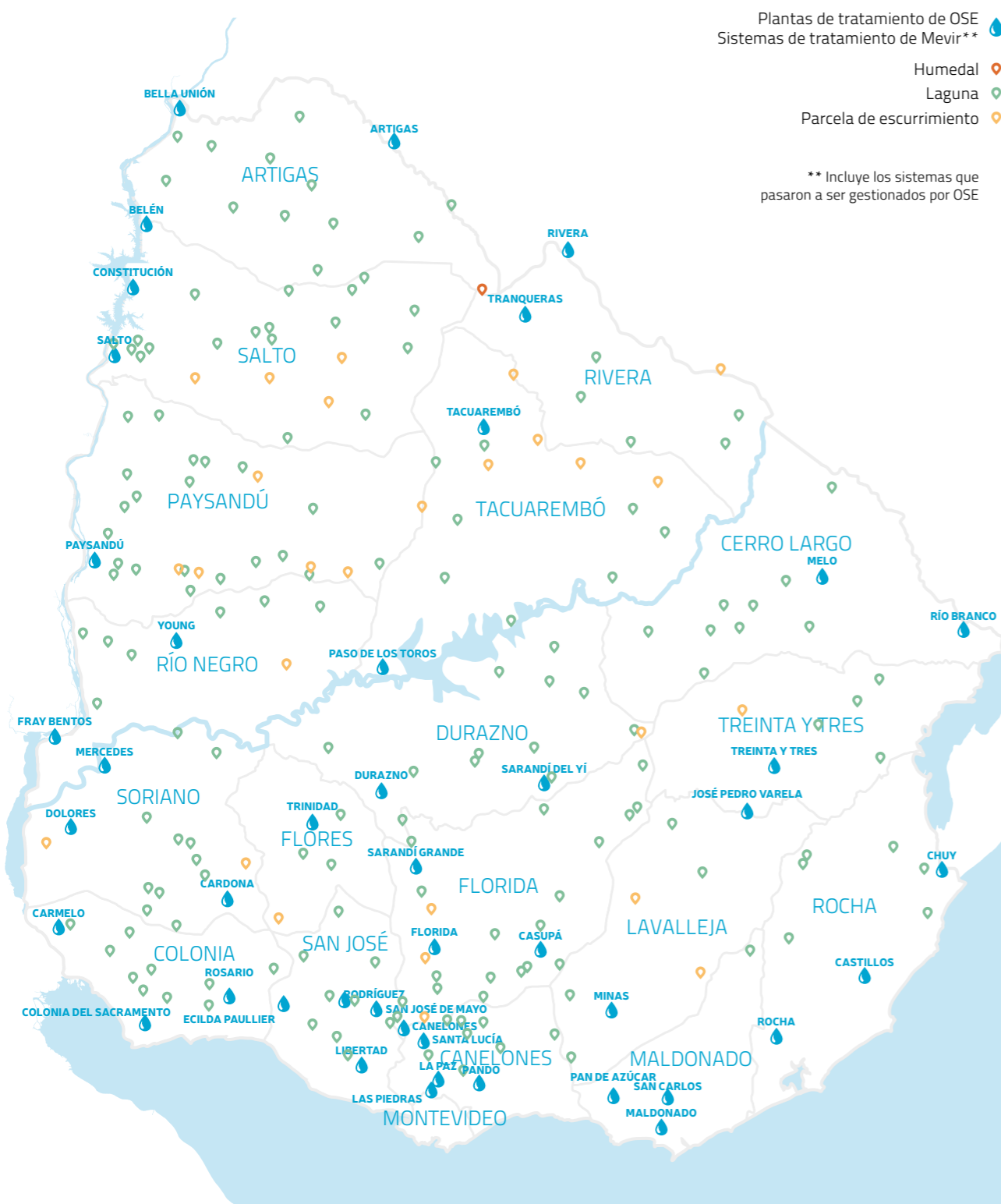


Figura 6.4 | Distribución de plantas de tratamiento de OSE y MEVIR | Fuente: DINAGUA



### Sistemas de saneamiento en el interior del país

Aproximadamente el 41 % de los hogares del interior del país tiene acceso al servicio de saneamiento a través de redes de alcantarillado, mientras que el 57 % utiliza fosa séptica o pozo negro (INE, 2011).

El servicio de saneamiento colectivo operado y administrado por OSE tiene cerca de 280 mil conexiones. Este sistema es de tipo separativo y únicamente atiende las aguas residuales. La cobertura del alcantarillado es disímil en los distintos centros urbanos del interior del país, superando el 60 % en algunas capitales (de 30 a 70 mil habitantes) y siendo menor al 30 % en otras. Importantes zonas del área metropolitana (mayores a 20.000 habitantes) permanecen aún sin red.

OSE cuenta con un plan de saneamiento para 75 localidades, con una proyección para el año 2030, realizado en base a una matriz multicriterio que se utiliza como herramienta para priorizar inversiones. En este plan no se prevé, a mediano plazo, la implementación de nuevos servicios de alcantarillado a poblaciones menores a 2.000 habitantes, ni la ampliación de redes existentes en zonas con densidades de población menores a ocho viviendas por cuadra (80 metros aproximadamente). Por otra parte, el 16 % de la población que tiene red de alcantarillado sanitario en el frente de su vivienda no está conectada a la misma. Para aumentar el número de conexiones, OSE y MVOTMA han desarrollado el Plan Nacional de Conexión al Saneamiento, destinado a brindar apoyo económico a hogares de menores recursos, para la ejecución de las obras de adecuación de la sanitaria interna y posterior conexión a la red de saneamiento.

Un aspecto a destacar, que se presenta en todo el país, son las interferencias e interconexiones entre los sistemas separativos de transporte y evacuación de aguas pluviales y de aguas cloacales. Los sistemas separativos no están diseñados para recibir las aguas pluviales de patios y azoteas, que deben canalizarse hacia la vía pública. En consecuencia, se presentan situaciones de trabajo a sobrepresión en la red, causando muchas veces retroceso de aguas por las conexiones y desbordes a la vía pública o alivio de caudales hacia colectores pluviales o cursos de agua, con los efectos negativos consiguientes.

Respecto al tratamiento y disposición final de los efluentes, a partir de la década de 1990, OSE ha hecho foco en la mejora de la calidad de los vertidos de los centros urbanos que tienen redes de saneamiento. Aproximadamente el 80 % de las viviendas conectadas a las redes de saneamiento en el interior del país tie-

nen como destino una planta de tratamiento de efluentes. No obstante, casi todas las ciudades ubicadas sobre el río Uruguay, el río Negro o el Río de la Plata aún vierten con pre-tratamiento (a excepción de Paso de los Toros). Para estas ciudades existen proyectos de mejora de la calidad del vertido. También cuentan con recolección y tratamiento de efluentes gestionados por OSE la mayoría de los núcleos habitacionales de MEVIR. (Tabla 6.2)

### 6.1.3.2 | Soluciones individuales

Los Gobiernos departamentales regulan las instalaciones sanitarias internas de las viviendas y la construcción de soluciones individuales para el saneamiento (fosas sépticas o pozos negros) así como la prestación del servicio de barométricas<sup>68</sup> para su vaciado. También actúan como promotores de la extensión de los servicios de agua y alcantarillado, contribuyendo en algunos casos con aportes mediante convenios para la ejecución de obras de infraestructura (redes de agua y alcantarillado). Las intendencias son las encargadas del control de los servicios de barométricas y su habilitación. De la población urbana del interior del país, el 58 % cuenta con pozos negros, los cuales son gestionados por sus usuarios. Para su correcta operación, un pozo impermeable debería ser vaciado con una frecuencia al menos quincenal y su contenido debería ser transportado por camiones barométricos hasta instalaciones adecuadas para su tratamiento, previo a su disposición final.

El servicio de barométrica representa un alto costo operativo para los usuarios. Por ello, estos sistemas que en teoría son impermeables, frecuentemente presentan pérdidas superficiales y/o subterráneas, vertiendo su contenido a las cunetas o infiltrando al terreno circundante. Una variante de esta operativa es la descarga directa de aguas grises (lavados y cocina) a la vía pública para aumentar así el tiempo que tarda en llenarse el pozo. Según datos del Censo Nacional de 2011, sólo el 65 % de los hogares con pozo negro utiliza el servicio de barométrica para vaciar los sistemas. Según una estimación de DINAGUA, si el 100 % de éstos fuesen completamente impermeables, la capacidad operativa de los camiones barométrica en los departamentos del interior apenas alcanzaría para satisfacer al 16 % del total de los efluentes vertidos a los pozos. Por otra parte, los sitios de disposición de los efluentes para recibir al servicio de barométrica son insuficientes y en muchos casos inadecuados.

68 | Término comúnmente utilizado para referirse a los camiones cisterna que succionan líquidos y lodos residuales.

Tipo	Cantidad
Sistemas de lagunas	154
Lodos activados	15
Parcelas de escurrimiento	14
Laguna aireada	1
Zanjas de oxidación	5
Reactor anaerobio de flujo ascendente	1
Tratamiento físico químico	2
Tanque Imhoff	1
Vertido directo	8

Tabla 6.2 | Plantas de tratamiento gestionadas por OSE



### 6.1.3.3 | Impactos del saneamiento en la calidad de los recursos hídricos

La disposición final de las aguas residuales de origen doméstico en los cursos de agua impacta en su calidad. El Decreto N° 253 establece las condiciones en que deben realizarse esos vertidos. Desde la década de 1930 el país incorporó el tratamiento de líquidos residuales, construyendo bajo la órbita del Ministerio de Obras Públicas unidades de tratamiento primario con digestión de lodos (tanques Imhoff) en todas las capitales departamentales. Desde entonces, se han ampliado las coberturas e incorporado tecnologías. En las últimas décadas se ha avanzado en la remoción de nitrógeno (proceso de nitrificación) y fósforo (precipitación química) con el objetivo de reducir las cargas de nutrientes en los cursos receptores. Al igual que para las industrias, DINAMA realiza el control de los vertidos. Con respecto al impacto de los sistemas individuales, como ya se ha reseñado, hay una gran cantidad de pozos negros que no son impermeables por lo que el agua residual se infiltra en el subsuelo en condiciones no controladas y puede incidir en la calidad del agua subterránea. Como consecuencia de ello pueden deteriorarse la calidad de estas aguas en las inmediaciones de los centros poblados, en particular por el aumento de la concentración de nitratos. Otro problema lo representa la disposición de los líquidos recolectados por camiones barométricos, en general con escasos controles.

### 6.1.3.4 | Desafíos del sector saneamiento

Para alcanzar la universalización del saneamiento, mediante sistemas que sean económica, sanitaria y ambientalmente sostenibles, se requiere la planificación a largo plazo del servicio, integrando a sus políticas el concepto del ordenamiento territorial.

Se enumeran a continuación algunos desafíos del sector a nivel país:

- Alcanzar para el año 2030 el acceso a saneamiento adecuado para toda la población
- Ampliar la cobertura de redes de alcantarillado
- Aumentar las conexiones en áreas cubiertas por redes
- Continuar la incorporación de tecnologías para el tratamiento y disposición de líquidos residuales, buscando la eficiencia de los procesos y teniendo en cuenta las características del cuerpo receptor
- Contar con soluciones de saneamiento estático ambientalmente sustentables, adecuadamente gestionadas y económicamente eficientes
- Actualizar la normativa sobre efluentes para aguas residuales domésticas de origen no doméstico

### 6.1.4 | Drenaje urbano y aguas pluviales urbanas

La presencia física de la ciudad y sus actividades hacen que los procesos naturales de precipitación-infiltración-escurrimiento se vean afectados, ya que las ciudades tienden a aumentar el área impermeable, lo que disminuye la infiltración y aumenta el volumen y velocidad de la escorrentía. A su vez, las aguas pluviales, a su paso por la ciudad, se cargan de contaminantes que son arrastrados hacia las cañadas y arroyos urbanos, afectando su calidad.

Por otra parte las aguas pluviales son un recurso de las ciudades, ya que brindan múltiples beneficios, permitiendo la existencia de espacios verdes, áreas de esparcimiento y el arrastre de contaminantes. El desarrollo de la ciudad, en un enfoque tradicional, implicó instalar infraestructuras que permitieran controlar y encauzar los escurrimientos, de modo de poder realizar desarrollos urbanos conformando un servicio de drenaje pluvial, con lógicas de gestión, áreas de cobertura y necesidades de inversión propias.

Actualmente se propone a nivel internacional avanzar hacia una gestión sustentable de las aguas urbanas, considerando no solo la cantidad sino la calidad de la misma, y como ésta se integra a la ciudad. Por otra parte, aun contando con servicios idóneos, el sistema pluvial puede verse desbordado, generando riesgos para la población, lo que requiere un enfoque de gestión de riesgo, en particular asociado a las cañadas y arroyos internos de las ciudades. En nuestro país los organismos encargados de la gestión de las aguas pluviales son las intendencias departamentales. En el caso de Montevideo, al ser un sistema unitario, esta gestión es realizada junto al servicio de saneamiento. Para la financiación de las obras, las intendencias cuentan con recursos propios obtenidos por medio de impuestos, tasas departamentales y fondos nacionales e internacionales gestionados por Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). Es el poder ejecutivo departamental el que, priorizando las necesidades de cada ciudad, decide a qué obras y localidades se destinan estos recursos. Por otra parte, la intendencia de Montevideo ha contado históricamente con préstamos BID que financian las obras de saneamiento y drenaje pluvial. Los problemas de drenaje pluvial afectan a capitales departamentales como a pequeñas localidades.<sup>69</sup>

Más de 60 centros poblados son afectados por problemas de drenaje urbano, resultando 70 % de los casos considerados medios o graves (MVOTMA/DINAGUA, 2011).

69 | Esta sección se desarrolla en base a la experiencia y a diagnósticos previos elaborados por DINAGUA y otras instituciones, sintetizadas en varias publicaciones, en particular IANAS (2015). "Aguas urbanas en Uruguay: avances y desafíos hacia una gestión integrada", Desafíos de las Aguas Urbanas en las Américas, Interamerican Network of Academies of Sciences, 2015.

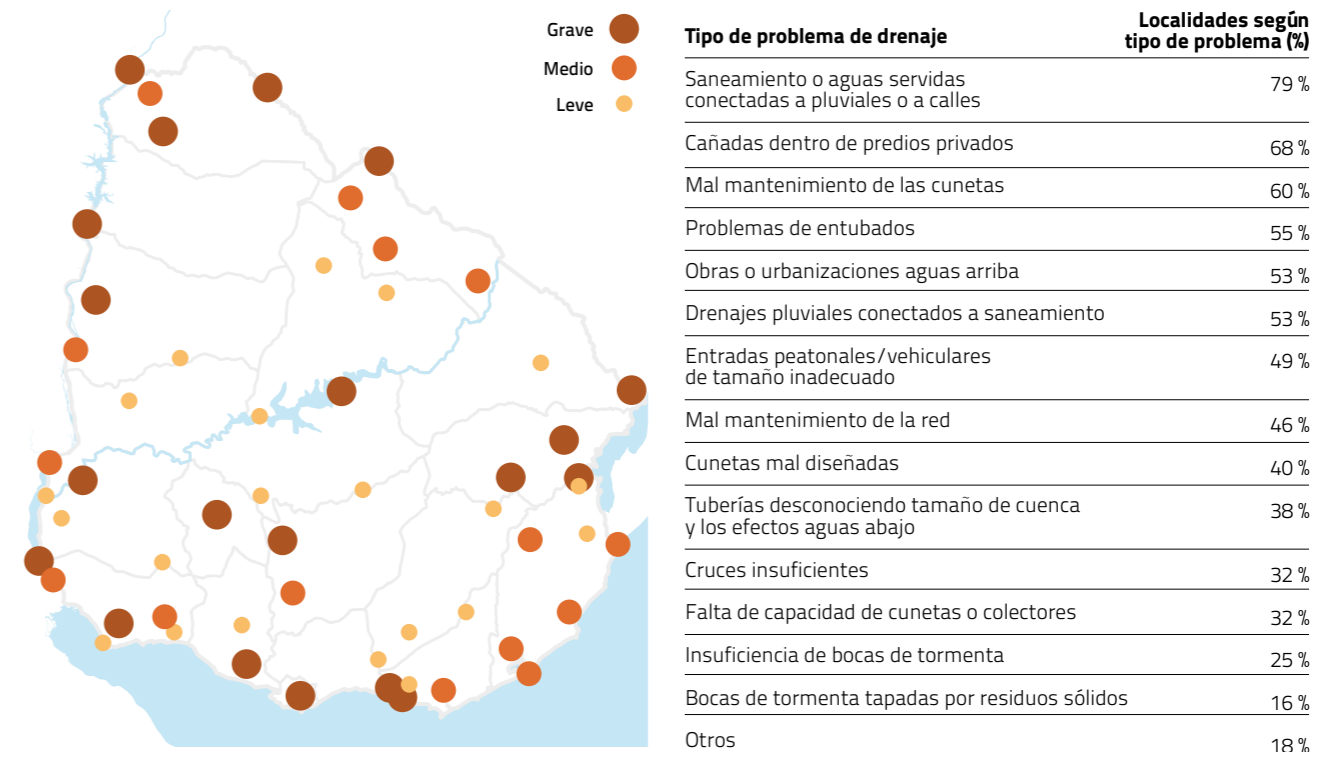


Figura 6.5 | Ciudades con problemas de drenaje y tipo de problema de drenaje, ordenado según porcentaje de localidades que lo presentan | Fuente: DINAGUA

### Avances y desafíos del manejo de las aguas pluviales

Uno de los principales desafíos en el manejo de las aguas pluviales es contar con las fuentes de financiación que permitan solucionar estos problemas. Sin embargo, incluso disponiendo de estos niveles de inversión, la gestión de las aguas pluviales mantendría algunos problemas que no se resuelven sólo con recursos económicos, como las dificultades de coordinación, de planificación a mediano y largo plazo y de visión sectorial que aún se mantiene en nuestro país. En IANAS 2015 se han identificado los principales avances y desafíos en el sector. A continuación se describen algunos de ellos.

**Coordinación con planes locales de ordenamiento territorial**, en particular con la previsión de áreas de expansión de la ciudad, propuesta de parques lineales sobre arroyos o cañadas, limitación de factor de impermeabilización de suelo, entre otros.

**La integración con otros proyectos de infraestructura urbana**, a partir de reconocer posibles sinergias entre los diversos subsectores, comienza a ser común; por ejemplo, la realización de proyectos que integran obras de drenaje pluvial con saneamiento, vialidad o parqueización.

**Experiencias de control en la fuente**, tanto en Montevideo como más recientemente en otras ciudades, donde se han definido en la normativa medidas de limitación de la impermeabilización de suelo o de amortiguación dentro de padrones.

**Estanques de amortiguación en el espacio público**, por ejemplo, la construcción de estanques de retención ha permitido reducir el impacto de inundaciones en varias zonas de Montevideo y el interior, logrando también en varios casos aprovechamientos para el uso público.

**Experiencias de reparto de cargas y beneficios**, a partir de permitir excepciones en la normativa de edificación, han logrado que privados construyan a su cargo algunas obras de drenaje pluvial.

**Planificación conjunta**. Las experiencias de planificación y obras coordinadas han evidenciado la necesidad de realizar planes integrales de aguas. Así, se han iniciado los Planes de Aguas Urbanas en Salto, Young y Ciudad del Plata, que involucran aguas subterráneas, inundaciones, agua para uso industrial y residencial, drenaje pluvial, efluentes industriales y saneamiento, así como su articulación con residuos sólidos y planificación territorial.

**Actualización de PDSUM**. Montevideo cuenta con un plan director que definió las obras y actividades desarrolladas en los últimos 20 años. Actualmente se encuentra en etapa de ejecución una actualización de este plan, cuyo horizonte de proyección es el año 2050.



Intersección de las calles Comercio y Rivera | Montevideo

## 6.2 | Agua para el ambiente

El régimen hidrológico con su variabilidad natural es fundamental para sostener la biodiversidad e integridad ecológica y, en consecuencia para mantener los servicios ecosistémicos en todos los ecosistemas.

### 6.2.1 | Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son definidos como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas y las especies que los componen sustentan y satisfacen la vida humana (Daily, 1997). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005) los conceptualiza como los beneficios que los ecosistemas proveen a la sociedad y los clasifica en servicios de provisión, de regulación, de soporte y culturales.

Entre los servicios ecosistémicos vinculados al agua se encuentran:

- a) Aprovechamiento de agua (uso doméstico, riego, uso industrial, generación de energía hidroeléctrica) y otros recursos naturales acuáticos (pesca, fibra, otros)
- b) Hábitat de biodiversidad acuática (sitio de alimento, refugio y reproducción de aves, peces, anfibios, algunos mamíferos e invertebrados, incluyendo vegetación acuática, microorganismos, etc.)
- c) Mantenimiento del ciclo hidrológico
- d) Regulación del clima
- e) Amortiguación de crecidas, prevención de erosión y recarga de aguas subterráneas
- f) Regulación de la calidad de agua por procesos de sedimentación, retención de nutrientes y otras sustancias químicas
- g) Valores culturales: valor paisajístico, antropológico y sitio de recreación

Se enumeran a continuación los servicios ecosistémicos que se pueden asociar a los principales ecosistemas presentes en el país y que están en gran medida vinculados con el agua:

- En el pastizal se da la protección y reposición de la fertilidad de los suelos, el control de erosión (que repercute en la mejora de la calidad de aguas), la amortiguación de inundaciones y la provisión de productos agropecuarios, así como también se destaca el secuestro de CO<sub>2</sub>. (Bilenca y Miñarro, 2004, y Cracco *et al.*, 2007)
- En los bosques ocurre la protección de suelo y agua, la reducción del riesgo de erosión y de inundación. Además, son hábitat de flora y fauna, también ocurre la fijación de C, son fuente de leña y otros productos derivados y poseen valores socioculturales. (González *et al.*, 2005)
- En los humedales se da la recarga de agua subterránea, protección de línea de costa, mitigación de inundación y de erosión, depuración de las aguas. Son fuente de agua, hábi-

at para biodiversidad y sitios de recreación y tienen valores socioculturales.

- Los ecosistemas costeros amortiguan eventos extremos, son hábitat de biodiversidad, sustento de pesquerías, sitios de recreación y poseen valor paisajístico (Cronk y Fennessy, 2001). En particular, las lagunas costeras son importantes zonas de reproducción y alimentación para aves acuáticas residentes y migratorias, y también para las especies de peces y anfibios, a la vez que tienen una alta riqueza florística asociada. (DINAMA 2014)

### 6.2.2 | Fuentes de presión sobre ecosistemas y biodiversidad

Entre las principales presiones sobre la biodiversidad y los ecosistemas a nivel mundial se encuentran la pérdida y degradación del hábitat, la contaminación y carga excesiva de nutrientes, la sobreexplotación y uso insostenible y la introducción de especies exóticas invasoras, a lo que se suma el efecto del cambio climático. Estas presiones a su vez actúan de forma combinada (CDB 2010).

El estado de conservación del pastizal que ocupa gran parte de la matriz de la cuenca hidrográfica repercutirá en los ecosistemas acuáticos. Este ecosistema terrestre es uno de los más afectados por la intensificación en el uso del suelo (DINAMA, 2014). En FAO-DINOT (2015) identifican un decrecimiento de 8,6 % de la superficie ocupada por vegetación herbácea natural entre el año 2000 y el 2011. De forma coincidente, según datos del censo agropecuario (MGAP, 2015) la superficie dedicada a la ganadería en 2011 mostró una reducción del 9 % en comparación al año 2000. Estos autores indican que el campo natural como componente fundamental del área dedicada a la ganadería mostró una sostenida disminución debido al incremento de la forestación y la agricultura de secano.

Los humedales, incluido el bosque asociado, son principalmente afectados por la pérdida y degradación del hábitat (DINAMA, 2014), lo cual puede ocurrir como consecuencia de varias acciones que en gran parte también modifican el régimen hidrológico tales como: deforestación, desecación, canalización, desvío de cursos de agua u otras obras hidráulicas, de infraestructura o urbanización en zonas inundables, así como el impacto de incendios que pueden intensificarse en períodos de sequía. Además, la forestación con especies exóticas para la fijación de dunas y su posterior urbanización genera signos de erosión costera (Gutiérrez y Panario, 2006). En particular, la construcción de embalses sin un diseño adecuado interrumpe el paso de especies de peces llegando a ocasionar extinciones locales de estas especies o de otras que dependan de éstas (Soutullo *et al.*, 2013), a lo que se suma la interrupción de la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua. En tal sentido es fundamental contar con un adecuado manejo del embalse y de los suelos aguas arriba para evitar la colmatación y los problemas de calidad de agua que traen aparejados, así como la generación de condiciones propicias para la eutrofización.

La degradación y pérdida de hábitat y la contaminación son causas del deterioro de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos, afectando a la biota y a otros componentes del sistema, incluido al recurso hídrico, al funcionamiento del sistema y por tanto a los servicios ecosistémicos. La contaminación puntual se da por aguas residuales o agroindustriales cuando no hay tratamientos o son insuficientes, o por efluentes industriales cuando

son incompletos. La contaminación difusa es producto de prácticas que promueven la erosión y el escurrimiento de nutrientes desde la cuenca hidrográfica hacia los cuerpos de agua; y la contaminación con residuos sólidos en los cursos de agua. Sumado a esto, el ingreso de ganado a abreviar a los márgenes de los cuerpos de agua genera erosión del suelo y afecta la calidad de agua.

Por otra parte, en situaciones de déficit hídrico, la falta de caudales suficientes para el funcionamiento del ecosistema impacta en la biota acuática (incluidos recursos pesqueros) además de repercutir en problemas de calidad de agua.

En el ecosistema costero y marino los recursos pesqueros tradicionales y algunas especies de moluscos marinos se hallan plenamente explotados, con signos de sobreexplotación para algunas especies (Defeo *et al.*, 2009). Problemática que se suma al deterioro de la calidad de agua, a la urbanización desordenada y al desarrollo turístico insostenible, que intensifica las demandas y los impactos, identificados como amenazas para varios grupos taxonómicos (Soutullo *et al.*, 2013).

La industria extractiva, la minería, incide directamente en el ambiente y en particular en el agua. Los impactos que ésta genera en el entorno dependen del tipo de explotación, y entre los posibles se identifican daño a la tierra, liberación de sustancias tóxicas, drenaje ácido de minas, afectación a la salud y en la seguridad de los trabajadores (MVOTMA-DINAMA, 2014).

Las especies exóticas invasoras pueden ocasionar degradación ecológica, pérdidas económicas y daños a la salud (PNUD 2008). En DINAMA (2014) se presenta una lista de especies exóticas invasoras consensuadas en el año 2012 por el Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras. En Masciardi *et al.* (2010) se muestra que los grupos con mayor número de especies exóticas invasoras registradas en nuestro país se dan principalmente en las plantas vasculares, seguido de los peces y los moluscos. La acuicultura puede ser una amenaza en este sentido, dado que es posible introducir especies exóticas, intencional o accidentalmente, en ambientes naturales y causar graves daños a la diversidad y al funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Loureiro *et al.*, 2013).

Dada la transversalidad de la temática del agua es necesario articular esfuerzos a nivel interinstitucional para contribuir hacia una gestión integrada de los recursos hídricos. En ese sentido, es necesario mejorar el conocimiento sobre servicios ecosistémicos a nivel nacional y aplicar herramientas de gestión que ofrezcan soluciones a las problemáticas de pérdida de estos servicios, que repercuten en la calidad y disponibilidad de agua. Por otra parte, desde los ámbitos de participación es necesario analizar la situación en torno a dichas problemáticas y ofrecer soluciones que pueden ser acordadas.

Exportaciones 2016	(Millones US\$)	%
Carne	1.443	17 %
Celulosa	1.242	15 %
Soja	800	10 %
Lácteos	563	7 %
Arroz	434	5 %

## 6.3 | Agricultura, ganadería y forestación

El sector agroindustrial es uno de los determinantes de la economía uruguaya, explicando el 12,4 % del PIB durante el año 2015 y el 78 % del total de bienes exportados por el país durante el año 2016.<sup>70</sup>

Los principales productos de exportación de Uruguay provienen de estos sectores productivos, con un comportamiento dinámico, condicionado principalmente por los precios internacionales, la demanda y la rentabilidad.

Basado en esta estructura productiva, en los últimos años se han operado cambios significativos en el uso de los recursos naturales, principalmente suelo y agua, buscando el aumento de la producción, del producto y de las exportaciones.

En la tabla 6.4 se presentan los usos del suelo y la variación entre años. En la figura 6.6 se muestra la distribución de las regiones agropecuarias en el territorio y su evolución.

Particularmente, a partir del año 2002 se ha desarrollado un proceso de intensificación y expansión agrícola. Los principales cambios tecnológicos asociados al mismo son: la adopción de siembra sin laboreo, el empleo de cultivos transgénicos, el cambio desde una agricultura basada en cultivos de invierno a una basada en cultivos de verano fundamentalmente soja, la disminución de pasturas dentro de la rotación, la implementación de sistemas de agricultura continua y el desarrollo de sistemas agrícolas en nuevas zonas de producción no tradicionalmente agrícolas.<sup>71</sup>

La actividad que ocupa la mayor área es la ganadería, predominando la vacuna sobre la ovina, asentada principalmente en el pastoreo sobre campo natural. Combinada con otras actividades agrega una importante superficie, con lo cual llega a ocupar un 65 % de la superficie productiva. Si bien la superficie ha disminuido al pasar parte de esas tierras a actividades como la forestación y la agricultura, el rodeo nacional se ha mantenido históricamente en los 12 millones de vacunos.

70 | <http://www.uruguayxxi.gub.uy/es/sector-agroindustrial-representa-el-78-de-las-exportaciones-de-bienes-de-uruguay/>

71 | Fernando García Préchac, Oswaldo Ernst, Pedro Arbeleche, Mario Pérez Bidegain, Clara Pritsch, Alejandra Ferenczi, Mercedes Rivas. *Intensificación agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural*. Colección Art. 2. Udelar, 2010.

Tabla 6.3 | Principales rubros de exportación, año 2016 | Fuente: Uruguay XXI



Existen áreas donde se complementan la agricultura con la ganadería. La agricultura como actividad dominante se localiza principalmente en el litoral sur, en los suelos de mayor fertilidad con clara aptitud agrícola. La frontera agrícola creció a influjo del precio, especialmente de los oleaginosos y se ha retraído luego por las mismas causas, debiendo existir un equilibrio entre los costos de transporte a puertos y la producción obtenida.

La forestación acompaña a los suelos declarados de prioridad forestal correspondiendo a pastizales arenosos de baja fertilidad, suelos arenosos en el norte del país y suelos pedregosos en zona de sierras del sur-este.

El cultivo de arroz se encuentra vinculado a planicies y llanuras fluviales, con cierta facilidad de inundación, necesaria en etapas de este cultivo.

La intensificación y la expansión productiva del sector agropecuario ejercen presión sobre los recursos naturales, incidiendo sobre el recurso agua en términos de cantidad y calidad. Esta incidencia es muy variada y depende de muchos factores, como el tipo de producción, localización, tecnología disponible, etc. Uno de los principales problemas ambientales asociados a la producción agropecuaria es la erosión hídrica de los suelos, esto provoca daños en el suelo que se erosiona y en los ecosistemas acuáticos en donde se depositan los sedimentos. Como forma de prevenir la erosión hídrica se han instrumentado diversas acciones dentro de las cuales destacan los Planes de Uso y Manejo de Suelos

y Aguas que se implementan desde hace varias décadas para la agricultura regada y, recientemente, se ha incorporado la agricultura de secano.

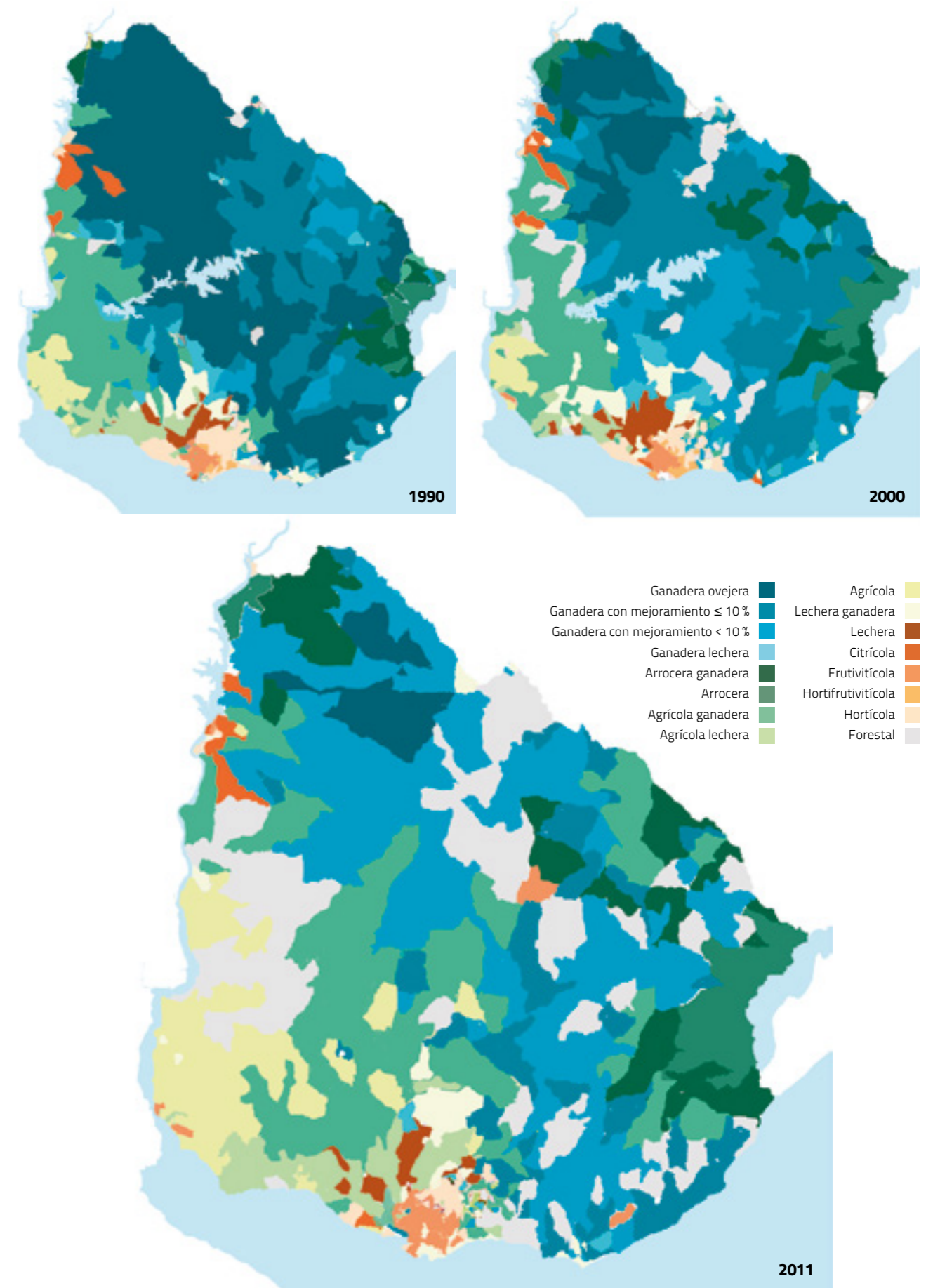
El uso predominante de las aguas superficiales en el país corresponde a la agricultura regada, representando el 77 % del volumen de uso anual. Dentro de éste se destaca el arroz como el principal consumidor con aproximadamente el 80 % del mismo.

Dado el régimen hídrico de Uruguay, el riego es utilizado principalmente como suplemento en períodos secos, buscando atenuar la distribución irregular de las lluvias, salvo en el caso del arroz donde el uso del agua es condición necesaria para la producción.

El almacenamiento de agua para riego es dominado por estrategias individuales y la distribución se realiza mayormente por gravedad, aunque han crecido en número el uso de sistemas mecanizados en los últimos años al amparo de la promoción de inversiones, el aumento del rendimiento y los precios internacionales de los productos.

El riego se ha desarrollado en Uruguay con el impulso de la expansión de los cultivos de arroz, caña de azúcar, frutas y hortalizas. A raíz de esto, la mayoría de la infraestructura de riego (principalmente embalses, tomas y pozos) se encuentra localizada en las zonas norte y noreste (zona arrocería) y en el sur del país (zona frutícola y hortícola).

Figura 6.6 | Regiones agropecuarias en 1990, 2000 y 2011 | Fuente: MGAP-DIEA, Censos Agropecuarios 1990, 2000 y 2011



	Miles de ha			Variación (miles de ha)		%			Variación (en %)	
	1990	2000	2011	2000/1990	2011/2000	1990	2000	2011	2000/1990	2011/2000
Ganadería	14.589	14.727	13.396	138	-1.331	92	90	82	1	-9
Agricultura	693	673	1.604	-20	931	4,4	4,1	10	-2,9	138,4
Forestación	186	661	1.071	475	410	1,2	4	7	255	62
Otros usos	336	359	286	23	-73	2,1	2,2	2	7	-20
<b>Total</b>	<b>15.804</b>	<b>16.420</b>	<b>16.357</b>	<b>616</b>	<b>-63</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,4</b>

Tabla 6.4 | Usos del suelo, variación entre años según actividad | Fuente: MGAP, 2015

### 6.3.1 | Sector agrícola

En Uruguay la superficie total bajo riego aumentó cuatro veces desde el año 1970 (52.000 hectáreas) hasta el año 2015, en que se estimaron 205.000 hectáreas regadas de las cuales: 180.000 son de arroz y 25.000 de otros cultivos. Del año 2000 en adelante, el cultivo de arroz no ha seguido creciendo, sin embargo, se ha expandido la agricultura extensiva de secano pasando de 400.000 a 1.500.000 hectáreas de cultivos entre los años 2000 y el 2015 (MGAP/DGRN, 2016). Este fenómeno se debió principalmente al crecimiento de cultivos de verano, en particular el cultivo de soja. El aumento en el precio internacional de los granos y las innovaciones tecnológicas en los sistemas productivos provocaron un gran incremento en el área de siembra y consecuentemente un aumento en el precio de la tierra, lo que ha generado, a su vez, importantes cambios estructurales (MGAP, 2016).<sup>72</sup> El dinamismo del riego en los últimos 10 a 15 años se debió principalmente a la expansión del área irrigada en agricultura extensiva de secano (grano y forrajeros) y luego en pasturas.

Toda el área bajo riego debe presentar y cumplir con un plan de uso de suelos y aguas que implica la tramitación y posterior aprobación conjunta del MVOTMA y MGAP. Para el caso de la agricultura de secano, frente a la nueva realidad del sector agropecuario y con el objetivo de promover la implementación de sistemas de producción sustentables que garanticen la productividad de los suelos en el largo plazo, el MGAP exige un Plan de Uso y Manejo Responsable de Suelos<sup>73</sup> para superficies mayores a 100 hectáreas. Estos planes deben considerar los suelos del predio, las prácticas de manejo, la secuencia de cultivos y la erosión tolerable estimada con la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos (USLE). Para ello, las rotaciones de cultivos deben ajustarse a la real capacidad de uso de los mismos y el manejo debe respetar las normas técnicas establecidas en la reglamentación de la Ley N° 15.239. Actualmente, el 96 % del área sembrada del país cuenta con planes de uso y manejo de suelos, correspondientes a aproximadamente 1,5 millones de hectáreas agrícolas.

El MGAP ha implementado una "Estrategia de Fomento del desarrollo de la Agricultura regada en el Uruguay"<sup>74</sup> con el fin de incrementar la productividad del sector. Se espera que la capacidad de riego aumente en donde se desarrolla la agricultura de secano, por lo que el crecimiento del riego no implicaría cambios en el uso del suelo, debido a que se va a regar parte del área que hoy ya está en agricultura o con pasturas artificiales.

Desde hace varias décadas y dadas las características del cultivo, los establecimientos cuentan con planes de uso de suelos y aguas tramitados y aprobados por el MVOTMA (DINAGUA) y el MGAP (DGRN) de forma conjunta. Asimismo, cuentan con manuales de buenas prácticas.

72 | MGAP/OPYPA, Riego en Uruguay: estrategias para su desarrollo. Mariana Hill. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego\\_en\\_uruguay\\_estrategias\\_para\\_su\\_desarrollo.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego_en_uruguay_estrategias_para_su_desarrollo.pdf)

73 | De acuerdo al artículo 5 del Decreto N° 405/2008.

74 | [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy) (solapa Agua para la producción).

### 6.3.2 | Sector arrocero

El 95 % de la producción de arroz en Uruguay se exporta y nuestro país ocupa el 8° lugar como exportador mundial de arroz. A escala nacional, es el segundo rubro agrícola en divisas generadas (Anuario Estadístico DIEA, 2016). El 100 % del área de cultivo de arroz en Uruguay se realiza bajo riego, utilizando en promedio 13.000 m<sup>3</sup>/ha considerando el volumen aportado por el riego y las precipitaciones ocurridas durante la estación de desarrollo del cultivo.<sup>75</sup>

Hasta el año 2000 el motor del crecimiento del riego fue el arroz, representando entre el 70 y 80 % del área regada (MGAP, 2016).<sup>76</sup>

El cultivo de arroz está condicionado por la aptitud de los suelos. La zona de mayor desarrollo del cultivo es el este del país (suelos planosoles), correspondiéndole el 70 % del área total. El área sembrada ocupa entre 160.000 y 195.000 ha, siendo muy sensible a la rentabilidad del cultivo y a la disponibilidad del recurso hídrico. La tabla 6.31 muestra la evolución del área sembrada por región desde la zafra 2006/2007 a 2013/2014 y el rendimiento en kg de arroz por hectárea sembrada.

El tipo de riego varía según las características de la región, caracterizándose en el centro del país el riego por gravedad, principalmente a través de embalses (66 %), y en la zona este el 59,8 % se realiza con bombeo por tomas directas. (Tabla 6.6)

El bombeo se realiza en su mayoría con energía eléctrica, facilitada por los procesos de electrificación rural que han ocurrido en los últimos años. La disponibilidad de agua mediante toma directa varía según la zona. Mientras en la zona este no habría capacidad para ampliar el bombeo, en la zona centro existe la restricción del uso del agua para la generación de energía hidroeléctrica. En la zona norte dependerá de hacia dónde se dé la expansión. En todos los casos el represamiento puede ser considerado como la forma posible de ampliar la disponibilidad.

Según los resultados obtenidos en el estudio "Sostenibilidad de la intensificación del arroz en Uruguay desde 1993 a 2013",<sup>77</sup> en los últimos 20 años el arroz incrementó sus rendimientos en un 70 % y su área de cultivo en un 18 %. El consumo de agua por superficie se mantuvo prácticamente estable, mientras que la productividad del agua, medida como kg de arroz por metro cúbico utilizado, indica un incremento del 41 % para igual periodo de estudio, realizando un uso más eficiente del recurso, mediante la modificación de otras variables del paquete tecnológico que se utiliza. Es importante destacar que el cultivo se realiza utilizando la rotación con pasturas, con las ventajas que eso tiene para la conservación del suelo y la eficiencia en el uso de los fertilizantes (dosis promedio de 80 kg de nitrógeno/ha).

75 | Información aportada por la Asociación Cultivadores de Arroz, 2016.

76 | [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego\\_en\\_uruguay\\_estrategias\\_para\\_su\\_desarrollo.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego_en_uruguay_estrategias_para_su_desarrollo.pdf)

77 | Pittelkow, C.M.; Zorrilla De San Martín, G.; Terra, J.A.; Ricetto, S.; Macedo, I.; Bonilla, C.; Roel, A. *Sostenibilidad de la intensificación del arroz en Uruguay desde 1993 a 2013*, INIA, Uruguay, 2016.

Región	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14
<b>Total nacional</b>								
Área (en ha)	145.375	168.337	160.670	161.939	195.000	181.371	172.603	167.201
Producción (en T)	1.145.654	1.329.955	1.287.234	1.148.738	1.638.000	1.423.857	s/d	1.348.257
Rendimiento (kg/ha sembrada)	7.881	7.901	8.012	7.094	8.400	7.850	s/d	8.064
<b>Norte y Litoral Oeste</b>								
Área (en ha)	28.710	36.629	29.649	34.192	s/d	35.764	36.125	35.061
Producción (en T)	237.207	304.819	241.821	251.110	s/d	308.826	s/d	298.789
Rendimiento (kg/ha sembrada)	8.262	8.322	8.156	7.344	s/d	8.635	s/d	8.522
<b>Centro</b>								
Área (en ha)	10.621	18.874	16.989	13.175	s/d	15.922	16.899	15.378
Producción (en T)	85.867	144.137	138.486	86.593	s/d	135.006	s/d	117.636
Rendimiento (kg/ha sembrada)	8.045	7.637	8.152	6.573	s/d	8.479	s/d	7.650
<b>Este</b>								
Área (en ha)	106.044	112.834	114.032	114.572	s/d	129.685	119.579	116.762
Producción (en T)	822.580	881.000	906.927	811.035	s/d	980.025	s/d	931.832
Rendimiento (kg/ha sembrada)	7.757	7.808	7.953	7.079	s/d	7.557	s/d	7.975

Tabla 6.5 | Área sembrada, producción y rendimiento de arroz | Fuente: MGAP-DIEA, Encuesta Arrocería

El potencial de pérdida de N estimada aumentó en un 37 % fundamentalmente debido al incremento en el uso del fertilizante en los últimos años (figura 6.7-a). El riesgo de contaminación asociado al uso de agroquímicos presentó altas variaciones a lo largo de los años. Si bien el valor absoluto de la carga de ingredientes activos de agroquímicos ha aumentado levemente, las importantes variaciones en este indicador se deben fundamentalmente a la alta ecotoxicidad asociada a algunos herbicidas que integran las mezclas utilizadas en cada año (en particular el propanil) y al uso puntual de insecticidas en algunos años (figura 6.7-b). La huella de carbono se ha mantenido relativamente estable en el período, siendo las emisiones de metano asociadas al cultivo de arroz el mayor contribuyente a la misma (74 %) (figura 6.7-c). Al igual que lo sucedido con otros indicadores anteriores, el aumento de la productividad registrada en el período determinó una disminución significativa de las emisiones por kg de arroz. (Figura 6.7-d)

El análisis conjunto y simultáneo de una serie de indicadores productivos, de eficiencia y ambientales a lo largo de varios años, permite tener una visión integrada de los beneficios y desafíos que tiene la intensificación sustentable del sector arrocero uruguayo. En términos generales, se percibe una muy buena evolución en la performance de los indicadores productivos y de eficiencia del sistema de producción. De esta forma, se logra verificar la hipótesis de que algunas características diferenciadoras del sistema uruguayo, como es la muy buena integración vertical industria-productores-investigación, permiten tener un efectivo y eficiente ajuste de la genética y el manejo del cultivo, una rotación con períodos de pasturas con leguminosas y ganadería, que le confieren atributos que han sido centrales en permitir esta evolución. No obstante es necesario seguir mejorando el conocimiento de los factores que consolidarán estos atributos (ej: eficiencia del uso del N, baja carga de uso de agroquímicos, niveles de productividad, rotaciones) así como tener un especial cuidado sobre el potencial de toxicidad de algunos herbicidas y el uso generalizado de insecticidas.

Región	Superficie regada				
	Total (miles ha)	Por gravedad		Por bombeo	
		(miles ha)	(%)	(miles ha)	(%)
Este	116,8	47,0	40,2	69,8	59,8
Norte-Litoral Oeste	35,1	16,3	46,4	18,8	53,6
Centro	15,3	10,1	66,0	5,2	34,0
<b>Total</b>	<b>167,2</b>	<b>73,4</b>	<b>43,9</b>	<b>93,8</b>	<b>56,1</b>

Región	Superficie regada por bombeo				
	Total (miles ha)	Bombeo eléctrico		Bombeo diesel	
		(miles ha)	(%)	(miles ha)	(%)
Este	69,7	66,4	95,3	3,3	4,7
Norte-Litoral Oeste	18,8	16,5	87,8	2,3	12,2
Centro	5,2	4,6	88,5	0,6	11,5
<b>Total</b>	<b>93,8</b>	<b>87,5</b>	<b>93,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,7</b>

Tabla 6.6 | Superficie regada por bombeo por tipo de riego y tipo de energía utilizada | Fuente: MGAP-DIEA, Encuesta Arrocera

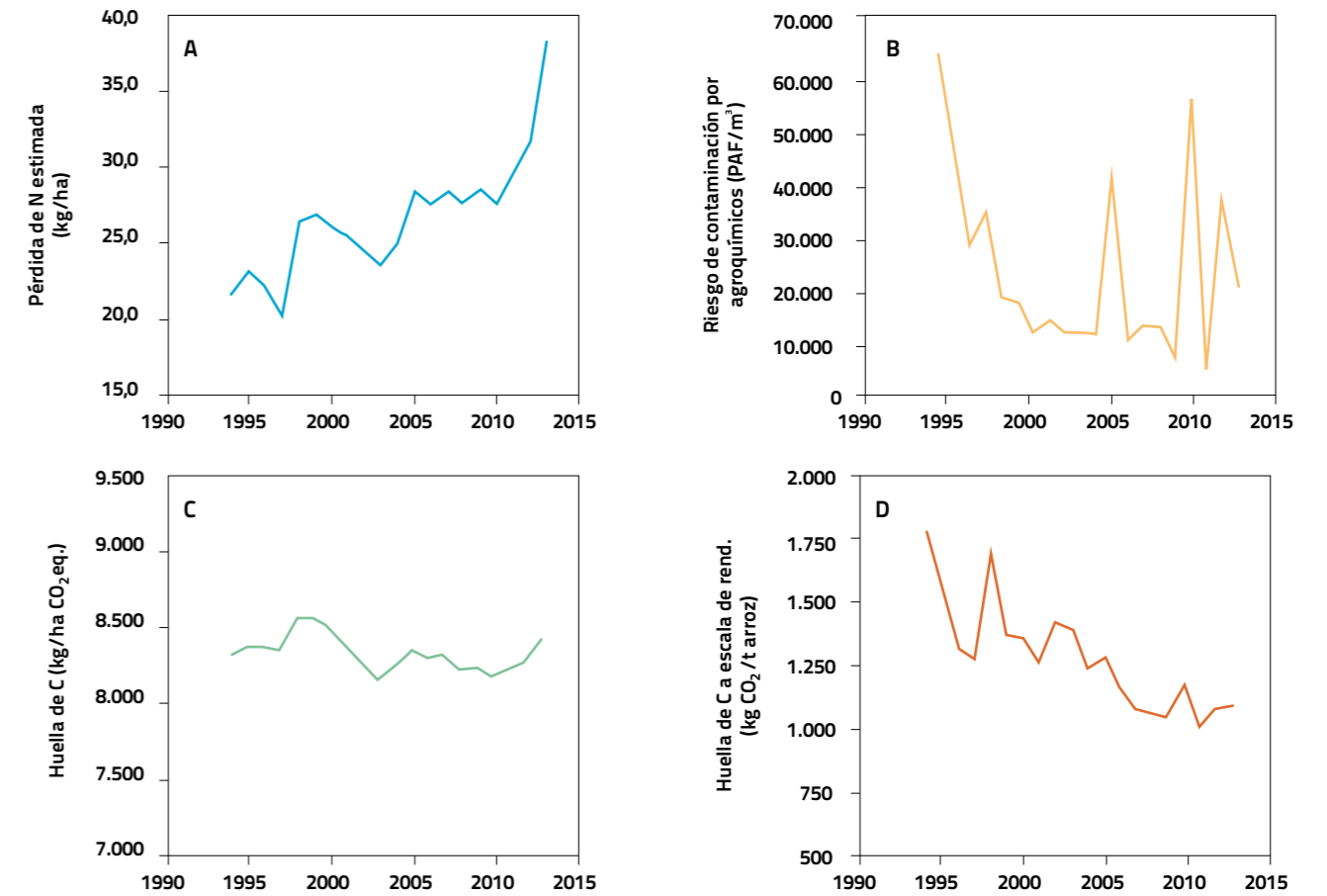


Figura 6.7 | Indicadores estimados de impacto ambiental para el sector arrocero en Uruguay a) riesgo de contaminación de N, b) riesgo de contaminación de agroquímicos c) huella de carbono, d) huella de carbono escalado por rendimiento Fuente: ACA, 2016

### 6.3.3 | Otros cultivos

Sin considerar los cultivos tradicionalmente regados (arroz y caña de azúcar), ha habido un crecimiento en el área regada de los cultivos soja y maíz.

La tecnología de los Pivot (microaspersión) que se está incorporando actualmente para este tipo de riego, utiliza el recurso en forma más eficiente y requiere poca mano de obra, por lo que el costo por hectárea es relativamente bajo. Hay que tener presente que la Ley de Inversiones ha jugado un papel muy importante en la incorporación de esta tecnología en el sector, que fue acompañada a su vez por una alta rentabilidad de los cultivos, provocando el desarrollo del riego.

Se debe considerar la eventual expansión del riego en cultivos de verano, teniendo en cuenta que en una coyuntura de precios favorables, el aumento de la producción justificaría las inversiones, especialmente en infraestructuras de embalses y distribución.

Desde el mes de marzo de 2016 están a consideración del Parlamento las modificaciones a la Ley de Riego N° 16.858, que buscan crear mecanismos de incentivo al desarrollo del mismo mediante exoneraciones impositivas y nuevas formas asociativas que promuevan el aumento de la inversión y la mejora de gestión en la utilización del agua con fines de riego.

Como conclusión se podría esperar un aumento en las demandas de agua con destino para riego agrícola, básicamente para

la zona ubicada en el litoral oeste. Un plan que considere la expansión del riego en cultivos de verano en esta zona y que quiera aprovechar el desarrollo que los mismos han tenido hasta el momento, requerirá prever infraestructura de embalse, distribución y conducción de agua.

### 6.3.4 | Sector pecuario

El sector lechero utiliza intensivamente los recursos tierra, agua y mano de obra. La alimentación del rodeo juega un rol esencial en los niveles productivos. En general los predios son pequeños y la mitad está bajo algún tipo de contrato de usufructo.

La superficie destinada a la lechería se distribuye en el suroeste del país. Del año 2000 a la fecha, el rodeo se ha mantenido estable en aprox. 420.000 vacas. Se ha logrado un aumento continuo de la producción basado en el uso intensivo de los recursos, en el año 2000 se producían 1.900 l/ha y en 2014 se alcanzaron los 2.800 l/ha.

Los tambos demandan agua en distintas operaciones desde el ordeño, limpieza de máquinas, salas y tanques de frío. Se estima en 10.000 hm<sup>3</sup> el consumo anual destinado a estas operaciones, a las cuales debe agregarse el abrevadero y riego de forrajes. En general, dado el tamaño de los predios y la calidad de agua requerida, la fuente principal son las aguas subterráneas.

Relacionadas a los mecanismos de tenencia de la tierra, se dificulta la realización de inversiones en infraestructura para la captación.

En el marco de la Ley N° 15.239, a partir del año 2016 se exige a los productores lecheros la presentación de un Plan de Uso y Manejo Responsable del Suelo, junto con otras normas técnicas de la DGRN con el objetivo de evitar la contaminación de fuentes de aguas y mejorar el manejo de efluentes de los tambos. Los planes deben incluir la fertilización que se realiza en la chacra.

En 2016 la carne lideró las exportaciones con ventas totales de US\$ 1.443 millones, siendo el volumen exportado de 420.000 toneladas y representando el 17 % del total de las ventas al exterior.

La ganadería bovina nacional se ha caracterizado, en estas dos décadas pasadas, por haber introducido importantes cambios a nivel productivo, con un fuerte crecimiento e incremento en su eficiencia y competitividad. Este cambio ocurrido en la cadena cárnica del Uruguay llevó a un aumento en la producción de 700.000 a 1.100.000 toneladas en los últimos 20 años.

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) señala que están dadas la mayoría de las condiciones (tecnológicas

y de precios/mercados) para que ocurra en la presente década un nuevo salto productivo, de mejora de eficiencia y de diferenciación y agregado a la producción y transformación del sector cárnico. Sin embargo, no se vislumbra un crecimiento del stock ganadero, que se ubica en el año 2014 en el entorno de los 12.000.000 de animales.

Por su parte, el sector ovino está en el nivel más bajo de los últimos años, unos 7.500.000 animales, lo que se explica por la competencia del sector agrícola y del ganadero vacuno.

El consumo de agua anual para abrevadero de ganado se estima en 180 hm<sup>3</sup>. Según la Declaración de Fuentes de Agua realizada por la DINAGUA en el año 2013, alrededor del 7 % de las empresas agropecuarias registradas en DICOSE manifiestan haber tenido problemas de acceso al agua para abrevadero. La posible incorporación de riego en pasturas y cultivos agrícolas con destino a ensilajes ya fue considerado dentro del análisis del sector agrícola.

La superficie destinada a la lechería y a la ganadería (carne y lana) se presenta en la figura 6.8.

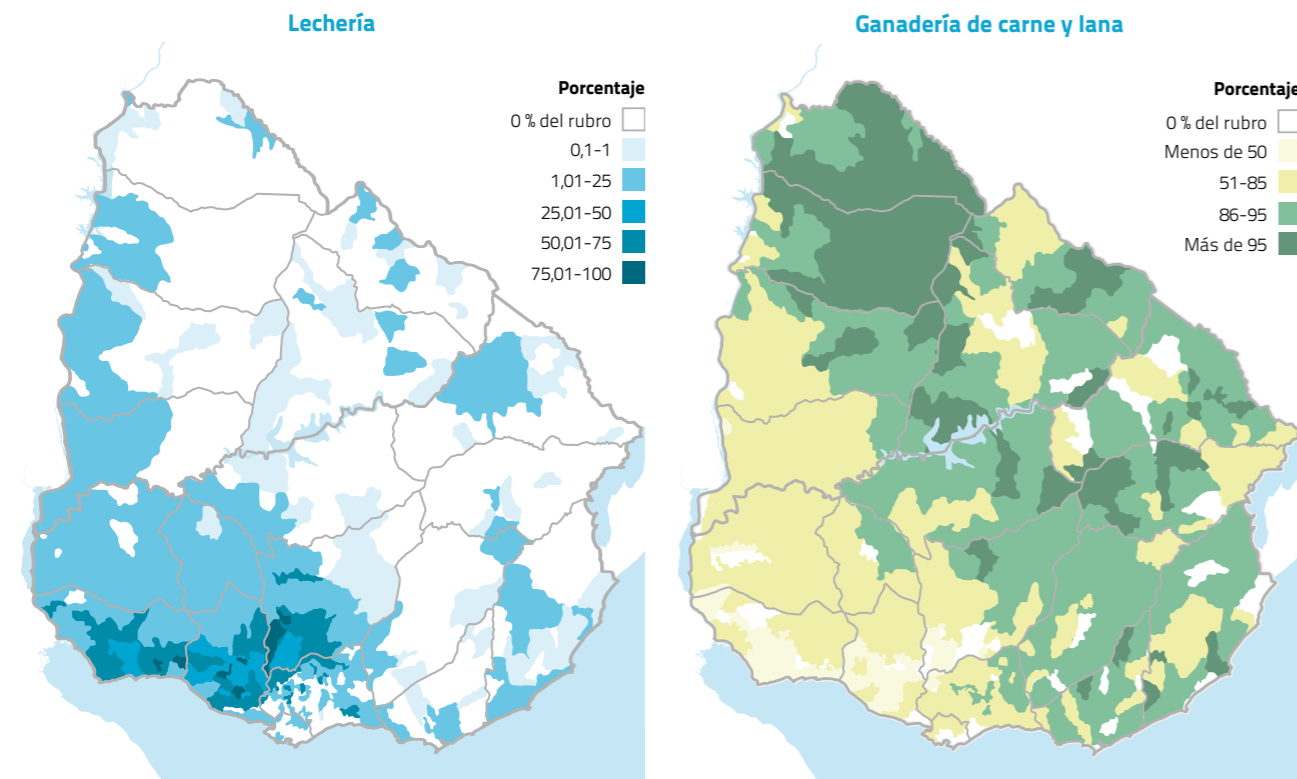


Figura 6.8 | Superficie destinada al sector pecuario | Fuente: MGAP-DIEA, Censo Agropecuario 2011

### 6.3.5 | Sector forestal

El área de suelos declarados de prioridad forestal por la Ley Forestal, Fondo Forestal y Recursos Naturales, N° 15.939, y sus decretos reglamentarios, es de aproximadamente 4.000.000 ha, 23 % del total del área agropecuaria del país.

El incremento del área dedicada a forestación junto con la agricultura de secano son responsables de los cambios más importantes del agro uruguayo (figura 6.9).

La forestación ha crecido en forma sostenida en las últimas décadas alcanzando un total de área plantada de 990.000 ha (2013) y 850 ha de bosque nativo, totalizando una superficie ocupada por bosques de 1.841.000 ha (Dirección General Forestal, 2013).

La política forestal ha logrado el aumento de la superficie de bosque nativo a través de los instrumentos que favorecen su registro y preservación, y a la menor presión por demanda, sustituida por la madera plantada. La existencia de un Código de Buenas Prácticas Forestales, de un Sistema Nacional de Certificación de Bosques, y el hecho de que más del 95 % de los bosques plantados existentes tienen un Plan de Manejo y Ordenamiento Forestal aprobado por la Dirección General Forestal del MGAP, ha permitido que el manejo de suelos se realice, mayoritariamente, de acuerdo con las mejores prácticas.

Si bien el fin principal de la forestación es la producción de madera, las áreas forestadas han incluido el aprovechamiento del pastoreo de las áreas afectadas por el bosque, dando efectos positivos en el engorde por el abrigo al calor y al frío que ofrecen los árboles.

Cada una de las actividades de la cadena forestal incide de forma diferente sobre los recursos hídricos. Las principales especies implantadas son eucalipto y pinos, los cuales no requieren riego al momento de la plantación ni en el desarrollo de la misma, adaptándose bien al régimen hidrológico del país.

Sin embargo, debido al cambio en la cobertura natural del suelo, la forestación ha creado polémicas acerca de la afectación de los recursos hídricos y del suelo, por lo que se han montado ensayos de parcelas con y sin forestación por parte del IMFIA-INIA-FA-GRO, que desde el año 2006 estudia el comportamiento de cuencas forestadas y con pastura natural.

De los estudios realizados surge que la forestación provoca una reducción del escurrimiento del orden de 20 % en comparación con la pastura. La reducción del escurrimiento se debe principalmente a la intercepción de las plantaciones, que provoca que no toda la precipitación alcance el suelo.

Silveira y Alonso (2009), con estudios realizados en una cuenca de 2.000 km<sup>2</sup> en Uruguay, con un 25 % de superficie forestada, exhiben tendencias de reducción de la escorrentía entre los períodos pre-forestación y pos-forestación. Los resultados de este estudio muestran una reducción estadísticamente significativa para escurrimientos anuales y estacionales.

El escurrimiento anual decrece entre 8,2 % y 36,5 %. Dependiendo de la precipitación anual, la reducción es mayor durante la primavera y el verano (25,2 - 38,4 %) y menor durante el otoño y el invierno (15 - 20,3 %). El consumo de agua del suelo de un eucalipto varía entre 19 y 44 litros diarios, resultando similar a cultivos como el girasol, el maíz y el sorgo.

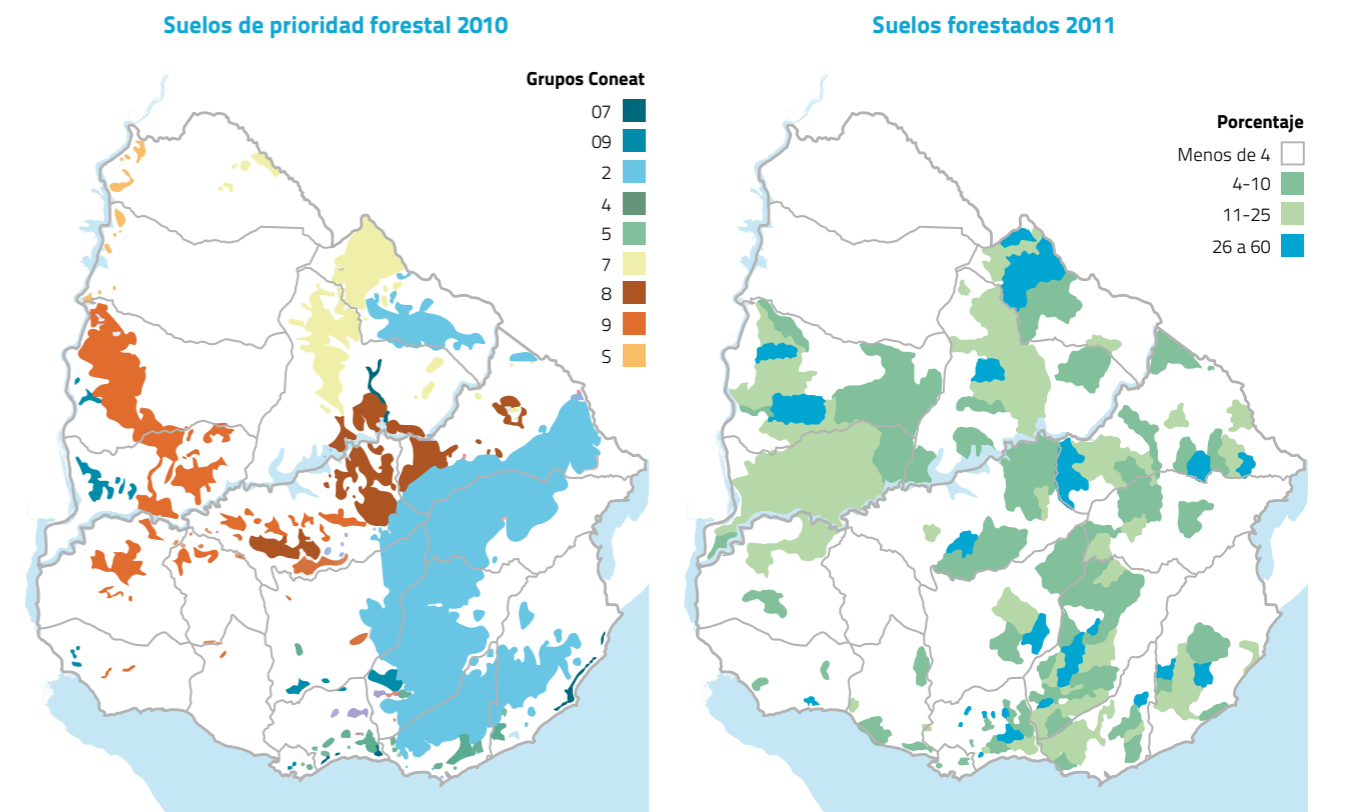


Figura 6.9 | Suelos de prioridad forestal 2010 y 2011 | Fuente: MGAP

Con respecto al impacto en los acuíferos, si bien la plantación forestal tiene más capacidad de acceder al agua por su profundidad radicular y puede hacer un mayor uso del recurso, en momentos de precipitación facilita la recarga por la propia presencia de los árboles, se ententece el flujo y eso permite que se genere una lámina mayor sobre el suelo y que infiltre más agua que bajo pastura natural.

Respecto a la calidad del agua se verifica una disminución del orden de medio punto en el pH, dando medios neutros a levemente ácidos. Los valores de alcalinidad y conductividad son levemente más bajos que en pasturas. Desde el punto de vista ecológico, los ecosistemas bajo bosques son también representativos de una menor calidad de agua. El efecto en la erosión de los suelos no registra diferencias respecto a las pasturas naturales, no superando el valor tolerable de 7 t/ha/año.

Estos estudios continúan ampliándose a otras cuencas.

En la etapa industrial, el principal uso de la madera es la fabricación de celulosa, cuyo proceso requiere el uso de grandes volúmenes de agua.

De acuerdo a datos del BCU, el PIB del sector forestal ha mostrado una trayectoria creciente con una tasa promedio de crecimiento del 4,8 % entre 2004 y 2013. La participación del sector en el PIB global se sitúa entre el 0,5 % y el 0,6 %.

El valor agregado en la parte industrial ha mostrado crecimiento constante, con la actividad de dos plantas de celulosa y en estudio una tercera para entrar en funcionamiento en 2020, resultando la celulosa el segundo producto de exportación del Uruguay en 2016, con un monto de US\$ 1.242 millones (15 % del total).

### 6.3.6 | Cantidad y calidad de agua para el sector agropecuario: requerimientos e impactos

En el análisis del sector se han expuesto los distintos usos y sus requerimientos referentes a la cantidad de agua. Es necesario preservar la capacidad de resiliencia de los agroecosistemas para afrontar los desafíos derivados de la variabilidad y el cambio climático que caracterizan al país. Dentro de los principales desafíos que el sector agropecuario debe afrontar en relación con el agua se encuentra mejorar la adaptación a los periodos de déficit y exceso de agua, y una de las medidas propuestas en el primer caso es la de impulsar el desarrollo del riego.

A continuación se identifican los requerimientos de calidad y los impactos en la cantidad y calidad relacionados con las actividades de los sectores agricultura, ganadería y forestación.

#### Requisitos de calidad para el uso

##### Aguas para riego

Exigen determinadas condiciones de calidad y cantidad que se establecen en las Normas técnicas sobre el uso del agua y especificaciones de calidad y cantidad de riego (Resolución MGAP 14/05/2003); entre otras, la concentración de sales. En particular, el Decreto N° 253 establece requerimientos sobre el agua

para el riego de cultivos destinados al consumo humano en su forma natural.

##### Aguas para abrevadero de ganado

Las floraciones de cianobacterias y la presencia de coliformes afectan la calidad de agua para abrevadero.

##### Aguas para instalaciones de ordeño

Con requisitos de calidad específicos, según lo exigido para obtener la Refrendación Anual de Tambos y Queserías Artesanales y acorde al manual correspondiente.

### Impactos de la actividad en la cantidad y calidad de los recursos hídricos

Los impactos pueden provenir de:

- Sobreexplotación de los recursos superficiales y subterráneos
- Diseño y gestión inadecuada de obras hidráulicas
- Arrastre de las aguas hacia los cursos superficiales o infiltración en el terreno de sólidos, agroquímicos y nutrientes en suelos de uso agrícola, pastoril o forestal
- Actividad animal en la cuenca que, además de aportar materia orgánica y nutrientes, puede ser fuente de contaminación microbiológica, en algunos casos con abrevadero directo de ganado en los cuerpos de agua
- Fuentes puntuales (efluentes de tambos, ganado concentrado en feedlot o en corrales para ordeño) con similares impactos pero más fácilmente mitigables con tratamiento adecuado
- Prácticas inadecuadas o accidentes (derrames, fumigaciones, lavados de maquinaria, etc.)

A partir de 2013 el MGAP ha logrado el cumplimiento de la obligatoriedad de la realización de Planes de Uso y Manejo de suelos por parte de los agricultores, que consiste en determinar la sucesión de cultivos a realizar en una unidad de producción que no genere pérdidas de suelo por erosión, estimadas por encima de la tolerancia para ese suelo como se ha detallado anteriormente.

Se espera que la universalización de los planes de uso y manejo de suelos contribuya a la disminución de la erosión, histórico problema de Uruguay, así como el aporte de material difuso y contaminante a las corrientes de agua, especialmente nutrientes como nitrógeno y fósforo, asociados a los procesos de eutrofización de las aguas.

Las buenas prácticas agrícolas que se han promovido y desarrollado por el MGAP y los grupos de productores, que implican la conservación del recurso suelo, el uso eficiente de agua y una adecuada utilización de agroquímicos, contribuyen a minimizar los impactos ambientales. Desde el MGAP se ha promovido el uso responsable de agroquímicos, controlando las diferentes sustancias que se pueden utilizar, así como el desarrollo del Programa Regional de Manejo de Plagas que fomenta prácticas de control de plagas y manejo preventivo para minimizar el uso de productos fitosanitarios.

## 6.4 | Generación hidroeléctrica

De acuerdo con los datos del Balance Energético Preliminar Nacional 2015, publicado por la Dirección Nacional de Energía (DNE), el consumo final energético de electricidad ha venido presentando una evolución creciente en los últimos diez años. (Figura 6.10).

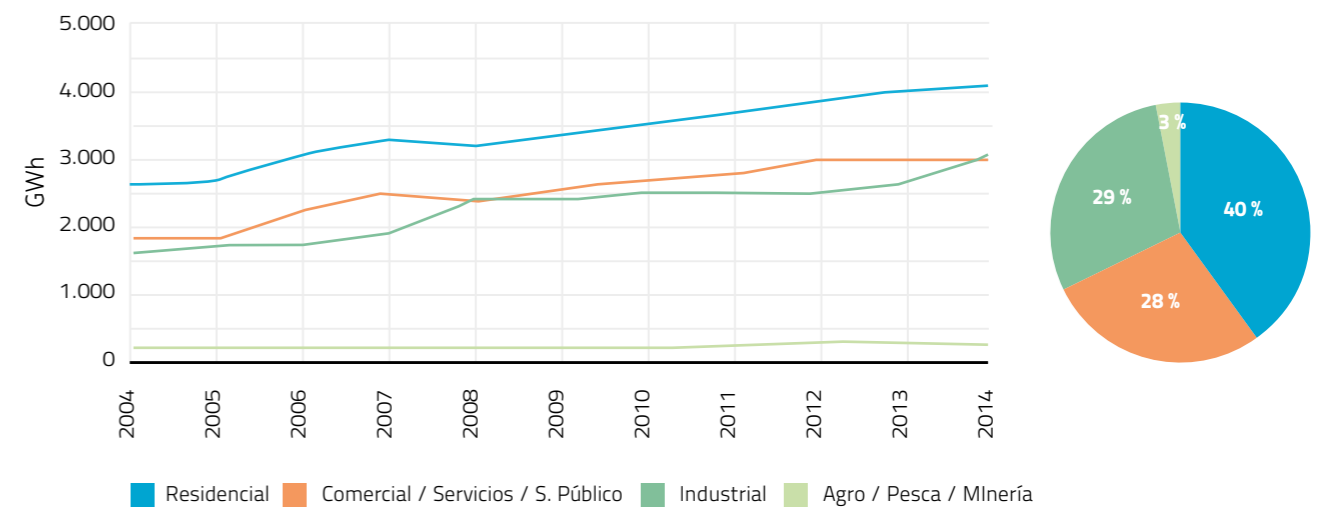


Figura 6.10 | Consumo final de electricidad por sector 2005-2015

En términos generales se observa un sostenido crecimiento de la demanda de energía eléctrica, que puede situarse en el entorno del 3,5 % anual.

La energía de origen hidráulico ha tenido históricamente una muy importante participación en la cobertura de la demanda del país. Sin embargo, la oferta de esta fuente de energía es muy variable a lo largo de los años, ya que está íntimamente asociada al régimen de precipitaciones. La participación del sector hidroeléctrico en la matriz eléctrica depende fuertemente de la hidraulicidad anual, que varió en los últimos diez años entre el 50 % y el 80 %. Desde hace un tiempo el país está llevando adelante una política energética de diversificación de la matriz, mediante la incorporación de nuevas fuentes de generación de electricidad, entre otras medidas. Ha sido evidente en los últimos años la creciente participación de la energía eólica y la biomasa como insumos para la generación de energía eléctrica.

Las fuentes renovables de origen hidráulico pueden considerarse actualmente explotadas prácticamente en su totalidad. En efecto, en la situación actual los grandes emprendimientos hidroeléctricos están ya construidos y en operación desde hace 30 años o más. (Tabla 6.7)

En este contexto, la ampliación de la oferta de energía no podrá encararse desde la hidroeléctrica de media y gran escala. En efecto, a partir de los 7.000 GWh de energía por año que se generan en promedio en el país, se podría llegar a obtener un 10 % más aproximadamente. Este desarrollo vendría asociado al aumento del sobre-equipamiento de centrales existentes o a la modernización de los equipos de las mismas, o bien a emprendimientos de menor porte, en particular la generación a pequeña escala de potencia. Se ha comprobado que estos proyectos sólo son viables en la medida que resulten de embalses multipropósito, donde la generación no sea el fin primario, o bien que se trate de equipar con turbinas, represas de riego o abastecimiento de agua existentes.

Central	Capacidad embalse (hm³)	Superficie embalse (km²)	Potencia Instalada MW
Rincón del Bonete	8.800	1.070	152
Baygorria	570	100	108
Constitución (Palmar)	2.854	320	333
Salto Grande	5.000	783	1.890

Tabla 6.7 | Centrales hidroeléctricas

Además, Uruguay está en una única región pluviométrica, en el sentido que normalmente inundaciones como sequías abarcan todo el territorio y no puede concebirse una complementariedad hidrológica a nivel nacional. El complemento de energía de carácter renovable que resulta viable en Uruguay, se plantea entonces fundamentalmente a través de la incorporación de energía eólica. En este sentido, los esfuerzos del Estado han sido reorientados para incorporar un porcentaje muy significativo de energía de origen eólico en la matriz energética. En la figura 6.11 se presenta la distribución de generación de electricidad por fuente para el año 2015 y su evolución 2005 - 2015, de acuerdo al Balance Energético Provisional 2015 del MIEM.

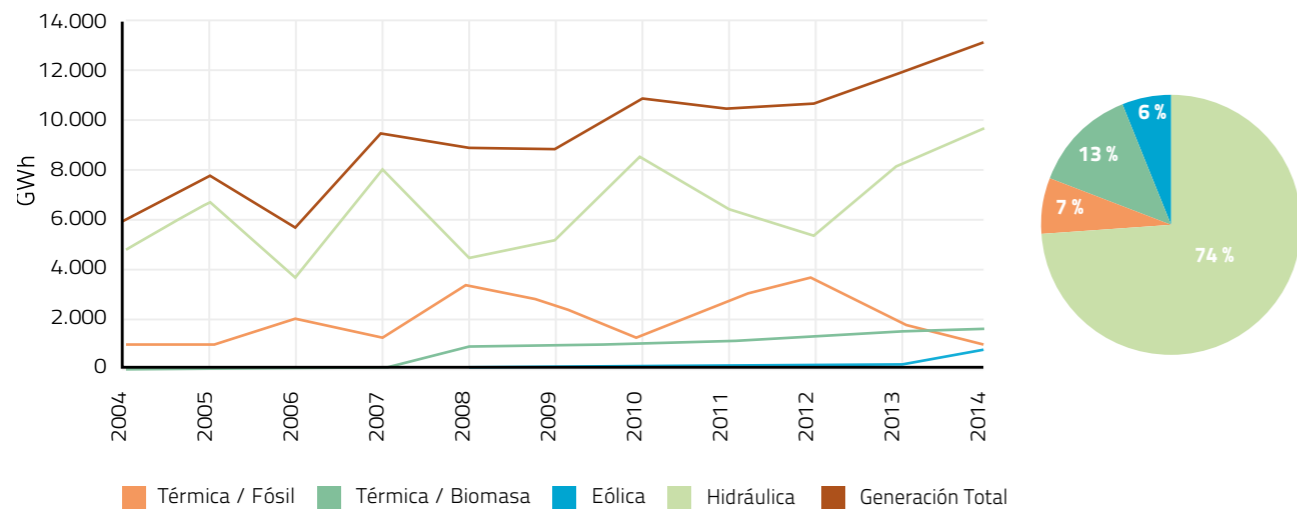


Figura 6.11 | Generación de electricidad por fuente 2005-2015

### 6.4.1 | Hidroeléctricas en el río Negro

En el río Negro se ubican las tres centrales hidroeléctricas: Gabriel Terra (Rincón del Bonete), Rincón de Baygorria y Constitución (Palmar). Las características de las centrales se resumen en la tabla 6.33. La finalidad primaria de estos tres embalses fue la generación de energía eléctrica. Hoy en día también se extrae agua para otros usos, fundamentalmente riego y acuicultura. El Decreto N° 160/1980 limita la extracción de agua de los embalses del río Negro y de los afluentes que los alimentan para asegurarse el uso para la generación de energía. Los límites de extracción actual asignados por UTE para otros usos (Resolución N° 10/1154 del 27/08/2010) son de 1.000 hm<sup>3</sup> para embalses y 16.850 l/s para tomas directas, y la utilización actual está muy próxima a estos límites. Durante el año 2013 se formó un grupo de trabajo para estudiar este uso no consuntivo y se debería retomar y repensar el análisis basado en la nueva matriz energética del país, con gran proporción de energía eólica.

### 6.4.2 | Hidroeléctrica en el río Uruguay-Salto Grande

Se trata de una central binacional compartida con Argentina, instalada en el río Uruguay y administrada por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM). Con una potencia instalada de 1.890 MW, su embalse tiene muy escasa capacidad de regulación, por lo cual los aportes hídricos de las cuencas vertientes deben ser gestionados mediante la optimización del manejo del embalse. Esto conlleva a la necesidad de disponer de información hidrometeorológica en tiempo real, así como de pronósticos meteorológicos ajustados para alimentar los modelos de pronóstico operativo de caudales, disponibles para ambos países.

### 6.4.3 | Aspectos de la gestión de riesgo relacionados con la generación hidroeléctrica

Si bien en Uruguay no existe regulación de alcance nacional y general en cuanto a la seguridad de las represas y centrales hidroeléctricas, obras civiles y equipos hidro-electromecánicos, actualmente se está trabajando en este sentido con asistencia técnica del Banco Mundial. En las represas hidroeléctricas estos aspectos son autorregulados por los operadores (UTE y CTM).

En la cuenca del río Negro se encuentra en operación un sistema de observaciones pluviométricas y limnimétricas de estaciones convencionales y telemidas. El sistema fue instalado por UTE y es operado y mantenido también por la misma empresa, con la finalidad de optimizar la previsión de aportes a los embalses de generación y apoyar el alerta ante crecidas de las poblaciones ribereñas. Las tres represas del río Negro cuentan con sistemas de instrumentación y rutinas de inspección que permiten formular sistemáticas evaluaciones de su comportamiento. Paralelamente las obras son periódicamente auditadas por consultores externos que asesoran sobre la vigencia de sus condiciones de seguridad hídrico-estructural.

Las tres obras disponen además de planes de contingencia para actuar ante deficiencias de carácter hídrico y/o estructural. Actualmente se están completando los respectivos modelos de rotura y mapas de inundación para responder en caso de emergencias que impliquen la rotura parcial o total de una o más obras del sistema de embalses. Los análisis conducidos hasta el presente, en las sucesivas reevaluaciones de seguridad hidrológica, muestran que las tres represas y centrales del río Negro son capaces de laminar sin desbordamiento crecidas de recurrencia hasta decamilenaria, en cada una de ellas.

Además, se realizan controles sistemáticos de parámetros físico-químicos y biológicos en los embalses, que permiten monitorear la calidad de agua y verificar el avance de los procesos de eutrofización de los respectivos cuerpos de agua. Dos seguimientos especiales se han venido efectuando relativos a la medición de la toxicidad por presencia de algas y a la presencia de moluscos invasores como la especie del mejillón dorado.

La represa de Salto Grande y su central hidroeléctrica cuentan, como las del río Negro, con un completo sistema de instrumentación y vigilancia de la seguridad, además de una actualizada red de alerta hidrometeorológica ante crecidas y operación de su embalse. Es particularmente destacable la red de telemetría instalada en la denominada cuenca inmediata del embalse.

Del mismo modo también aquí se han establecido estudios de escenarios de emergencia, incluyendo la rotura de la presa y combinaciones posibles de situaciones críticas en las presas situadas aguas arriba en las cuencas media y alta del río Uruguay.

### 6.4.4 | Impacto de la variabilidad climática en la generación hidroeléctrica

La variabilidad climática implica una necesidad creciente de mejora en la modelación hidráulica (hidrológica-hidrodinámica) de eventos de precipitación y el tránsito de ondas de crecida en los embalses y hacia aguas abajo, previendo no solamente la optimización del uso del agua sino también mejorando los sistemas de alerta ante crecidas. Si bien la provisión y la obtención de información han tenido mejoras importantes (por la incorporación de redes de tele-medicación y el acceso a datos de campo por Internet), resulta de utilidad la implementación de sistemas adicionales con cobertura nacional, como pueden ofrecer los sistemas de radares meteorológicos. La variabilidad climática contempla también la existencia de sequías pronunciadas que comprometen el costo de abastecimiento de la demanda.

En este sentido, es fundamental avanzar en un pronóstico climático estacional que permita anticipar escenarios de déficit hídrico. Atendiendo a la necesidad de mitigar el impacto que tiene el déficit hidrológico en las cuentas públicas, en Uruguay se han desarrollado herramientas de corte financiero como el seguro ante sequías que permite, junto a otras alternativas de contingencia, suavizar los máximos del costo de abastecimiento mediante el pago de una prima anual.

## 6.5 | Agua para la industria

En 2014, el sector industrial en el Uruguay representó el 13,7 % del valor agregado del PIB. Se detalla en la tabla 6.8 la distribución del mismo por tipo de industria.

Rubro industria manufacturera	Valor Agregado Bruto 2014 (miles de pesos corrientes)	%
Elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco	83.097.968	50 %
Fabricación en madera y productos de madera, papel y productos del papel e imprentas	22.904.291	14 %
Fabricación de sustancias, productos químicos y productos de caucho y plástico	19.396.893	12 %
Fabricación de metálicas básicas, de maquinaria y equipo, metálica, eléctrica y de instrumentos de precisión	15.164.606	9 %
Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	6.938.070	4 %
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	5.782.315	4 %
Otras industrias manufactureras	5.475.883	3 %
Fabricación de productos textiles y prendas de vestir; curtido y adobo de pieles y cueros; productos de cuero y calzado	4.579.973	3 %
Fabricación de material de transporte	1.578.109	1 %
Total industrias manufactureras	164.918.107	100 %
<b>TOTAL VAB</b>	<b>1.206.100.096</b>	<b>13,7 %</b>

Tabla 6.8 | Valor agregado bruto (VAB) de Uruguay | Fuente: BCU

### 6.5.1 | Uso industrial

El agua es un insumo clave en la mayoría de las industrias manufactureras, y las posibles fuentes son tomas de agua superficial, perforaciones para extracción de agua subterránea o agua de red de OSE. La elección de la fuente se basa en evaluaciones de disponibilidad y en razones económicas.

Los principales usos del agua en la industria son:

- Transmisión de calor o refrigeración, uso que emplea la mayor cantidad de agua (generalmente del orden del 80 %)
- Producción de vapor para calor o generación de energía
- Materia prima, en aquellos casos en que el agua se incorpora al producto final, como en producción de bebidas, industria farmacéutica, industria alimenticia en general, o en los casos en que constituye un medio adecuado para ciertas reacciones químicas o como solvente en procesos productivos
- Sanitario y de limpieza de las instalaciones

A efectos de ilustrar el origen y cantidades de agua utilizadas por la industria, se analizan los derechos de uso solicitados a la DIN-AGUA con este fin. El registro cuenta con 544 aprovechamientos de agua para uso industrial. El 30 % es para fabricación de alimentos y bebidas, mientras que el 17 % es para envasado de agua.

La mayor cantidad de aprovechamientos industriales se realiza con agua subterránea, a través de 471 perforaciones. Sin embargo, la mayor cantidad de agua es extraída mediante toma directa por grandes consumidores, como las plantas de celulosa o las centrales de energía térmica, que deben tramitar la autorización de derecho de aprovechamiento de agua y en el caso que superen los 500 l/s también la Autorización Ambiental Previa (Tabla 6.9, figuras 6.12 y 6.13).

No se prevé que la demanda de agua para el sector industrial aumente considerablemente en forma generalizada, aunque sí podrán darse casos particulares o nuevos emprendimientos.

Dentro de las políticas de desarrollo industrial sostenible del MIEM está la promoción del uso eficiente del agua. Este criterio, junto con el uso eficiente de energía y materias primas y la disminución de la generación de residuos y emisiones, forma parte de los conceptos que mejoran la competitividad industrial conjuntamente con el desempeño ambiental.

Destino de uso de agua industrial	Cantidad	%	Suma de Vol. Aut. (m³)	%
<b>Total embalses</b>	<b>18</b>	<b>3,3</b>	<b>2.755.052</b>	<b>0,71</b>
Alimentos y bebidas	2	0,4	329.722	0,09
Otros	1	0,2	488.139	0,13
Otros (Industria)	14	2,6	1.937.191	0,50
<b>Total pozos</b>	<b>471</b>	<b>86,6</b>	<b>17.170.800</b>	<b>4,45</b>
Alimentos y bebidas	146	26,8	6.675.924	1,73
Envasado de agua	94	17,3	2.825.069	0,73
Forestal	9	1,7	611.88	0,16
Generación de energía	15	2,8	804.384	0,21
Otros	14	2,6	268.21	0,07
Otros (industria)	164	30,1	5.272.475	1,37
Química	28	5,1	695.578	0,18
Tambo	1	0,2	17.28	0,00
<b>Total tomas</b>	<b>52</b>	<b>9,6</b>	<b>366.311.934</b>	<b>94,84</b>
Alimentos y bebidas	16	2,9	12.716.300	3,29
Forestal	8	1,5	112.662.600	29,17
Generación de energía	5	0,9	226.070.214	58,53
Minería	1	0,2	73.5	0,02
Otros (industria)	22	4,0	14.789.320	3,83
<b>Total general</b>	<b>544</b>	<b>100</b>	<b>386.251.640</b>	<b>100</b>

Tabla 6.9 | Cantidad de registros de aprovechamiento de agua para uso industrial según destino y con volumen autorizado al 2015 | Fuente: DINAGUA





Figura 6.12 | Obras registradas en DINAGUA para uso industrial del agua según ramo

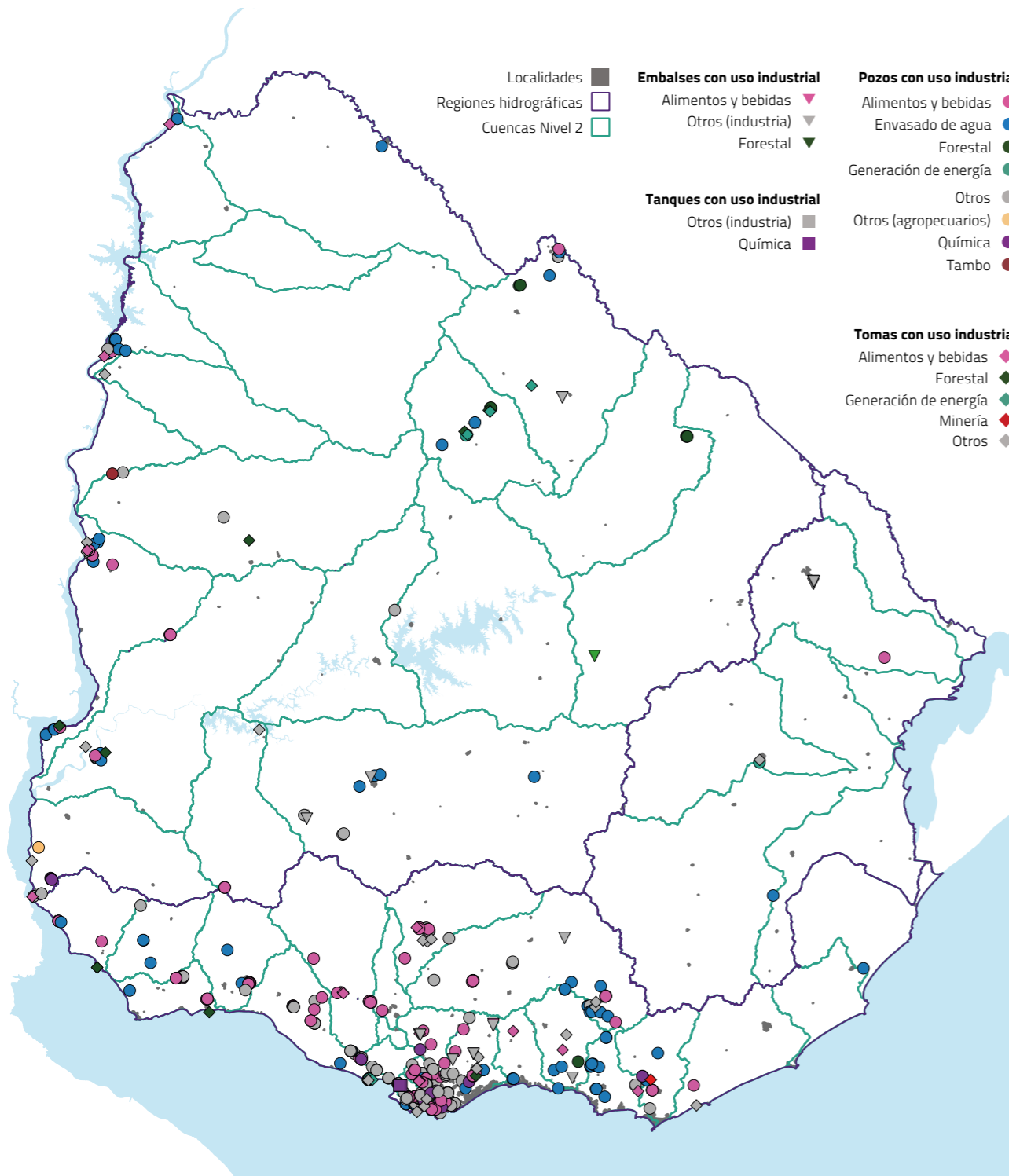
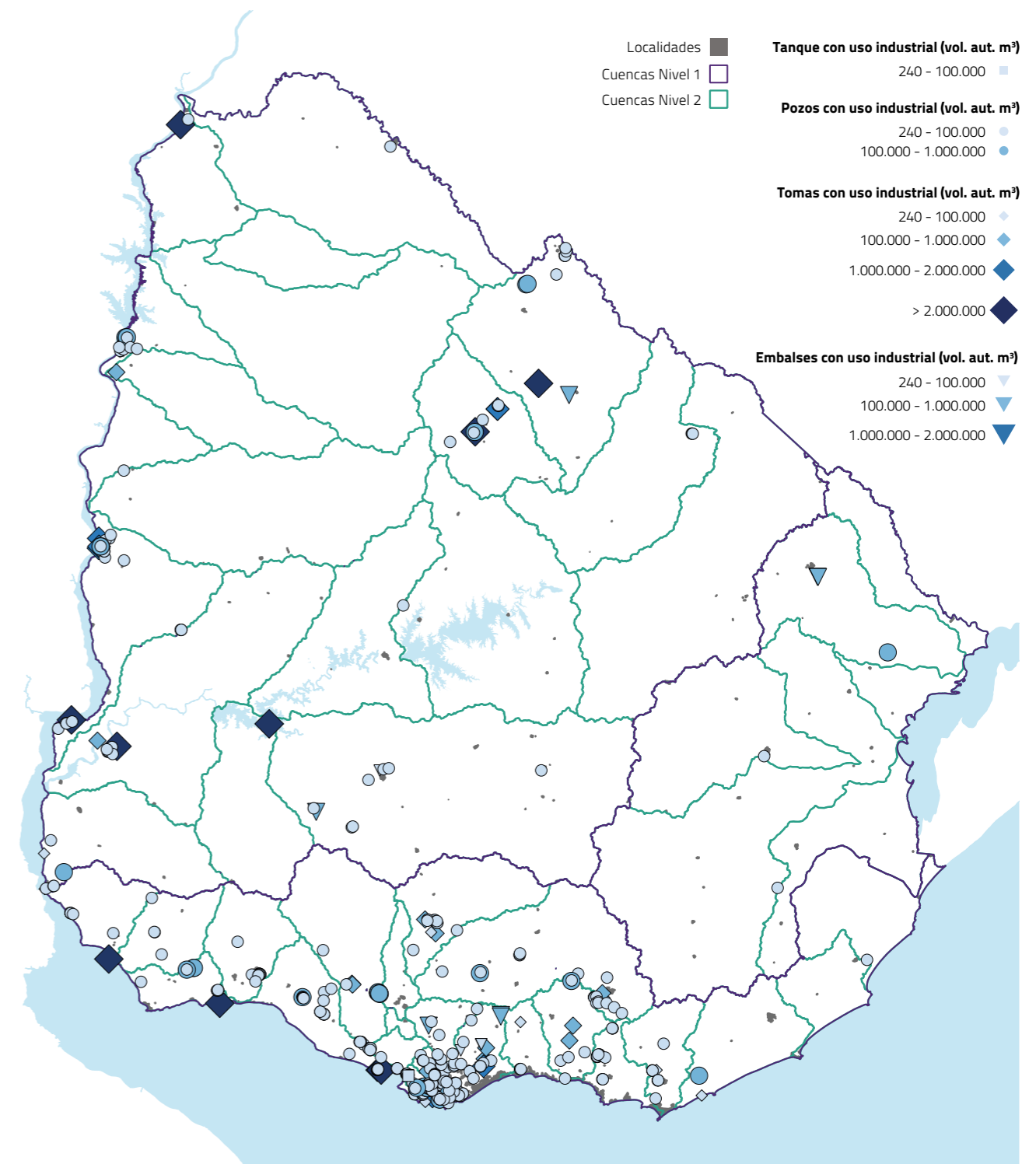


Figura 6.13 | Obras registradas en DINAGUA para uso industrial según tipo de obra y por volumen autorizado



## 6.5.2 | Efluentes industriales

Los efluentes industriales son considerados fuentes puntuales de contaminación que deben ser tratados previamente al vertido final para mitigar la descarga de contaminación. Los vertidos pueden contener sólidos, materia orgánica, contaminantes químicos, metales, grasas, etc., en diferentes concentraciones, dependiendo del tipo de actividad, la tecnología de producción y de tratamiento del efluente. El volumen anual de efluentes líquidos vertido es un indicador relevante al momento de evaluar la potencial afectación al ambiente (MVOTMA-DINAMA, 2014). En base a éste se calculan las cargas de los contaminantes a evaluar en conjunto con la naturaleza del contaminante vertido y las características de los cuerpos de agua que reciben la descarga.

El Decreto N° 253 del año 1979 y modificativos, definen los requisitos de vertido que deben cumplir los efluentes previo a su disposición final y las autorizaciones de Desagüe Industrial (SADI) que deben tramitar ante el MVOTMA las empresas que generan efluentes líquidos.

Hay 585 emprendimientos registrados que han presentado la SADI en DINAMA por el vertido de sus efluentes líquidos (tabla 6.10). Entre ellos se encuentran además de las industrias manufactureras, las plantas de tratamiento de efluentes urbanos de OSE.

El 82 % de los emprendimientos se ubica en la Cuenca del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Emprendimientos con efluentes	Laguna Merín	Río de la Plata y Frente Marítimo	Río Uruguay	Total
Actividades de impresión y reproducción de grabaciones		3		3
Actividades de saneamiento y otros servicios de gestión de desechos		2		2
Alcantarillado	3	22	8	33
Comercio		19		19
Depósito y actividades de transporte complementarias		4		4
Elaboración de bebidas		20	8	28
Elaboración de productos alimenticios	7	184	46	237
Elaboración de productos de tabaco		1	2	3
Explotación de otras minas y canteras		3		3
Extracción de minerales metalíferos		1	1	2
Fabricación de coque y de productos de refinación del petróleo		1		1
Fabricación de cueros y productos conexos	1	45	3	49
Fabricación de metales comunes		5		5
Fabricación de otros productos minerales no metálicos		5		5
Fabricación de papel y de los productos de papel		9	2	11
Fabricación de productos de caucho y plástico		14		14
Fabricación de productos derivados del metal		15		15
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos		12		12
Fabricación de productos textiles		11	2	13
Fabricación de sustancias y productos químicos		58	4	62
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques		3		3
Producción agropecuaria, caza y actividades de servicios conexas		19	2	21
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles		1	5	6
Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales	3	15	5	23
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado		8	2	10
Transporte por vía terrestre		1		1
<b>Total general</b>	<b>14</b>	<b>481</b>	<b>90</b>	<b>585</b>

Tabla 6.10 | Emprendimientos registrados que han presentado la SAD o SADI por región hidrográfica. Empresas activas al 2014 | Fuente: DINAMA

En las siguientes figuras se presenta el volumen anual industrial vertido y la concentración de fósforo (DBO5) por cuenca hidrográfica para el año 2011. También se expone la concentración de DBO5 vertido según rubro industrial. A efectos de relacionar las autorizaciones de uso de agua para el sector industrial con los

vertidos correspondientes, se presenta el mapa de ubicación de las tomas de agua registradas. Sería necesario articular ambas bases y que se tomen en cuenta para la gestión la cantidad y calidad del agua de las salidas y de las entradas en el sistema. (Figuras 6.14 y 6.15).

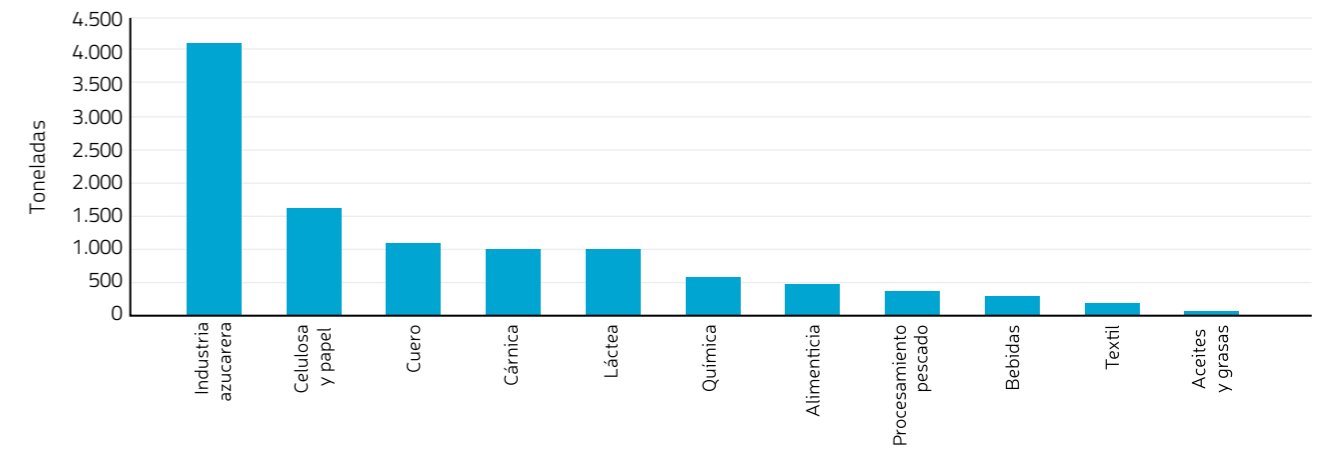


Figura 6.14 | Toneladas de DBO5 vertidas en 2010 por rubro industrial | Fuente: DINAMA, 2014

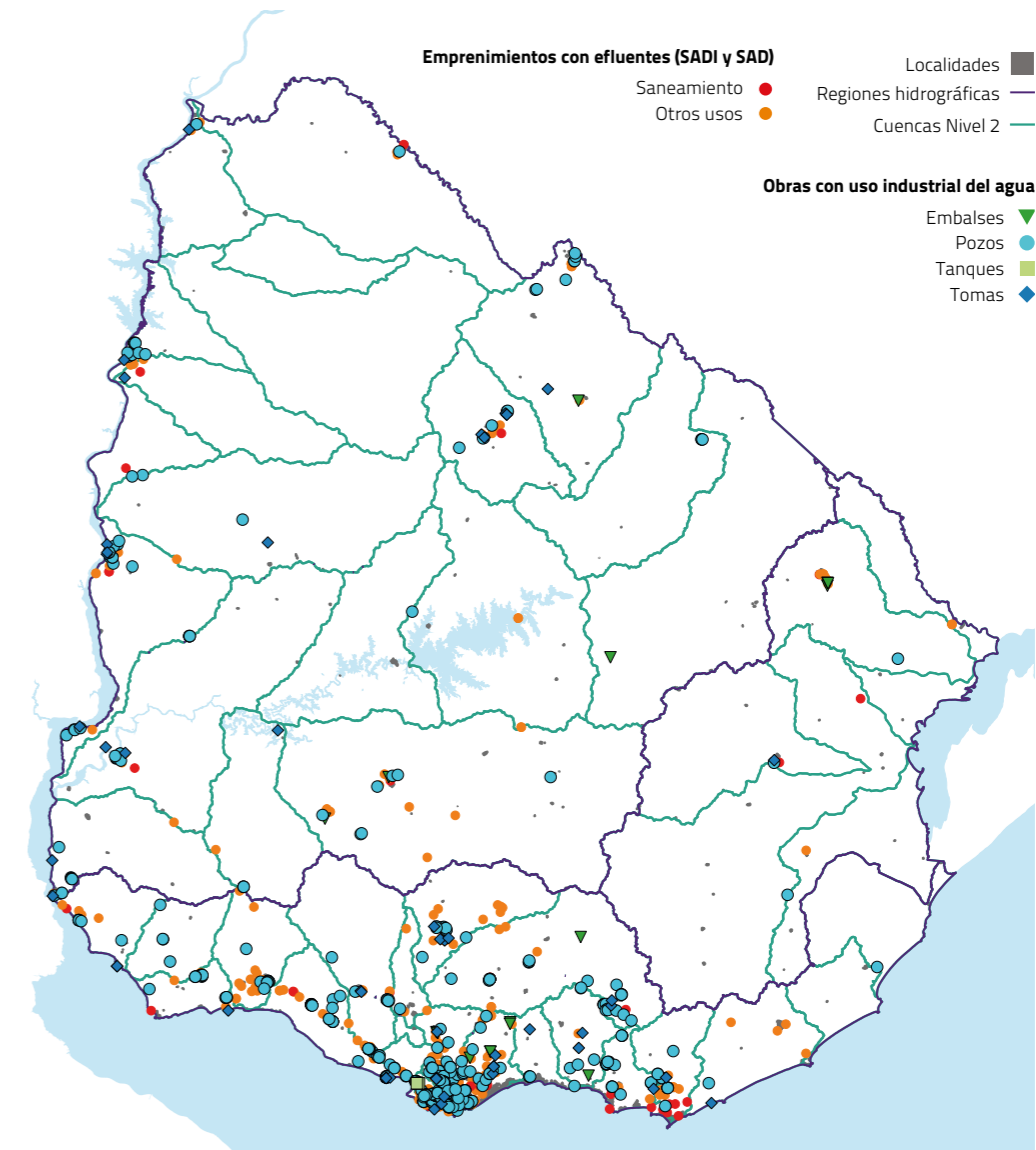


Figura 6.15 | Emprendimientos registrados en DINAGUA con uso industrial del agua y emprendimientos con efluentes registrados en DINAMA | Fuente: DINAGUA y DINAMA 2014

## 6.6 | Navegación

El incremento productivo de los diferentes bienes que se ha dado sostenidamente en la última década ha contribuido a la saturación de las redes terrestres de transporte de la región. Esto ha llevado a que los gobiernos empiecen a considerar como una alternativa económicamente eficiente y ambientalmente sustentable al transporte fluvial y marítimo, a nivel de cabotaje y entre los países de la Cuenca del Plata. El transporte fluvio marítimo presenta indudables ventajas económicas y ambientales sobre el resto de los modos de transporte, en particular sobre el transporte carretero por camión. Estas ventajas derivan de un menor costo energético por tonelada kilómetro transportada, una menor emisión de contaminantes a la atmósfera (en particular CO<sub>2</sub>, principal responsable del cambio climático) y una disminución de pérdidas de vidas y accidentados graves por cada unidad de carga que se derive del modo carretero al modo acuático. Por otro lado, el incremento de la navegación también altera los sistemas acuáticos y puede afectar la calidad del agua, en tal sentido habrá que legislar y controlar las potenciales alteraciones derivadas de esta actividad.

Existen tendencias incipientes hacia este cambio de modo, aún muy débiles desde el punto de vista estadístico pero que permiten afirmar que, en el horizonte de mediano plazo, el transporte de productos vía navegación de cabotaje y la navegación tendrán altas tasas de crecimiento entre países de la región integrantes de la Cuenca del Plata.

A través de los pasos de frontera terrestre, Uruguay intercambia con sus países vecinos una cifra del orden de los 3 millones de toneladas anuales (1.337.138 de toneladas con Argentina y 1.551.723 de toneladas con Brasil).

La habilitación, administración, mantenimiento y desarrollo de las vías navegables del país y de las hidrovías regionales que integra son responsabilidad de la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH - MTOP). También es competencia de dicha dirección nacional, la regulación y planificación portuaria del país y la administración, mantenimiento y desarrollo de los puertos e instalaciones portuarias que se encuentran bajo su jurisdicción. El Decreto N° 412/992 que reglamenta la Ley de Puertos N° 16.246 de 8 de abril de 1992 y sus modificativas posteriores establecen la competencia en materia de puertos, asignando responsabilidades al MTOP y a la Administración Nacional de Puertos (ANP). (Figura 6.16).

Las tres hidrovías, Paraná-Paraguay, Uruguay-Brasil y la del río Uruguay, son de carácter estratégico para el país. El interés se debe a la ubicación que tiene el país como centro logístico regional, con sus ventajas geopolíticas y de legislación: la Ley de Puertos que establece la figura de puertos libres, la Ley de Zonas Francas y la Ley de Incentivos a la Inversión, que permiten vender servicios logísticos a la región como el transporte, almacenamiento, manipulación, seguros, etc. Los ingresos por servicios logísticos están en el orden de los 1.000 millones de dólares al año, más de la mitad de los contenedores del puerto de Montevideo y el 60 % de la carga movilizada en Nueva Palmira.



Figura 6.16 | Puertos y vías navegables o flotables del Uruguay | Fuente: MTOP-DNH

### 6.6.1 | Hidrovía Paraguay-Paraná

La navegación en la hidrovía Paraguay - Paraná, a pesar de los problemas institucionales generados por las distintas administraciones competentes en el río, es una realidad creciente y sus canales de llegada al Río de la Plata (canal Mitre en Argentina y canal Martín García, de administración binacional uruguaya-argentina) son elementos claves para el eficiente desarrollo del transporte fluvio-marítimo. Para ilustrar la importancia de la hidrovía basta referir que en el año 1988 el tráfico de mercadería por la misma era inferior al millón de toneladas y actualmente supera los 20 millones de toneladas.

Los puertos de importancia asentados en costas uruguayas para esta hidrovía son el puerto de Nueva Palmira y el puerto de Montevideo. El puerto de Nueva Palmira tiene una ubicación estratégica por ser el último punto de destino final de los trenes de barcas y lugar de trasbordo hacia barcos de ultramar. Tiene acceso desde el Río de la Plata por el canal Martín García con calado de 32 pies (9.75 m). De las 11 millones de toneladas que moviliza, 6 millones corresponden a trasbordos de cargas regionales y 5 millones a carga uruguaya (4 millones de cereales y un millón de celulosa).

El puerto de Montevideo se ubica en la zona este de la bahía de Montevideo, con una superficie terrestre de 110 ha de difícil ampliación porque se encuentra rodeado por la ciudad. Tiene una longitud de muelles de 4.100 metros, con profundidades operativas de 10,5 m. Actualmente está en construcción un nuevo muelle (Muelle C) que agregará unos 330 m a una profundidad que puede llegar a los 14 m, al igual que el muelle de la terminal especializada en contenedores, bajo concesión de la empresa Terminal Cuenca del Plata. Los proyectos tendientes a aumentar la superficie terrestre ganan tierra a la bahía, de esta manera el Muelle C incorporará 23 ha, el Acceso Norte (recién construido) agrega 13 ha y la terminal para pesqueros que se construye en la zona de Capurro (al noroeste) incorporará 5 ha. El canal de acceso a Montevideo tiene una longitud de 42 km, dragado a 11 m y un muy buen estado. Para mantener estas profundidades se estiman las necesidades de dragado entre 10 y 12 millones de m<sup>3</sup>/año.

### 6.6.2 | Hidrovía Uruguay-Brasil

La hidrovía Uruguay-Brasil está conformada por la laguna Merín, la laguna de los Patos y sus afluentes. En el caso de Uruguay éstos son los ríos Cebollatí, Tacuarí y Yaguarón. La zona noreste del Uruguay es la más relegada en cuanto a infraestructuras de transporte. La laguna Merín ha funcionado más como una barrera que como una conexión entre Uruguay y Brasil. Actualmente, un exportador de grano de Treinta y Tres o de Cerro Largo debe absorber el costo de atravesar todo el país con su producción hasta llegar al puerto de Nueva Palmira. Hoy en día existen dos proyectos de puertos de inversión privada con autorizaciones ambientales y técnico-administrativas aprobadas: uno en la desembocadura del río Tacuarí y otro en la localidad de La Charqueada, sobre el río Cebollatí, departamento de Treinta y Tres. También la ANP está analizando posibilidades de emplazamiento en la zona. Por otra parte, las nuevas plantas de cemento portland, con vocación exportadora al Brasil, tendrían en el modo fluvial una alternativa de transporte más eficiente.

### 6.6.3 | Hidrovía del río Uruguay

Desde 1979, año de inauguración de la represa de Salto Grande, el régimen del río está condicionado por las necesidades energéticas y la consiguiente regulación de vertidos más que por la hidrología natural. Las crecientes se han moderado en sus picos y no se registran períodos en los cuales Fray Bentos o Nueva Palmira hayan salido de operación por quedar sumergidos. Difícilmente estos fenómenos podrían asignarse al cambio climático cuando hay una gestión del hombre en la regulación de caudales tan significativa y constante. El Río de la Plata, por su parte, parece ajeno a este fenómeno en lo que hace a sus condiciones de navegabilidad ya que los aportes de sus afluentes son bastante constantes. Los problemas registrados dependen de la mayor o menor eficiencia en los dragados de las vías navegables, en general todas a profundidades artificiales y construidas por el hombre. La marea no supera habitualmente el metro y los fenómenos de bajantes extremas afectan a los pescadores artesanales o a los deportistas, pero no así a la navegación comercial. La CARU, (Comisión Administradora del Río Uruguay) a instancias de los presidentes de ambos países en 2010, encarga los estudios para el balizamiento y dragado del río Uruguay hasta Concepción del Uruguay a una profundidad de 25 pies (7,6 m).

En 2013 se entregan dichos estudios, donde se plantea un costo del dragado inicial de unos 28 millones de dólares y un mantenimiento anual del orden de los 8 millones de dólares. En 2014 se acuerda el inicio del proceso de obras correspondientes. A la fecha se culminó la apertura del Canal Casas Blancas y el dragado de dos pasos de fondos duros, previendo su culminación en el presente año. Por otra parte se crea en 2010 el Comité Binacional Hidrovía del Río Uruguay. Este comité formado por ambos gobiernos ribereños procura, entre otros objetivos, fomentar la navegación del río Uruguay hasta Concepción y Paysandú, y en menor medida hasta Salto. Este proceso de creación institucional de la hidrovía se asocia a la mejora de las infraestructuras que se vienen ejecutando mediante la inversión de capitales privados y públicos de ambos países. Los puertos de Montevideo, Nueva Palmira y Fray Bentos en Uruguay, así como Concepción del Uruguay en Argentina, están en un proceso de ampliación de sus capacidades, tanto a nivel muelle como en tierra, y los canales de navegación serán dragados de manera de permitir la navegación de barcos de hasta 10 m de calado, lo cual habilita a transportar una cifra del orden de las 40.000 toneladas por viaje.

### 6.6.4 | Infraestructura portuaria

La Dirección Nacional de Hidrografía, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, tiene por cometidos la regulación y planificación portuaria del país y la administración, mantenimiento y desarrollo de los puertos e instalaciones portuarias turísticas y deportivas de Nueva Palmira, Carmelo, Colonia, Riachuelo, Juan Lacaze, Piriápolis, Punta del Este y La Paloma; además de la habilitación, administración, mantenimiento y desarrollo de las vías navegables del país y de las hidrovías regionales.

A la Administración Nacional de Puertos (ANP) le compete la administración, conservación y desarrollo de los puertos públicos de Montevideo, Nueva Palmira, Colonia, Juan Lacaze, Fray Bentos, Paysandú y Salto.

## Puerto de Montevideo

Con excepción de la terminal de hidrocarburos, ubicada al norte de la bahía, las actuales instalaciones portuarias se encuentran en la costa este de la bahía de Montevideo. Sin embargo, existen proyectos de nuevos desarrollos a ubicarse sobre los lados norte y oeste. La superficie acuática del puerto se divide en tres dársenas (Dársena Fluvial, Dársena I y Dársena II). La superficie terrestre es de aproximadamente 110 ha, mayormente dedicada a operaciones. Actualmente hay proyectos en curso para continuar ampliándola.

La Terminal Cuenca del Plata (TCP) de Montevideo es una instalación destinada a la operación de contenedores. Está conectada a la red ferroviaria nacional.

## Puerto de Nueva Palmira

Comprende en su conjunto el puerto administrado por la ANP, la terminal y puerto privado de Corporación Navíos SA, ubicado inmediatamente adyacente aguas abajo, y las instalaciones de Frigofrut, ubicadas al norte, ambos actuando bajo igual régimen que la Zona Franca de Nueva Palmira. El recinto portuario posee silos para almacenaje de graneles agrícolas con una capacidad global en el orden de las 72.000 T.

## Puerto de Colonia

Es el puerto con mayor movimiento de pasajeros y vehículos del país. Conecta con frecuencias diarias las ciudades de Colonia del Sacramento y Buenos Aires, capital de la República Argentina.

## Puerto de Juan Lacaze

El puerto de Juan Lacaze, o Puerto Sauce, atiende actualmente al negocio vinculado con el MERCOSUR, prestando servicio a buques de pasajeros, los que a su vez transportan mercaderías estibadas en vehículos de carga. Brinda servicio a buques graneleros e interviene en el tránsito fluvial de combustibles. Cuenta con instalaciones de puerto deportivo.

## Puerto de Fray Bentos

El puerto de Fray Bentos se ubica a 92 km de Nueva Palmira (Km 0 de la hidrovía Paraná-Paraguay) y a 385 km o 560 km de Montevideo, dependiendo si se utiliza el canal Martín García o el canal Paraná Mitre. Dos ramales ferroviarios que transitan por las zonas de producción forestal llegan hasta el extremo de sus muelles. Asimismo, cuenta con servicios regulares de transporte de pasajeros por carretera.

## Puerto de Paysandú

Está ubicado en la ciudad de Paysandú, aguas abajo del puente internacional Paysandú-Colón. En el muelle de cabotaje hay toma de agua potable y suministros de energía eléctrica. Si bien estudios realizados indican que la onda de marea oceánica llega hasta el puerto, actualmente, al igual que el puerto de Salto, la altura del nivel del agua depende del volumen que evacúa la represa hidroeléctrica de Salto Grande.

## Puerto de Salto

Se ubica en la ciudad de Salto, 13 kilómetros aguas abajo de la represa hidroeléctrica de Salto Grande.

## 6.7 | Pesca y acuicultura

La puesta en marcha del sector pesquero industrial tuvo como componente fundamental la explotación de "especies tradicionales"<sup>78</sup> seleccionadas de acuerdo a su biomasa y disponibilidad, entre otros aspectos, y a una paulatina diversificación ampliando el número de especies capturadas y productos elaborados.

El incremento en el ingreso de divisas respondió a la explotación de nuevos recursos (cangrejo rojo, merluza negra, grandes pelágicos, etc.) y al mayor valor agregado de los productos finales derivados de las especies tradicionales (filetes, empanados, preparaciones y conservas de pescado). El sector pesquero uruguayo registró en el año 2014 una captura de 64.843 T, lo que representó un ingreso de exportaciones de 153 millones de dólares. Del total, 55.446 T son captura de tipo industrial. La distribución, según las distintas especies capturadas, fue la siguiente: merluza 42 %, corvina 23 %, pescadilla 6 % y sábalo 5 %. Más del 80 % de las capturas se destinó a la exportación.

Como consecuencia de las políticas de desarrollo y del escaso consumo interno de productos de la pesca, la industria pesquera uruguaya se ha caracterizado por estar fundamentalmente dirigida a los mercados de exportación. Las normas que regulan las actividades de la pesca y caza acuática en la zona marítima provienen de la Ley de Pesca<sup>79</sup> del año 1969. La actualización e integración de componentes ambientales, de participación y la integración de nuevos sectores se establecieron en la nueva Ley de Pesca Responsable y Fomento de la Acuicultura<sup>80</sup> en 2013. Durante todo este proceso la participación del Estado se hizo efectiva a través del Instituto Nacional de Pesca (INAPE), actualmente Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). La misma, además de las competencias en políticas sectoriales, aborda la investigación en ciencias de la pesca, así como el desarrollo de tecnología para asegurar y certificar sanitariamente la exportación de los productos pesqueros a los mercados internacionales.<sup>81</sup> Muchos de los recursos pesqueros se extienden más allá de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) uruguaya, por lo que se establecieron tratados internacionales que abordan el manejo conjunto de los recursos acuáticos con Argentina y Brasil.

Algo similar ocurre en los cursos de agua fronterizos. A partir del Tratado de Límites del Río Uruguay se crean la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), que también realiza investi-

78 | Las especies tradicionales son: merluza (*Merluccius hubbsi*) entre los recursos de altura; corvina (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) entre los costeros; el sábalo (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*) y tararira (*Hoplias malabaricus/H. lacerdae*) entre los recursos continentales; y el camarón (*Farfantepenaeus paulensis*) en las lagunas costeras (Jose Ignacio, Rocha y Castillos).

79 | Ley N° 13.833 de diciembre de 1969, complementada en su reglamentación por el Decreto N° 149/997.

80 | Ley N° 19.175 de diciembre de 2013.

81 | El 19 de noviembre de 1973 fue firmado el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo entre los gobiernos de Argentina y Uruguay. En el mismo se establece la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) en que pueden operar indistintamente buques de Uruguay y Argentina, y la creación de las comisiones binacionales, la Comisión Administradora del Río de la Plata (CARP) y la Comisión Técnico Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) donde se realizan estudios para la conservación y preservación de los recursos vivos, establecen normas relativas a la explotación racional y se fijan volúmenes de captura por especie y distribución entre las partes.

gación sobre la fauna ictícola y establece normas de administración de los recursos pesqueros a nivel binacional con Argentina; y comisiones binacionales con Brasil en el río Cuareim, con la Comisión del Río Cuareim (CRC). En la laguna Merín se estableció la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín (CLM).

Con la firma de la Declaración de Roma en 1999, Uruguay reafirmó su adhesión a la aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995), entre cuyos objetivos se encuentra establecer principios y criterios para elaborar políticas encaminadas a la conservación de los recursos pesqueros y a la ordenación y desarrollo de la pesca en forma responsable. El manejo de un recurso pesquero es un proceso complejo que requiere la integración de su biología y ecología con factores socio-económicos e institucionales, con repercusiones sobre sus usuarios y administradores. La administración de los recursos debe contemplar los diferentes intereses y asegurar la supervivencia y disponibilidad para las generaciones futuras.

La complejidad de equilibrar el desarrollo del sector industrial con la capacidad de carga del ecosistema obliga a optimizar los recursos destinados a la investigación y consecuentemente a coordinar actividades entre diferentes instituciones nacionales.<sup>82</sup> El objetivo es alcanzar el nivel óptimo de explotación que proporcione el mayor rendimiento posible de la pesquería a largo plazo.

### 6.7.1 | Pesca industrial

El Plan de Desarrollo Pesquero estuvo orientado principalmente a la captura mediante arrastres de fondo por parte de la flota industrial, la que actualmente cuenta con alrededor de 60 barcos. Una de las pautas propuestas en la política pesquera de Uruguay durante este período estuvo dirigida a lograr la diversificación, mediante el uso de técnicas de pesca no convencionales (espineles, palangres de fondo, cercos, líneas verticales, etc.).

Dicha diversificación se refirió a las capturas y a los productos que de ella se obtenían a efectos de un aprovechamiento integral de recursos que se encontraban vírgenes, subexplotados o que formaban parte importante del descarte efectuado en pesquerías tradicionales. La política de diversificación redundó en un incremento en la producción y exportación, desarrollando pesquerías sobre una amplia variedad de especies de altura hasta bentónicas costeras, donde su fácil acceso y bajo costo operativo brindaron oportunidades laborales de corto plazo, así como en aguas internacionales, mediante flota industrial con especies como la merluza negra, túnidos, krill y otros crustáceos en aguas comprendidas en la región del Tratado Antártico.

82 | Universidad de la República, Dirección Nacional de Medio Ambiente, DINAMA-MVOTMA, Dirección Nacional de Agua, DINAGUA-MVOTMA, Servicio Oceanográfico, Hidrográfico y Meteorológico de la Armada, SOHMA-MDN; Agencia Nacional de Investigación e Innovación, ANII-MEC en el marco de acuerdos e investigaciones puntuales, o proyectos de mayor envergadura (ANII, PNUD, EcoPlata, etc.).

### 6.7.2 | Pesca artesanal

Este tipo de pesca conforma la gran mayoría de las pesquerías costeras, con capturas comparativamente más reducidas que las pesquerías industriales. Incluye la pesca artesanal de mejillón y de almeja al este de la costa del país (Maldonado y Rocha) y la pesca en ríos interiores y lagunas costeras (José Ignacio, Rocha y Castillos).

Existe una zonificación del territorio nacional sobre la cual se otorgan los permisos de pesca artesanal. La flota artesanal que cuenta con permiso para la actividad alcanza una cifra cercana a las 600 barcas, con una capacidad menor a los 10 TRB (Toneladas de Registro Bruto) e involucra un conjunto aproximado de 800 pescadores.

Las capturas del sector pesquero uruguayo artesanal en los últimos años han variado de 4.000 T a 7.000 T, representando del 7 al 12 % de la pesca total del país.

### 6.7.3 | Acuicultura

Este sector en Uruguay ha experimentado un fuerte crecimiento en las últimas décadas, con un incremento cercano al 8 % anual. Actualmente existen ocho emprendimientos aprobados por la DINARA que cultivan varias especies de consumo, entre las exóticas: el esturión, la tilapia y la langosta de pinzas rojas, y entre las autóctonas: el sábalo (principal recurso comercial en agua dulce), el bagre negro, el pejerrey y la espirulina (micro alga).

La producción se ha desarrollado principalmente en los últimos 10 años, pasando de 13 T en 2004 a 200,5 T en 2014. En 2012 ocupó alrededor de 3 hectáreas y a partir de 2013 se ocupan cerca de 383 hectáreas al incluirse las represas para riego en el cultivo de sábalo.

La producción más relevante la constituye la carne de esturión, pasando de producir 10 toneladas en 2004 a 190 toneladas en 2014 y el caviar, que incrementó de 1 a 7 toneladas en el mismo período. Ambos productos acuícolas, de alto valor comercial, son los únicos que se exportan. Asimismo, se registran alrededor de 11 pisciculturas de peces ornamentales constituyendo una producción estimada en 250.000 peces por año, destinados principalmente al mercado interno. Los emprendimientos de mayor escala productiva utilizan por un lado agua proveniente de embalses hidroeléctricos, caso de los esturiones, abasteciéndose de los lagos de Baygorria y Rincón del Bonete para la etapa de engorde y de pozo semisurgente durante los primeros estadios de vida. El cultivo de sábalo utiliza agua de represas para riego durante el engorde mientras que para las primeras etapas se abastece con agua de lluvia y de pozo. Los emprendimientos de menor escala productiva utilizan generalmente agua de lluvia y de pozo semisurgente y eventualmente la derivación de un curso natural.

La Ley N° 19.175 de Pesca Responsable y Fomento de la Acuicultura prevé, entre otras medidas, la posibilidad de que DINARA junto a otras autoridades competentes en la materia otorgue concesiones para explotación acuícola de cursos de agua, embalses, lagunas y mar.

La principal limitante para la producción acuícola en el país es el clima templado, restringiendo el número de especies posibles de cultivo y obligando a una selección de especies aptas, y el co-



nocimiento de su crecimiento, a fin de evaluar el costo de producción y de su eventual posibilidad de inserción en el mercado. Por ello es que se realizan esfuerzos en desarrollar conocimiento biológico y sobre tecnologías de producción de algunas especies autóctonas marinas como lenguado, corvina y brótola, con potencial acuícola y valor de mercado, así como en experimentar el mejoramiento genético del bagre negro (especie dulceacuícola) con el objeto de optimizar el crecimiento de la especie en cultivo. No obstante, también se estima el potencial de algunas especies exóticas cuando se presentan propuestas privadas. Se considera que el volumen de la producción acuícola en el corto término continuará creciendo, fundamentalmente por la producción de caviar, carne de esturión y sábalo. En relación a las otras especies, se considera que será necesario aguardar un tiempo mayor para que se consoliden emprendimientos que produzcan carne de bagre y pejerrey. Los emprendimientos privados que existen actualmente producen juveniles de estas especies para siembra de cuerpos de agua con fines recreativos o de autoconsumo.

El cultivo de tilapia ha transitado por diversas etapas de ajuste tecnológico con éxito. Solo resta el comienzo de su producción a escala comercial.

## 6.8 | Extracción de áridos en cursos de agua

En Uruguay los principales áridos extraídos de ambientes fluviales son arenas, gravas y piedras, que se utilizan mayormente en la industria de la construcción. Las operaciones de extracción de áridos de los cauces y planicies de inundación de los cursos de agua influyen en su morfología (modificando las secciones de los álveos). En ciertos casos la extracción de áridos es deseable para el ser humano, ya que puede beneficiar a la navegabilidad del curso, y en otros puede causar impactos negativos en el ambiente (régimen hidrológico y calidad del agua).

Los permisos de extracción de áridos están al amparo del artículo 96 de la Ley N° 15.851 del año 1986, que habilita al Estado a dar permiso de extracción de materiales en álveos de dominio público (océanos, arroyos y lagunas del país). Tanto el control y el otorgamiento de permisos para su extracción, así como el dominio de los álveos, son competencia de la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Por otra parte, cuando corresponda se deberá tramitar una autorización ambiental previa según lo establecido en el Decreto N° 349/005. Los permisos otorgados en todo el país son principalmente para la extracción de arena, siendo la cuenca del río Santa Lucía y en particular la desembocadura de este río la de mayor incremento de canteras de extracción de arena en los últimos años.

## 6.9 | Turismo y recreación

El turismo es, a la vez que una manifestación del derecho humano al esparcimiento, al conocimiento y a la cultura, un factor de desarrollo que ha aumentado su importancia a nivel mundial.

En el 2014, este rubro representó en el Uruguay el 7 % del PIB, el 17 % de las exportaciones totales y el 52 % de las exportaciones de servicios (Cuenta Satélite de Turismo, 2014). A este ingreso de divisas se debe sumar la contribución del turismo interno, que también dinamiza la economía de los destinos turísticos e impacta favorablemente en la economía nacional.

En nuestro país el turismo receptivo y el interno son predominantemente estacionales, con fuerte dinámica en el primer y cuarto trimestre del año, en los que se desarrolla la temporada turística basada en el recurso playa y en los usos recreativos de los recursos hídricos.

Durante el 2014 el país recibió 2.810.651 visitantes, el 90 % de los cuales eligió destinos donde el uso recreativo del agua es un factor clave. El 30 % de los visitantes eligió a Montevideo como destino principal de viaje, el 17 % el litoral termal, el 10 % a Colonia y el 21 % los destinos costeros como Punta del Este, la costa de Rocha, Costa de Oro y Piriápolis. El gasto turístico de los visitantes no residentes en Uruguay ascendió a 2.617 millones de dólares (MINTUR, 2015). Frente a estas cifras del turismo receptivo, el turismo interno, con 886 millones de dólares, representó un 34 % del gasto turístico total.

La distribución por destinos y a lo largo del año, así como las actividades realizadas, permiten afirmar que el clima y los recursos hídricos son claves para la actividad turística en Uruguay. Los destinos que reciben la mayor cantidad de visitantes tienen en el uso recreativo del agua un atractivo central. La disponibilidad de aguas termales es uno de los factores que pueden explicar la distribución equilibrada de visitantes en el litoral termal a lo largo del año.

A su vez, en Montevideo, la importancia y diversidad de su oferta turística podrían explicar que el arribo de visitantes presenta un aumento relativamente leve en el verano; Montevideo ejerce todo el año su atracción de capital nacional y principal concentración urbana del país, pero tiene en su cadena de playas un importante atractivo turístico que es a la vez el espacio público más utilizado por sus habitantes en el verano.

Colonia también presenta una discreta variación en la cantidad de visitantes en la temporada estival; si bien es una ciudad costera y cuenta con playas en la ciudad y en el departamento, su principal atractivo -el barrio histórico designado Patrimonio de la Humanidad- recibe un alto nivel de visitas durante todo el año.

Por su parte Punta del Este, la costa de Rocha, Costa de Oro y Piriápolis evidencian una marcada estacionalidad, explicada porque el principal atractivo radica en sus playas.

Ante la importancia crucial que tienen los recursos hídricos para el turismo, se considera necesario mejorar y ampliar las capacidades de gestión interinstitucionales. El MVOTMA y los Gobiernos departamentales colaboran en el control de las actividades con potenciales impactos negativos sobre los cuerpos de agua y en el monitoreo de la calidad del agua para usos recreativos.

El MINTUR cuenta con la certificación Playa Natural Certificada que presenta un discreto nivel de adhesión por parte de los destinos locales. Se está conformando un grupo interinstitucional de Aguas Termales. En los aspectos de planificación, gestión e inversión, Punta del Este y la costa de Rocha son considerados los destinos que requieren mayor atención, dada la permanente presión de los emprendimientos inmobiliarios. Montevideo, Maldonado y Canelones están implementando ambiciosos proyectos de saneamiento. El sistema de saneamiento de Montevideo, las políticas ambientales implementadas y la certificación de playas ISO 14.001 permiten a la capital contar con playas y aguas seguras para su uso recreativo. La reciente renovación y reestructura del sistema de saneamiento de Maldonado, Punta del Este y Piriápolis asegura para estos destinos turísticos la calidad de sus principales playas. En Canelones, la implementación del plan de saneamiento y desagües de la Ciudad de la Costa resuelve serios problemas ambientales agudizados con el importante crecimiento de la población durante las décadas del ochenta y noventa y con los efectos del cambio climático. En Rocha, la ordenanza costera vigente desde 2003 y la aplicación de la Ley N° 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible han comenzado a conducir los procesos de urbanización costera hacia objetivos de mejora de la calidad ambiental.

La expectativa de crecimiento general del turismo para los próximos 5 años es de entre el 10 % y el 15 %. Si bien la preponderancia de la estacionalidad y del turismo de sol y playa seguirá siendo relevante se están desarrollando alternativas. Entre las mismas, y en relación con los usos del agua, el Ministerio está promoviendo el turismo náutico y fluvial; vale precisar que este tipo de actividades no generan impactos significativos en las grandes tendencias del turismo.

Entre los desafíos prioritarios se encuentra la planificación del uso sostenible del agua para usos recreativos y en especial la racionalización del uso de las aguas termales. A su vez, la planificación y el monitoreo de los procesos territoriales y ambientales en relación a los recursos hídricos requiere capacidades para afrontar las transformaciones y los desafíos de los proyectos de inversión y de transformación territorial. La inversión extranjera directa, clave para impulsar el desarrollo, ha sido alta en los últimos años (Uruguay XXI, CEPAL, 2014). Se trate de emprendimientos productivos o de infraestructura (plantas industriales, infraestructura energética, nuevos puertos o pequeños proyectos de gran impacto territorial como el puente sobre la laguna Garzón) será necesario implementar un monitoreo sistemático de sus impactos y beneficios, para asegurar la sostenibilidad del desarrollo.



# 7.0

---

## RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS

# 7.0

## RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS

### 7.1 | Región hidrográfica del río Uruguay

La región recoge aguas precipitadas de cuencas de Brasil, Argentina y Uruguay, a través de su principal cauce, el río Uruguay que desemboca en el Río de la Plata junto al río Paraná. Representa el 64 % de la superficie del país, aproximadamente 113.607 km<sup>2</sup>. En territorio uruguayo recibe el aporte de dos grandes cuencas, la Cuenca del río Uruguay (45.391 km<sup>2</sup>) y la Cuenca del río Negro (68.216 km<sup>2</sup>). En lo que respecta a las aguas subterráneas, se destaca el Sistema Acuífero Guaraní, en el noroeste, una de las mayores reservas de agua dulce del planeta compartida con Argentina, Brasil y Paraguay.

A nivel nacional, la región está integrada por los siguientes departamentos: Artigas, Salto, Paysandú, Río Negro, Soriano, Durazno, Tacuarembó y Rivera en su totalidad y Cerro Largo, Florida, Flores y Colonia parcialmente. Desde el año 2012, funciona el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del río Uruguay<sup>83</sup> y en esa órbita se han creado las Comisiones de Cuenca del río Cuareim, arroyo San Antonio, río Tacuarembó, río Yí, río San Salvador y la Comisión del Sistema Acuífero Guaraní (figura 7.1). Recientemente, en octubre de 2016, se creó la Comisión de Cuenca del río San Salvador.

83 | Creado por el Decreto Reglamentario N° 262/011 de la Ley N° 18.610.

### 7.1.1 | Características socioeconómicas ambientales

El 23 % de la población del país habita en esta región; son 744.438 habitantes de los cuales el 92 % vive en áreas urbanas y el 8 % vive en el área rural. La tasa de crecimiento poblacional proyectada para el año 2025 presenta valores positivos sólo para los departamentos de Salto, Paysandú, Río Negro y Rivera.

La principal actividad económica es la producción agropecuaria con una demanda creciente de cantidad y calidad de agua. El 93 % del suelo presenta un uso agropecuario y el 7 % se destina a otros usos; urbanos e industriales.<sup>84</sup> Las principales regiones agropecuarias y su superficie en porcentaje se pueden visualizar en la tabla 7.1.

La mitad de la forestación del país se concentra en esta región, ocupando principalmente los departamentos de Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo (centro-noreste) y Paysandú, Río Negro y Soriano (suroeste). La superficie agrícola se caracteriza por una región hortofrutícola (citricola, vitivinícola, y cultivos primor) en los departamentos de Paysandú, Salto, Artigas; una región cerealera (maíz, trigo, cebada, sorgo y soja) en el litoral y en los departamentos de Durazno, Florida y Flores; y una región arrocera en Tacuarembó, Rivera, Cerro Largo (centro noreste) y Artigas (norte).

Esta región contiene el 90 % del potencial instalado para generación de energía eléctrica (represas hidroeléctricas de Salto Grande, Gabriel Terra, Baygorria y Constitución) y cuenta con emprendimientos mineros principalmente en los departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Paysandú, Cerro Largo y Durazno.

La región presenta ecosistemas con alta diversidad entre los que se destaca Esteros de Farrapos e Islas del río Uruguay, ubicado sobre el litoral del río Uruguay, considerado sitio Ramsar. Predominan los ecosistemas de pastizales y de bosques: a) monte fluvial, ribereño o de galería, en las márgenes de ríos y arroyos; b) monte de parque, en el litoral del país cercano al río Uruguay; c) monte de quebrada, en la zona norte de la región y d) los pastizales.

84 | M. Achkar, A. Domínguez, F. Pesce, *Cuencas Hidrográficas del Uruguay*, elaborado a partir de información de MGAP 2011, 2014.

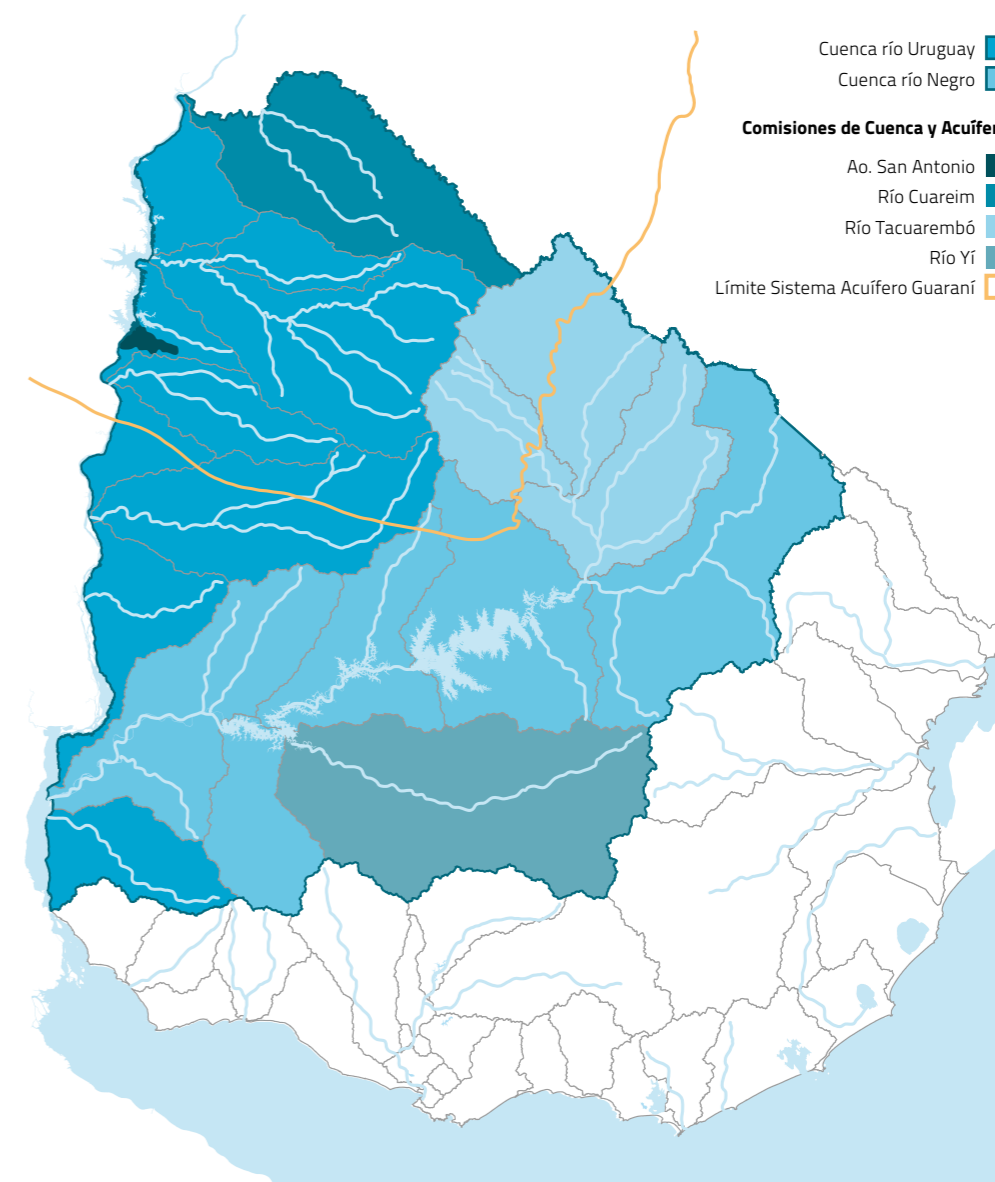


Figura 7.1 | Región hidrográfica para la cuenca del río Uruguay | Fuente DINAGUA

Región agropecuaria	Superficie total (%)
Agrícola	9,9
Agrícola ganadera	22,7
Agrícola lechera	0,2
<b>Total agrícola</b>	<b>32,8</b>
Arrocera	0,8
Arrocera con ganadería	6,7
<b>Total arrocera</b>	<b>7,5</b>
Ganadera con mejoramiento	37,5
Ganadera lechera	0,04
Ovejera	5
<b>Total ganadera</b>	<b>42,5</b>
Hortícola	0,2
Citricola	0,6
<b>Total agrícola intensiva</b>	<b>0,8</b>
Lechera ganadera	0,3
<b>Total lechera</b>	<b>0,3</b>
Forestal	16,1
<b>Total forestal</b>	<b>16,1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabla 7.1 | Regiones agropecuarias y porcentaje de la superficie total para el río Uruguay | Fuente: MGAP-DIEA, con base en el Censo Agropecuario 2011



### 7.1.2 | Características de la oferta de los recursos hídricos

Es la región hidrográfica más húmeda de Uruguay. La lluvia anual caída se estima en 1.337 mm, de los cuales 892 mm se pierden por evapotranspiración, llegando a los cauces unos 445 mm. Esta escorrentía supone un caudal continuo medio anual del orden de 1.605 m<sup>3</sup>/s y un volumen disponible de agua de 50.605 hm<sup>3</sup>. La aportación específica equivalente es de 14 l/s-km<sup>2</sup> (figura 7.2).

### 7.1.3 | Características del uso de los recursos hídricos

En esta región se concentra el 44 % de las obras hidráulicas (embalses, tanques excavados, tomas y pozos) y el 45 % del volumen anual de aprovechamientos del país.<sup>85</sup>

Los aprovechamientos presentan los siguientes usos: 86.9 % riego, 4,8 % industria, 4,6 % otros usos, 2,7 % consumo humano y 0,9 % otros usos agropecuarios.

La zona norte (Artigas y Salto) y la zona noreste (Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo) presentan altos volúmenes embalsados por unidad de área, debido fundamentalmente al riego de arroz. El litoral del río Uruguay y la zona noreste presentan altos volúmenes de agua por unidad de área debido a extracciones por toma directa para riego. En el norte el principal afluente del río Uruguay es el río Cuareim con caudales disponibles ya comprometidos para riego de arroz principalmente, así como de caña de azúcar, maíz y productos frutícolas. En la zona litoral los principales ríos son el Arapey, el Daymán, el Queguay y el San Salvador, en los que existen limitaciones en cuanto a disponibilidad del recurso hídrico.

85 | Sin considerar la generación hidroeléctrica, según datos de DINAGUA, 2015.

En la cuenca del río Negro existe un potencial conflicto entre la creciente presión del uso del agua con fines de riego y el uso para generación hidroeléctrica. El Decreto N° 160/980 otorga prioridad a UTE para el uso de las aguas de los embalses con fines de producción de energía eléctrica, con excepción de los usos mencionados en el artículo 163 del Código de Aguas (*Bebida e higiene humana, bebida de ganado, navegación y flotación, transporte y pesca*). Frente a una sequía, esta región presenta riesgos naturales importantes debido a que el 16 % de su área tiene "baja" agua potencialmente disponible en el suelo y el 15 % "muy baja".

En la región del río Uruguay se destacan: la totalidad de los acuíferos Salto y Guaraní, del basalto de la formación Arapey y del Devónico-pérmico, además de un 65 % de Basamento Cristalino (Precámbrico). En general, los volúmenes de agua subterránea extraídos son bajos, a excepción de la zona litoral del río Uruguay (Salto y Paysandú) donde hay usos relacionados al consumo humano, turismo termal e industria, y en las ciudades de Rivera y Artigas donde se abastecen principalmente con agua subterránea de los pozos del Acuífero Guaraní que erogan buenos caudales. En relación con la calidad del agua se constata un deterioro de la misma principalmente por un exceso de nitrógeno (N) y fósforo (P), lo que provoca en algunas situaciones eventos de cianobacterias, algunas de las cuales son tóxicas. En todos los monitoreos realizados por DINAMA en los embalses y tramos del río Negro (años 2009 al 2013) y embalses del río Cuareim (año 2006 al 2012) se registraron valores de fósforo total por encima del umbral aceptable. Se han detectado registros de cianobacterias en Fray Bentos, Bella Unión, Nueva Palmira y Paysandú y, en la Cuenca del río Negro, en Paso de los Toros y en los arroyos Cuñapirú, Bequeló y Grande.

El río Uruguay tiene un tránsito fluvial intenso con cargas potencialmente peligrosas en algunos tramos y colmatación en las vías navegables, entre otras, por aportes de sedimentos.

Las principales ciudades afectadas por las crecidas de los ríos de la cuenca son Bella Unión, Salto, Paysandú, Mercedes y Durazno.

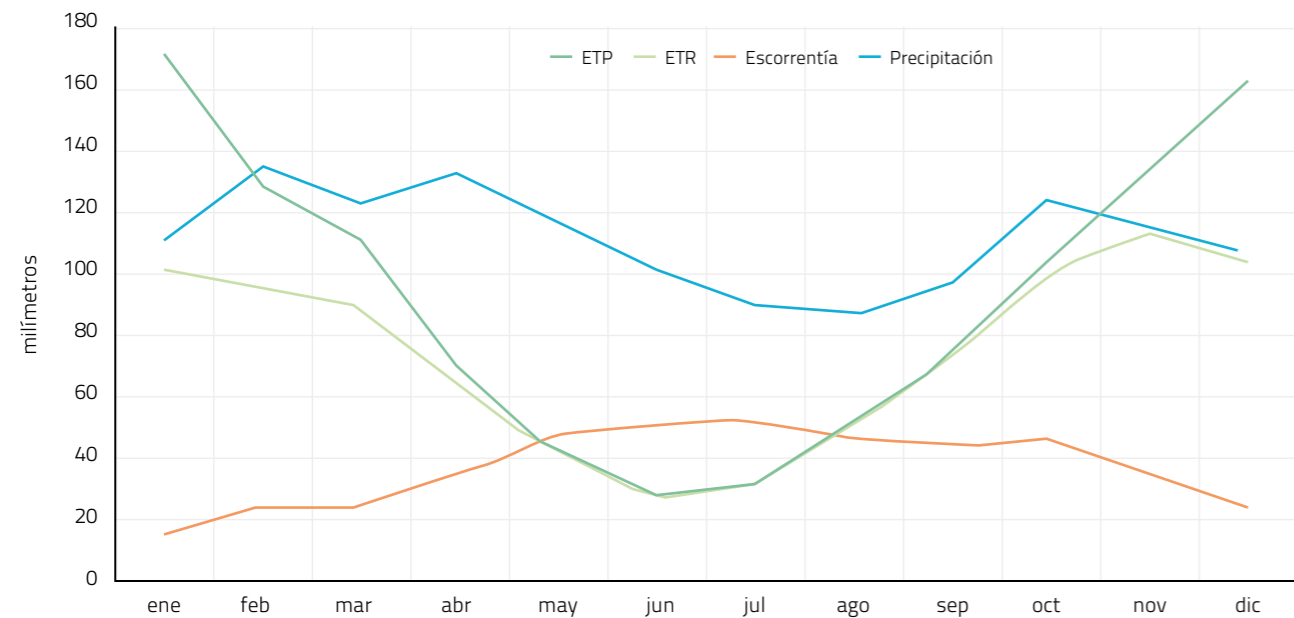


Figura 7.2 | Componentes del balance de la región hidrográfica del río Uruguay

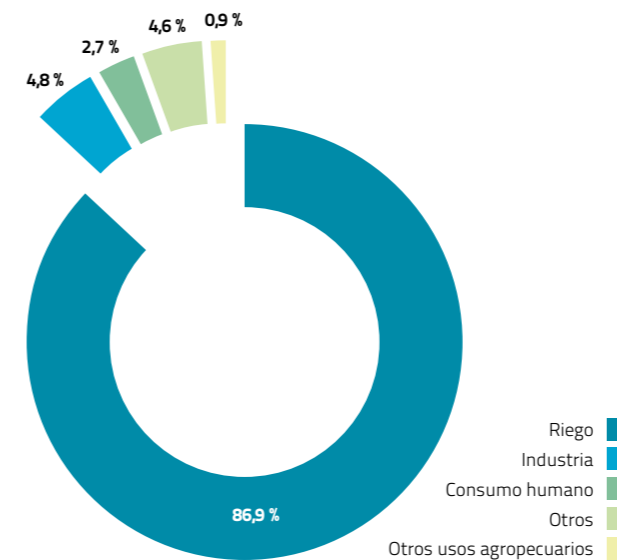


Figura 7.3 | Usos del agua de la región hidrográfica del río Uruguay (%) Fuente: MVOTMA DINAGUA, 2015

### 7.1.4 | Sistema Acuífero Guaraní (SAG)

El SAG es el cuerpo hídrico subterráneo transfronterizo más extenso de Sudamérica abarcando un área de 1.087.879 km<sup>2</sup> (figura 7.4). Geológicamente se encuentra constituido por una sucesión de areniscas eólicas y fluviales que se han depositado durante la era mesozoica (desde el Triásico hasta el Cretácico inferior) con edades entre 200 y 132 millones de años.

Las cuencas sedimentarias que conforman el SAG, incluyendo los depósitos basálticos de su techo, están ubicadas en zonas tectónicamente estables, como son los antiguos macizos geológicos levemente plegados.

Su fracturación ha sido heredada del basamento cristalino y reactivada modernamente, luego de la extrusión volcánica del Cretácico. Esto le da al SAG una complejidad adicional, debido a la presencia de múltiples fracturas de distinta envergadura, que se reconocen a distintas escalas y que afectan el flujo del agua.

En Uruguay el SAG abarca una superficie de 36.170 km<sup>2</sup> y es el principal acuífero por su extensión y potencial productivo. Se encuentra protegido en su mayor parte por una extensa y potente capa basáltica que puede alcanzar más de 1.200 m de espesor. Cerca del 10 % de la superficie del acuífero en Uruguay corresponde a la zona de afloramientos sedimentarios que están situados en la región centro-norte del país. En el área aflorante, el acuífero presenta niveles freáticos cercanos a la superficie.

En su parte confinante el SAG se encuentra cubierto por capas basálticas volcánicas que alcanzan espesores de entre 500 m y 1.000 m. El agua subterránea presenta condiciones de artesianismo (en algunos casos con surgencia natural) y tiene gran potencial geotérmico, con temperaturas de 38 °C a 49 °C. El rendimiento de los pozos geotérmicos varía entre 100 a 300 m<sup>3</sup>/h con profundidades de perforación de alrededor de 1.400 m. El uso del agua del acuífero en Uruguay, está destinada en un 90 % al abastecimiento a las poblaciones, excepto en el departamento

de Salto donde se aprovechan como aguas termales. En las ciudades de Rivera y Artigas el SAG constituye la principal fuente de abastecimiento público de agua potable a las localidades (OSE). El consumo total estimado, incluyendo las zonas suburbanas y rurales cercanas varía entre 50.000 a 60.000 m<sup>3</sup>/día (entre 14.000 a 15.000 m<sup>3</sup>/día en Rivera). Esta zona forma parte de un área de recarga donde el agua subterránea tiene poco tiempo de residencia y el acuífero es más vulnerable.

En el periodo 2003-2009 se crea y ejecuta el Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG como iniciativa de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.



Figura 7.4 | Sistema Acuífero Guaraní



Figura 7.5 | Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay Fuente: DINAMIGE, 2009

## 7.1 | Región hidrográfica de la Laguna Merín

Es una cuenca transfronteriza compartida entre Uruguay y Brasil; aproximadamente el 53 % se ubica en territorio uruguayo y un 47 % en territorio brasileiro. La superficie de la Cuenca de la laguna Merín es de aproximadamente 62.250 km<sup>2</sup> de los cuales 27.892 km<sup>2</sup> se encuentran en territorio uruguayo y representa el 16 % del total de la superficie del país. Los principales cursos de agua que constituyen su red fluvial son San Miguel, San Luis, Estero de Pelotas, Cebollatí y Tacuarí en Uruguay y arroyo Grande y Piratiní en Brasil. A nivel nacional, integran la región los siguientes departamentos: Treinta y Tres, en su totalidad, y Cerro Largo, Rocha, Maldonado y Lavalleja parcialmente.

Desde el año 2012 funciona el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca de la laguna Merín<sup>86</sup> y en esa órbita se ha creado la Comisión de Cuenca del río Cebollatí.

86 | Creado por el Decreto Reglamentario N° 263/011 de la Ley N° 18.610.

## 7.2.1 | Características socioeconómicas y ambientales

El 5 % de la población del país habita en esta región; son 154.699 habitantes de los cuales el 92 % vive en el área urbana y el 8 % en área rural. La tasa de crecimiento poblacional proyectada para el año 2025 presenta valores positivos sólo para el departamento de Maldonado. Es la principal región arrocera del país, representa aproximadamente el 70 % del total de la superficie destinada al cultivo de arroz del país, siendo Treinta y Tres y Rocha los departamentos que presentan la mayor superficie del cultivo. El principal uso del suelo corresponde al sector agropecuario. En la tabla 7.2 se presenta el porcentaje de la superficie que ocupa cada una de las regiones agropecuarias.

Esta cuenca presenta un importante porcentaje de suelos con prioridad forestal que aún no han sido explotados en su totalidad. Además, cuenta con emprendimientos mineros, principalmente en los departamentos de Treinta y Tres, Rocha y Lavalleja.

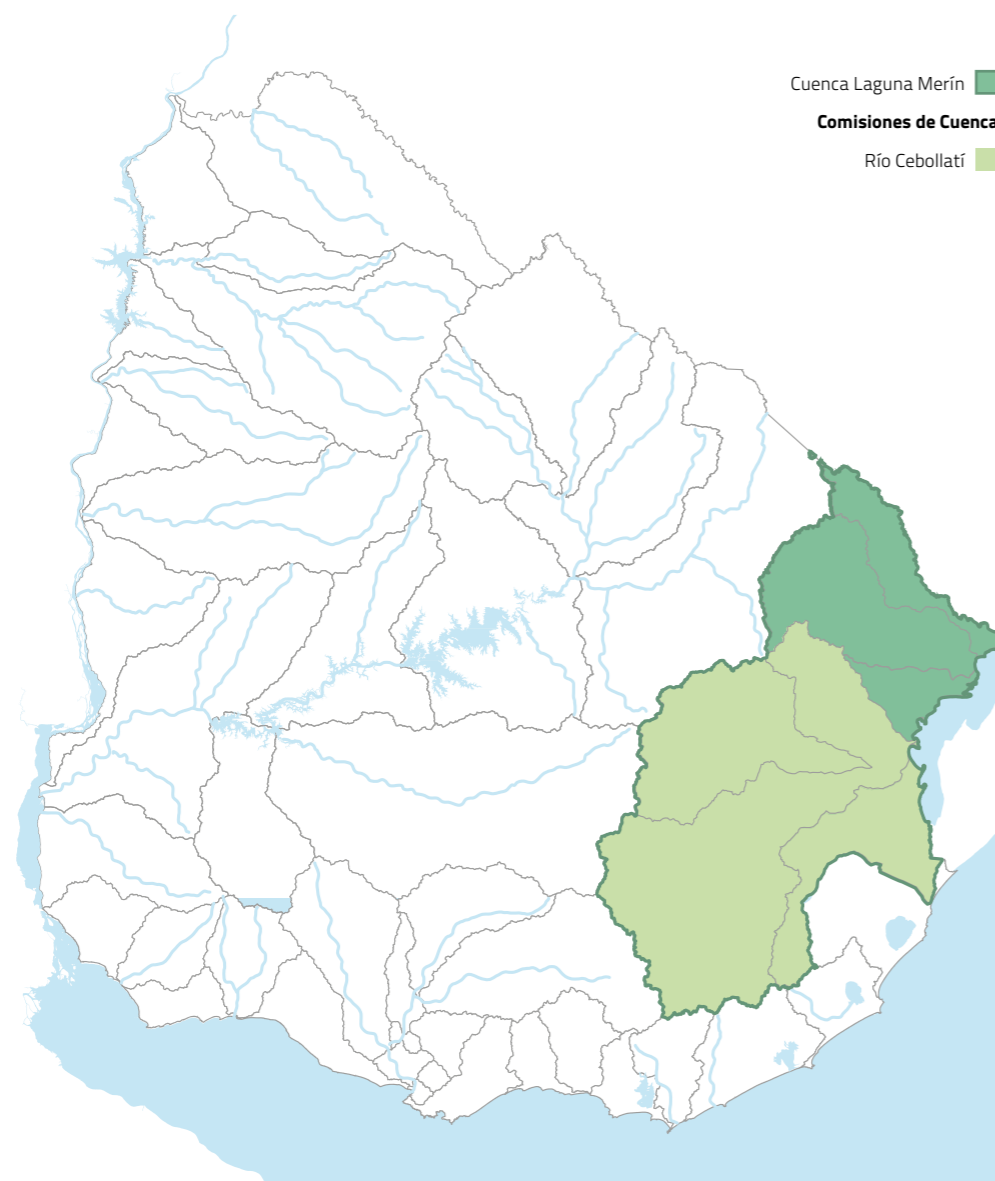


Figura 7.6 | Región Hidrográfica para la cuenca de la laguna Merín | Fuente: DINAGUA

Región agropecuaria	Superficie total (%)
Agrícola ganadera	7,9
<b>Total agrícola</b>	<b>7,9</b>
Arrocera	19,8
Arrocera con ganadería	17,1
<b>Total arrocera</b>	<b>36,9</b>
Ganadera con mejoramiento	43,3
<b>Total ganadera</b>	<b>43,3</b>
Forestal	12
<b>Total forestal</b>	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabla 7.2 | Regiones agropecuarias y porcentaje de la superficie total para la región hidrográfica de la laguna Merín  
Fuente: MGAP-DIEA, con base en el Censo Agropecuario 2011

En la cuenca existe una reserva de biósfera, un sitio Ramsar y cuatro áreas de importancia para la conservación de las aves. La región presenta ecosistemas con alta diversidad, particularmente los Humedales del Este, en los departamentos de Rocha, Treinta y Tres y Cerro Largo, que figuran dentro de la región Ramsar. También existe el Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de los Humedales del Este (PROBIDES). Las áreas protegidas de la región son Paso Centurión, Quebrada de los Cuervos y San Miguel.

## 7.2.2 | Características de la oferta de los recursos hídricos

La lluvia anual caída se estima en 1.336 mm, se pierden 815 mm por evapotranspiración, llegando a los cauces 521 mm. Esta escorrentía supone un caudal continuo medio anual del orden de 475 m<sup>3</sup>/s y un volumen disponible de agua de 14.985 hm<sup>3</sup>. Se pierde por evapotranspiración el 61 % de la lluvia que cae en ella. La aportación específica equivalente es de 16,5 l/s-km<sup>2</sup>, la más alta de Uruguay.

## 7.2.3 | Características del uso de los recursos hídricos

En esta región se concentra el 6 % de las obras hidráulicas (embalses, tanques excavados, tomas y pozos) y el 31 % del volumen anual de aprovechamientos del país. Los aprovechamientos presentan los siguientes usos: 98,5 % riego, 1,1 % consumo humano, 0,1 % otros usos, 0,2 % industria y 0,1% otros usos agropecuarios. En la casi totalidad de la región, los volúmenes de agua embalsados por unidad de área y los extraídos por toma directa, también por unidad de área, están entre los más altos del país. En general esto se debe a los grandes volúmenes utilizados para el riego del cultivo de arroz. En los cursos con influencia de la laguna Merín o la laguna Negra no existen restricciones para otorgar caudales. En los cursos sin influencia de la laguna Merín, en general, se ha llegado al límite de los caudales disponibles a ser otorgados y en los ríos Cebollatí, Olimar, Tacuarí y Yaguarón se imponen turnos de riego. La demanda por usos puede afectar la disponibilidad de agua para abastecimiento a poblaciones, particularmente en la ciudad de Melo.

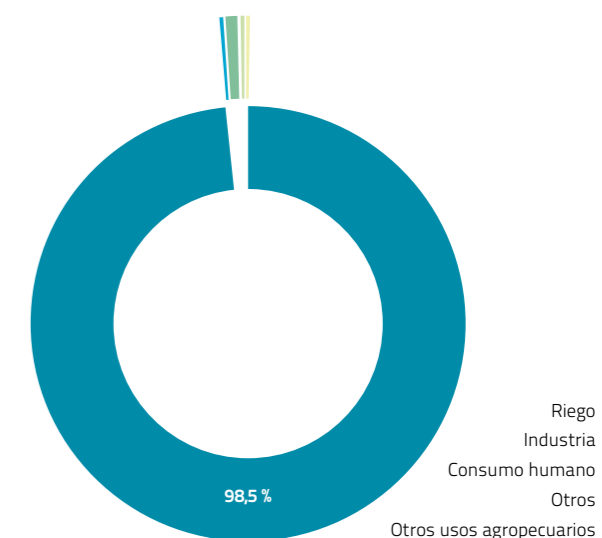


Figura 7.7 | Usos del agua de la región hidrográfica de la laguna Merín (%)  
Fuente: MVOTMA-DINAGUA, 2015

El uso de agua subterránea es marginal; se destaca el Acuífero Sedimentario de la laguna Merín con zonas de buen caudal (pozos que erogan en el entorno de 30 m<sup>3</sup>/h) en cercanías a la ciudad de Lascano (Rocha). En el sistema acuífero transfronterizo Litoráneo-Chuy, que es muy explotado en La Paloma (Rocha) durante los meses de verano, puede tener problemas de calidad de agua para abastecimiento de agua a las poblaciones, por los altos contenidos de hierro y cloruros.

En relación con la calidad de los recursos hídricos superficiales, en esta región es donde hay menos información disponible y respecto a las aguas subterráneas prácticamente no hay datos de calidad. De todas formas, en aguas superficiales, se identifican altas concentraciones de nitrógeno y fósforo. Los efluentes identificados corresponden a vertidos urbanos de las plantas de tratamiento y efluentes industriales provenientes de la actividad cárnica, alimenticia, cuero y láctea. Se han detectado cianobacterias y toxinas en la laguna Merín, en el arroyo Nico Pérez y en la cañada Salto de Agua. En esta región, particularmente, las obras de protección y defensa contra inundaciones generan conflictos ya que luego de las lluvias se inundan otros campos por mayor concentración de agua y mayores problemas de drenaje.

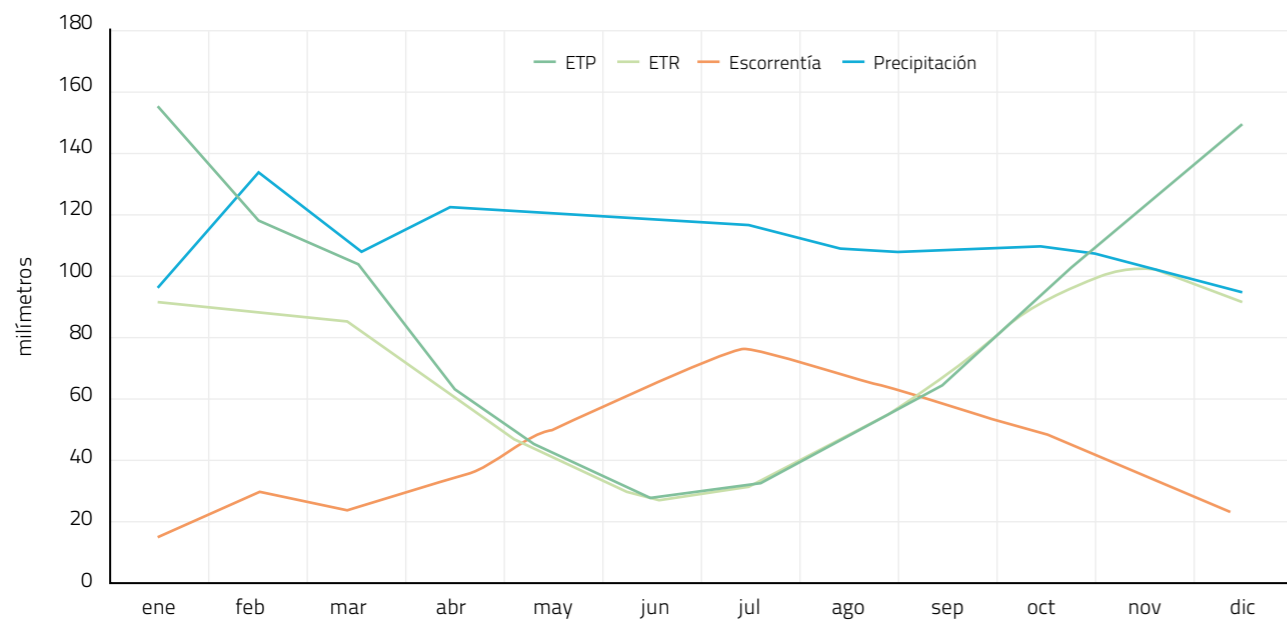


Figura 7.8 | Componentes del balance de la región hidrográfica de la laguna Merín

## 7.3 | Región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo

La región hidrográfica de la Cuenca del Río de la Plata y Frente Marítimo es una región transfronteriza que pertenece a la Cuenca del Río de la Plata integrada por Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. En el territorio nacional ocupa una superficie aproximada de 34.899 km<sup>2</sup> y representa el 20 % de la superficie total del país. Se encuentra integrada por los departamentos de Montevideo, Canelones y San José en su totalidad y Lavalleja, Rocha, Maldonado, Flores, Florida y Colonia parcialmente. Contiene las aguas que escurren hacia el Río de la Plata y el océano Atlántico. Los principales cursos de agua son: río Santa Lucía, Santa Lucía Chico, río San Juan, río Rosario, río San José y los arroyos Solís Grande, Canelón Grande y Colorado.

Esta región se caracteriza por tener una serie de lagunas costeras como la laguna del Cisne y laguna del Sauce, de gran importancia para el abastecimiento de las poblaciones locales, y las lagunas de José Ignacio, Garzón, Rocha, Castillos y Negra, de gran importancia turística y ambiental. El 39 % de la región está conformado por la Cuenca del río Santa Lucía, una cuenca estratégica de gran importancia porque provee de agua potable al 60 % de la población del país. El 34 % de la superficie lo ocupa la cuenca del Río de la Plata y el 27 % restante la cuenca del océano Atlántico.

Desde el año 2012 funciona el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río de la Plata y Frente Marítimo<sup>87</sup> y en esa órbita se han creado: la Comisión de Cuenca del río Santa Lucía, la Comisión de Cuenca de la laguna del Cisne y la Comisión de Cuenca de la laguna del Sauce, que si bien funciona desde el año 2010, responde a este Consejo.

### 7.3.1 | Características socioeconómicas y ambientales

El 72 % de la población del país habita en esta región; son 2.330.414 habitantes de los cuales el 97 % viven en el área urbana y 3 % en el área rural. La tasa de crecimiento poblacional proyectada para el año 2025 presenta valores positivos sólo para los departamentos de Colonia, Maldonado, Canelones y San José.

Las actividades económicas principales son: agropecuaria, industrial, turismo, actividad relacionada con los puertos, transporte marítimo, centro financiero y administrativo del país (concentrado en Montevideo). Es una región con un importante uso del suelo por parte del sector agropecuario, tanto en cantidad como en intensidad. En la tabla 7.3 se presenta el porcentaje de la superficie total ocupada por cada región agropecuaria. La principal cuenca lechera del país se ubica en esta región hidrográfica, al igual que un porcentaje importante de la actividad agrícola intensiva (hortícola, frutícola, vitivinícola).

La región posee la mayor cantidad de áreas protegidas dentro de las que se destacan los Humedales del Santa Lucía y los Humedales del Este, el Cerro Verde, el Parque Nacional Cabo Polonio, Laguna de Rocha, Laguna Garzón, Isla de Flores y Potrerillo de Santa Teresa, entre otras. Esta cuenca tiene la particularidad de contar con lagunas costeras de un alto valor ecológico y ambiental que están interconectadas con el océano Atlántico, comprometiendo su calidad para determinados usos.

Región agropecuaria	Superficie total (%)
Agrícola	7
Agrícola ganadera	19
Agrícola lechera	17
<b>Total agrícola</b>	<b>43</b>
Arrocera con ganadería	2
<b>Total arrocera</b>	<b>2</b>
Ganadera lechera	2
Ganadera con mejoramiento	27
<b>Total ganadera</b>	<b>29</b>
Citrícola	0
Horti-fruti-vitícola	1
Hortícola	3
Frutivícola	2
<b>Total agrícola intensiva</b>	<b>6</b>
Lechera	4
Lechera ganadera	6
<b>Total lechera</b>	<b>10</b>
Forestal	9
<b>Total forestal</b>	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Tabla 7.3 | Regiones agropecuarias y porcentaje de la superficie total para el Río de la Plata y Frente Marítimo  
Fuente: MGAP-DIEA, con base en el Censo Agropecuario 2011

### 7.3.2 | Características de la oferta de los recursos hídricos

La lluvia anual caída se estima en 1.201 mm, se pierden 849 mm por evapotranspiración, llegando a los cauces 352 mm. Esta escorrentía supone un caudal continuo medio anual del orden de 378 m<sup>3</sup>/s y un volumen disponible de agua de 11.918 hm<sup>3</sup>. Es la región hidrográfica menos lluviosa de Uruguay.

Prácticamente se pierde por evapotranspiración el 71 % de la lluvia que ocurre en ella. La aportación específica equivalente es de 11,1 l/s-km<sup>2</sup>.

### 7.3.3 | Características del uso de los recursos hídricos

En esta región se concentra el 51 % de las obras hidráulicas (embalses, tanques excavados, tomas, y pozos) y el 24 % del volumen anual de aprovechamientos del país.<sup>88</sup> Los aprovechamientos presentan los siguientes usos: 30,2 % consumo humano, 29,7 % riego, 39,4 % industria, 0,3 % otros usos y 0,5% otros usos agropecuarios.

Los volúmenes embalsados por unidad de área están entre los más bajos del país. Sin embargo se destacan tres embalses con destino al abastecimiento de poblaciones: Paso Severino, Canelón Grande y San Francisco. Los volúmenes de agua por unidad de área debido a extracciones por toma directa son altos en parte de la Cuenca de Santa Lucía, alrededores de Montevideo, litoral del Río de la Plata y Maldonado. Los volúmenes totales por unidad de área extraídos de pozos, entre los mayores a nivel nacional, se concentran en Montevideo y área metropolitana y en el litoral del Río de la Plata, coincidiendo con la presencia del acuífero Raigón. En esta región la mayor parte del agua para el

88 | Sin considerar la generación hidroeléctrica, según datos de DINAGUA, 2015.

consumo humano se extrae de fuentes superficiales (río Santa Lucía, laguna del Sauce y laguna del Cisne) y sobre la franja costera de fuentes subterráneas. El uso del agua subterránea para riego, proveniente del acuífero Raigón, es el mayor de todo el país y se utiliza en pequeñas extensiones (huertas y chacras). Algo similar ocurre con el sector industrial. En lo que respecta a la existencia de agua subterránea, se destacan en el Sistema Acuífero Raigón y el Sistema de Acuíferos Costeros. Los niveles más críticos de contaminación aparecen en esta región y principalmente en los cursos de agua situados en la zona cercana a la capital. En Montevideo persiste la descarga de productos orgánicos e inorgánicos en los arroyos Miguelete y Pantanoso, derivados de residencias, alcantarillado e industrias. También presentan niveles críticos de contaminación la Cuenca del Colorado y la Cuenca del Canelón Chico.

El río Santa Lucía presenta un grado de eutrofización creciente. Existen varios reportes que confirman la existencia de elevadas concentraciones de nitrógeno y fósforo en cursos de agua y embalses de su cuenca. El creciente problema de floraciones de cianobacterias en el cuerpo de agua, potencialmente tóxicas, provoca mal olor y sabor en el agua potable, con encarecimiento y dificultades en el tratamiento del agua para potabilizar que abastece al área metropolitana. Esta situación se ha manifestado en la laguna del Cisne, Aguas Corrientes, laguna del Sauce, Nueva Helvecia y Fray Marcos.

El uso de agroquímicos en la cuenca agrega un riesgo adicional, por la potencial llegada al agua de esas sustancias de variada incidencia en la biota. Se han detectado bajas concentraciones puntuales de atrazina en arroyo La Palma, arroyo Pantanoso, arroyo Sarandí, río Santa Lucía, río San José, río Santa Lucía Chico, arroyo Solís Grande y cañada Isla Mala. Se estimó que las fuentes difusas aportan al total de la carga de contaminación un 82 % para DBO5, 82 % para NT y 77 % para PT. A partir de estos resultados se identificó que la actividad agrícola-ganadera es una de las que más contribuye. La erosión del suelo es un importante problema en la zona. El vertido de efluentes industriales, sin tratamiento en las aguas, constituye un factor de contaminación hídrica de relevancia, particularmente en la Cuenca del río Santa Lucía.

87 | Creado por el Decreto Reglamentario N° 263/011 de la Ley N° 18.610.

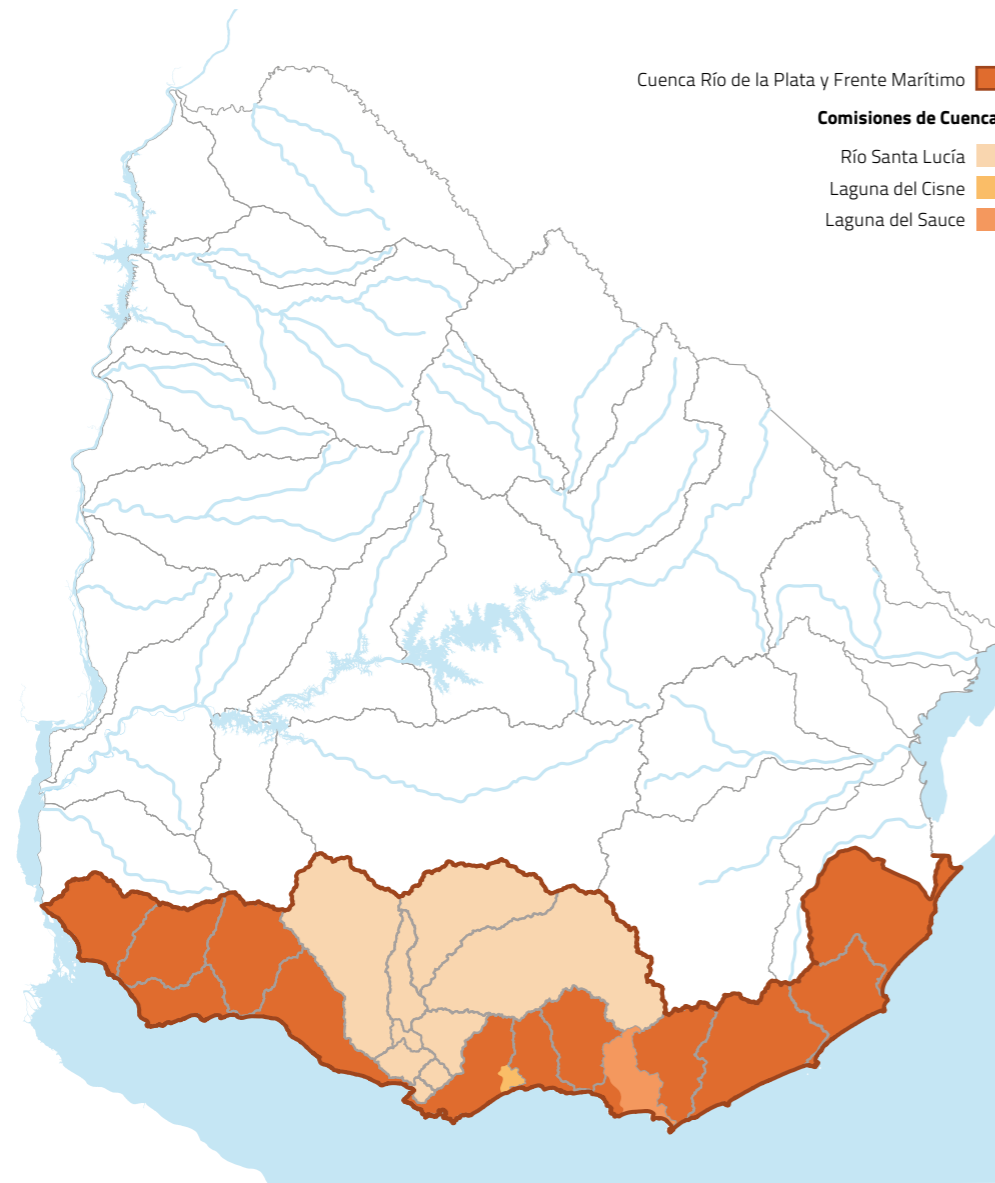


Figura 7.9 | Región hidrográfica para la cuenca del Río de la Plata y Frente Marítimo | Fuente: DINAGUA

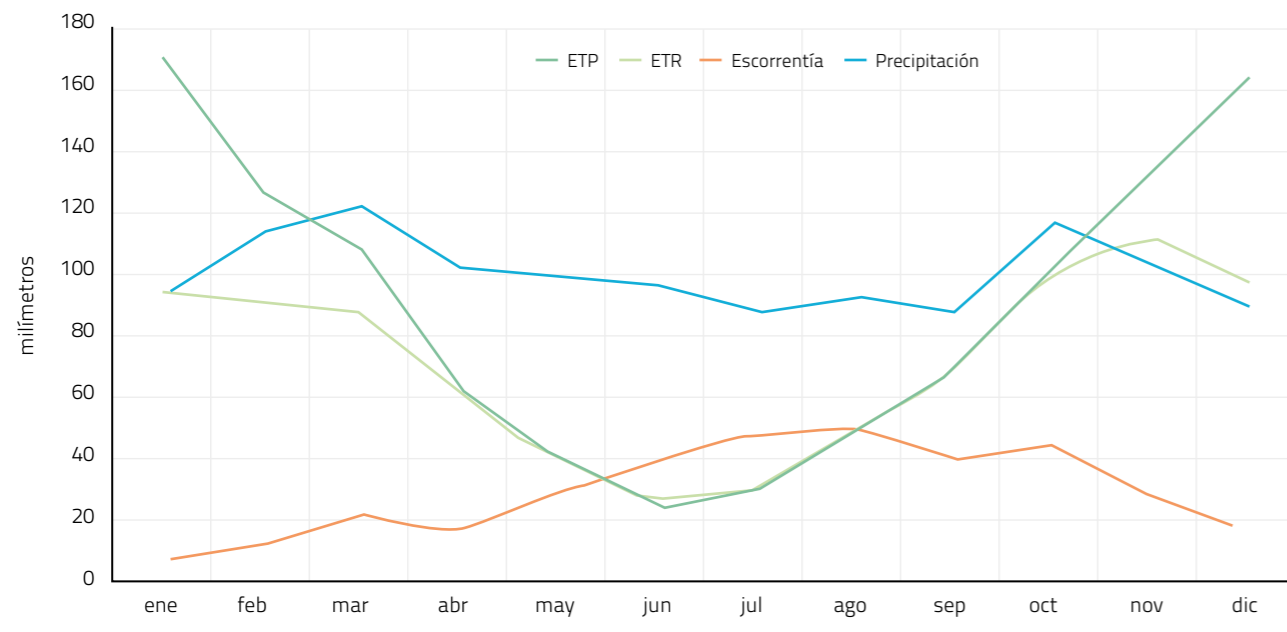


Figura 7.10 | Componentes del balance de la región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo

### 7.3.4 | Río Santa Lucía

El río Santa Lucía constituye uno de los sistemas fluviales más importantes del país por sus características ecológicas, su ubicación y su función. La cuenca de aporte tiene una extensión de 13.487 km<sup>2</sup> y concentra casi 32 % de la población rural nacional. Abastece de agua potable a 60 % de la población de Uruguay incluyendo al área metropolitana de Montevideo y ciudades próximas. Es uno de los principales territorios de producción de alimentos a escala nacional, concentrando asimismo una gran actividad industrial. En la cuenca se dispone de dos embalses (Paso Severino y Canelón Grande) y está en estudio la construcción de una nueva presa para asegurar el abastecimiento futuro del recurso. La actividad antrópica ha generado impactos en la calidad del recurso, siendo 81 % del aporte de contaminantes fuentes difusas y 19 % fuentes puntuales (industriales y domésticas) (DINAMA-JICA 2011). El programa de monitoreo de calidad de agua implementado por la DINAMA-MVOTMA en el período 2004-2015 estima un cumplimiento de los estándares de calidad de agua con alta frecuencia (>90 %) en casi todas las subcuencas a excepción del Arroyo Canelón Grande y Chico y la del arroyo Colorado (ambas cuencas con fuerte presión industrial y urbana). El parámetro que registró la menor frecuencia en el cumplimiento del estándar de calidad fue el fósforo total. La variable está directamente asociada al aporte de nutrientes de origen difuso (actividad agropecuaria) e incrementada por aportes puntuales en las subcuencas del sistema arroyo Canelón y la del arroyo Colorado.

En este contexto, en el año 2013, se elaboró el Plan de Acción para la Protección de la Calidad de Agua del Río Santa Lucía que consiste en un conjunto de acciones para controlar, detener y revertir el proceso de deterioro de la calidad de agua y asegurar la calidad y cantidad del recurso hídrico, para el uso sustentable del agua de la cuenca hidrológica. Las principales medidas apuntan a la mejora de tratamiento de vertidos industriales, domésticos, productivos, zonificación para la regulación de actividades (aplicación de nutrientes y plaguicidas, abrevadero de ganado), registro de las extracciones de agua y alternativas de fuentes de agua potable (MVOTMA, 2015). Las medidas se detallan en el capítulo de "Antecedentes de la Gestión Integrada" de este documento.

En virtud de la relevancia que reviste la cuenca a nivel nacional, en lo que tiene que ver con la reserva de agua dulce para abastecimiento de la población, el Poder Ejecutivo ha considerado estratégica la creación de la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía (Decreto del Poder Ejecutivo N° 106/2013 del 2 de abril de 2013). Este ámbito tripartito de articulación ha trabajado en el seguimiento de la implementación y ejecución del plan de acción.

### 7.3.5 | Laguna del Sauce

La laguna del Sauce se encuentra ubicada en el departamento de Maldonado y su cuenca se extiende en una superficie de 722 km<sup>2</sup>. Constituye la única fuente de abastecimiento de agua potable del departamento de Maldonado, abasteciendo a una población fija de 140.000 personas que en la temporada estival puede alcanzar las 300.000 personas.

Actualmente provee también a zonas del departamento de Canelones. De acuerdo a los últimos estudios de referencia, la laguna del Sauce se encuentra en estado o situación trófica grado 3

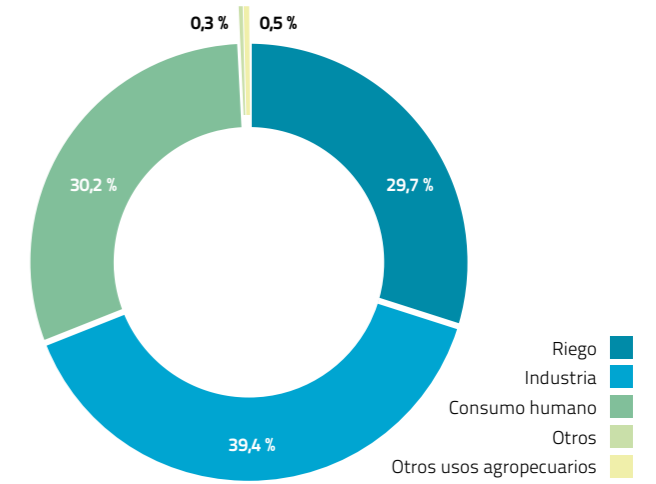


Figura 7.11 | Usos del agua de la región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo | Fuente: MVOTMA-DINAGUA, 2015

(eutrófico). Resultados de algunos estudios ponen de manifiesto el carácter agrícola-ganadero de la cuenca como responsable principal de las cargas de N y P que llegan a la laguna del Sauce, así como también las aguas residuales de la localidad La Capuera y de las viviendas sin conexión al sistema Pan de Azúcar.

El proceso de reversión del impacto será lento, ya que existe un secuestro muy importante en sedimentos, fundamentalmente de fósforo. En diciembre del año 2010 se creó la Comisión de Cuenca de la Laguna del Sauce como órgano tripartito (conformado por gobierno, usuarios y sociedad civil) y procede como asesor de la autoridad de aguas en la formulación del Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la Cuenca de la Laguna del Sauce (Decreto N° 358/010, de 6 de diciembre de 2010). Desde su creación, la Comisión de Cuenca ha trabajado en una propuesta que desembocó en la sanción del Plan de Acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad como fuente de agua potable de la cuenca hidrológica de la laguna del Sauce, en junio de 2015. El Plan comprende una serie de medidas con enfoque integral.

### 7.3.6 | Laguna del Cisne

La laguna del Cisne es el mayor sistema léntico (lacustre) natural del departamento de Canelones y su cuenca tiene una superficie aproximada de 50 km<sup>2</sup>, siendo el arroyo Piedra del Toro y la Cañada del Cisne sus principales tributarios, en el sector este de la Cuenca se encuentra el Humedal del Estero conectado a la laguna por un canal artificial. Desde el año 1971 es utilizada por OSE como fuente de agua para abastecer el área balnearia del departamento de Canelones.

Esta cuenca recibe fuertes presiones tendientes al cambio e intensificación del uso del suelo que alteran la calidad del agua y crean riesgos en función de su uso para consumo humano. Tal situación de hecho motivó la creación de una Comisión de Cuenca en agosto de 2014. En la órbita de la mencionada comisión y, a iniciativa de la Intendencia de Canelones, se analizaron y discutieron las medidas cautelares que posteriormente aprobó el Gobierno departamental.

### 7.3.7 | Acuífero Raigón

El acuífero Raigón, con una superficie aproximada a los 1.800 km<sup>2</sup>, es un sistema hidráulico en un medio sedimentario que constituye la mayor reserva de agua subterránea del sur del país. Ubicado en el departamento de San José, es la principal fuente de abastecimiento a poblaciones y explotaciones industriales, agrícolas y ganaderas de la zona. Está estructurado como un conjunto sedimentario de edades terciario-cuaternario dispuesto en una antigua cuenca de sedimentación. Las formaciones Camacho (en la porción sur del acuífero) y Fray Bentos (en la porción norte) conforman el piso del acuífero. El techo del acuífero en gran parte del área lo constituyen los materiales de la formación Libertad (loess de edad Plioceno). Presenta espesores que varían entre 12 m y 17 m; su comportamiento hidráulico es asimilable al de un acuífero semiconfinado. Los caudales de las perforaciones que captan agua de este acuífero varían entre 10-50 m<sup>3</sup>/h; las profundidades de los pozos se ubican entre los 30 y 40 metros. El acuífero ha sido objeto de muchos estudios a lo largo del tiempo, existe una vasta información que permite una caracterización geológica detallada a partir de un amplio banco de datos de perforaciones que se actualiza periódicamente; existen también algunas herramientas para la gestión como son el desarrollo de modelos conceptuales ajustados del acuífero y modelos numéricos, así como también mapas de vulnerabilidad.

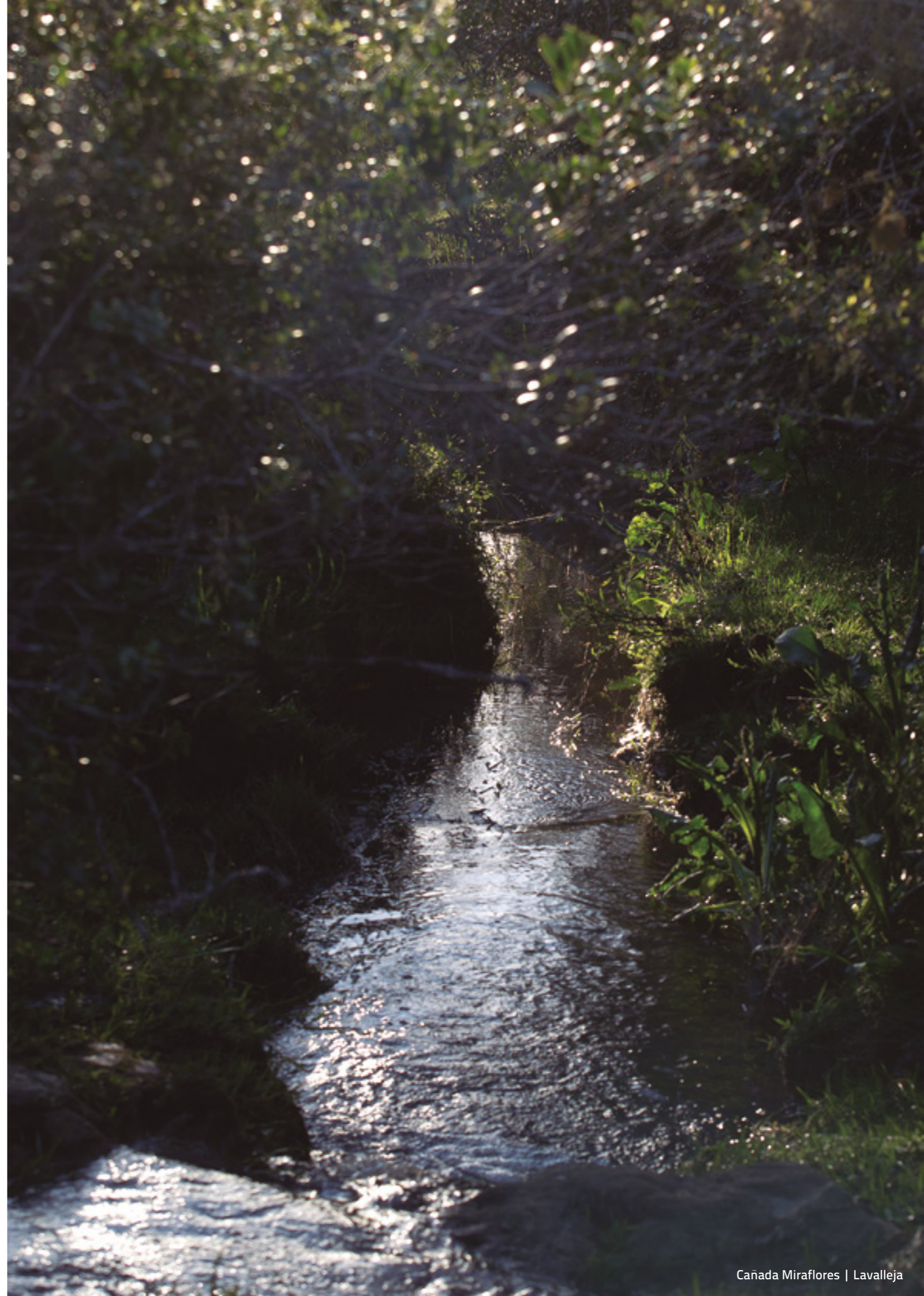
Las características del acuífero que ofrece importantes caudales que ofrece y facilidad de acceso, asociadas a la demanda de agua potable para el abastecimiento de las poblaciones e industrias de la región y las políticas de promoción del riego para el desarrollo del sector agrícola-ganadero, determinan la importancia estratégica del uso y protección del sistema acuífero Raigón. Desde 1986, la DINAMIGE lleva a cabo un monitoreo del estado dinámico del comportamiento de las aguas subterráneas del acuífero Raigón. Los datos provenientes del monitoreo son ampliamente difundidos para aportar información de interés sobre el comportamiento del acuífero y favorecer una explotación racional por parte de los usuarios.

Desde 2015, a instancias de la DINAGUA, se encuentran en proceso de actualización los modelos y la carta de vulnerabilidad del acuífero, como forma de mejorar las herramientas que permiten establecer medidas de gestión orientadas al aprovechamiento sustentable del mismo.

La gestión de los recursos hídricos en Uruguay tiene una larga trayectoria, cuyos principales hitos se presentan en la línea de tiempo de evolución de la normativa y la institucionalidad del capítulo III.

Como resultado de esta historia, el país cuenta actualmente con un marco jurídico, información, conocimiento, herramientas e institucionalidad para realizar la gestión de los recursos hídricos de forma integrada y participativa, acorde con los lineamientos de la Política Nacional de Aguas.

En este capítulo se presentan en forma resumida las herramientas, procedimientos y actividades que se desarrollan para llevar a cabo la gestión y los requerimientos para su mejora y actualización.



# 8.0

**GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**



# 8.0

## GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

### 8.1 | Monitoreo de los recursos hídricos

El monitoreo de variables hidrometeorológicas, de calidad del agua y de los usos del agua, es esencial para la evaluación, planificación, gestión y control de los recursos hídricos. Comprende la operación de redes de estaciones permanentes y programas específicos a cargo de distintas instituciones. El Código de Aguas establece la obligación de monitorear el recurso hídrico (inventario y apreciación) y especifica las frecuencias mínimas con las que se debe llevar a cabo por parte del Estado y por parte de los usuarios. Bajo este marco, el inventario y evaluación de los recursos hídricos debe abarcar "su ubicación, volumen, aforo, niveles, calidad, grado de aprovechamiento y demás datos técnicos pertinentes".<sup>89</sup>

En el año 2009, la Ley de Política Nacional de Aguas establece que los usuarios cuyas actividades afectan el ciclo hidrológico deberán realizar mediciones en cantidad y calidad, y entregarlas a la autoridad nacional competente, de acuerdo con lo que ésta establece, sin perjuicio de las competencias del Estado en la materia.

Existen algunos servicios y organismos oficiales que ejecutan programas sistemáticos de medición de las condiciones de la atmósfera o de los cuerpos de agua como por ejemplo: INUMET, DINAGUA, SOHMA, DINAMA, OSE, INIA, UTE, CARU, CTM-SG, intendencias, etc.

La información que cada institución genera responde a diferentes necesidades y objetivos vinculados a fines de evaluación permanente de los recursos hídricos en general (en cantidad y calidad), y a fines operativos inmediatos relacionados con sus funciones específicas, como el pronóstico del tiempo o de caudales circulantes. Asimismo, existen mediciones generadas en proyectos y programas específicos, de la UdelaR principalmente y de diferentes organizaciones civiles, que no son sistemáticas, pero permiten tener información sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos para establecer la calidad del agua en un momento dado o mediciones de variables hidrometeorológicas.

También hay cierto tipo de información que debe ser relevada durante períodos excepcionales (por ejemplo inundaciones o derrames contaminantes) o acotados en espacio y tiempo (ejecución de proyectos a término), cuya continuidad y sistematización depende de las capacidades locales instaladas, de la capacidad de respuesta desde las instituciones responsables o de la financiación externa de proyectos por períodos restringidos.

89 | Artículos 7 y 13 del Código de Aguas.

A continuación se describen las principales instituciones que realizan el monitoreo de los recursos hídricos y del ciclo hidrológico.

#### 8.1.1 | INUMET | Instituto Uruguayo de Meteorología

El Instituto Uruguayo de Meteorología tiene entre sus competencias la responsabilidad de observar, concentrar, controlar la calidad, analizar, investigar, suministrar, difundir y conservar la información oficial en meteorología.

Si bien existen antecedentes de observaciones sistemáticas anteriores, la red nacional de estaciones meteorológicas fue conformada recién a mediados del siglo XX, como resultado de una emergencia nacional en respuesta a la sequía de los años 1942 y 1943. Desde 1950, el Instituto Uruguayo de Meteorología integra la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo dependiente de las Naciones Unidas.

La red actual del INUMET incluye dos tipos de estaciones:

**Pluviométricas** | miden únicamente la precipitación ocurrida durante un día.

**Convencionales** | miden varios parámetros entre los que se incluyen precipitación, temperaturas máximas y mínimas, humedad de la atmósfera, velocidad y dirección del viento, horas de sol, etc.

Entre sus cometidos establecidos legalmente figura la creación y operación de un "Banco Nacional de Datos Meteorológicos y Climáticos, al que se incorporarán todos los datos meteorológicos y climáticos de calidad contrastada producidos por el INUMET y demás organismos públicos y privados". En base a esta disposición legal y mediante convenios específicos el INUMET es el depositario último de los datos meteorológicos generados por otras instituciones como UTE y CTM-SG. La ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas y meteorológicas del INUMET y otras instituciones oficiales se puede ver en la figura 8.1.



Figura 8.1 | Estaciones meteorológicas y estaciones pluviométricas | Fuente: INUMET

## 8.1.2 | DINAGUA | Dirección Nacional de Aguas

La DINAGUA es responsable de mantener el "inventario actualizado de los recursos hídricos". Dicho inventario ha sido constituido mediante la creación de un banco de datos hidrométricos, a cargo del Servicio Hidrológico, y un inventario de aprovechamientos, a cargo del Área de Administración de Recursos Hídricos. El primero concentra la información histórica generada por una red de observaciones hidrométricas (niveles y caudales de aguas superficiales) y realiza el procesamiento primario de esos datos. El segundo es mantenido y actualizado mediante la recepción, estudio y aprobación de proyectos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas y el otorgamiento, registro y control de los derechos de uso derivados.

De hecho el Servicio Hidrológico ha funcionado desde principios del siglo XX como parte de unidades organizativas (departamento o división) dentro de alguna repartición del Poder Ejecutivo (MVOTMA, anteriormente MTOP). Sus objetivos y funciones han variado de acuerdo a los cometidos de la unidad ejecutora y, en consecuencia, la red nacional de observaciones hidrométricas fue evolucionando en respuesta a las necesidades de los distintos estudios y proyectos nacionales de desarrollo encomendados (navegación interior, generación hidroeléctrica, riego artificial, abastecimiento a poblaciones) y en particular está asociada a la evaluación de recursos hídricos con fines de aprovechamiento.

A partir de la década del setenta (en el marco de los proyectos PNUD/OMM URU/78/010 y URU/87/007) se procedió a reorganizar la red hidrométrica con el objetivo específico de generar los datos necesarios para evaluar integralmente los recursos hídricos del país y satisfacer los distintos requerimientos de información de los usuarios actuales y potenciales (fines múltiples).

La amplia variabilidad que presentan los regímenes hidrológicos de nuestros cursos de agua hace que para tener una descripción estadística confiable sea necesario contar con series extensas y continuas. Si bien el Servicio Hidrológico tiene información que en algunos casos particulares supera un siglo de datos, la mayoría de las estaciones de la red actual comenzaron a generar registros continuos y confiables de niveles y caudales en la década de los ochenta.

Históricamente el Servicio Hidrológico Nacional se ha limitado esencialmente a la generación y análisis de datos de hidrología superficial (niveles de agua y mediciones de caudales), restando todavía el monitoreo de las aguas subterráneas cuyo estudio se ha limitado a proyectos específicos.

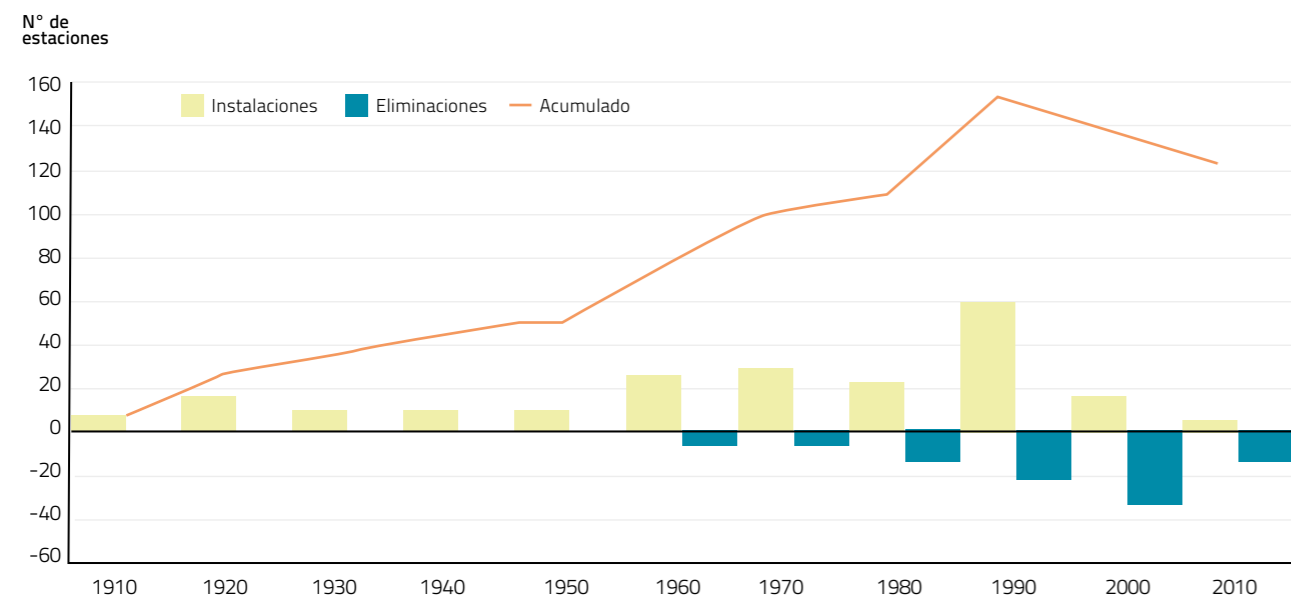
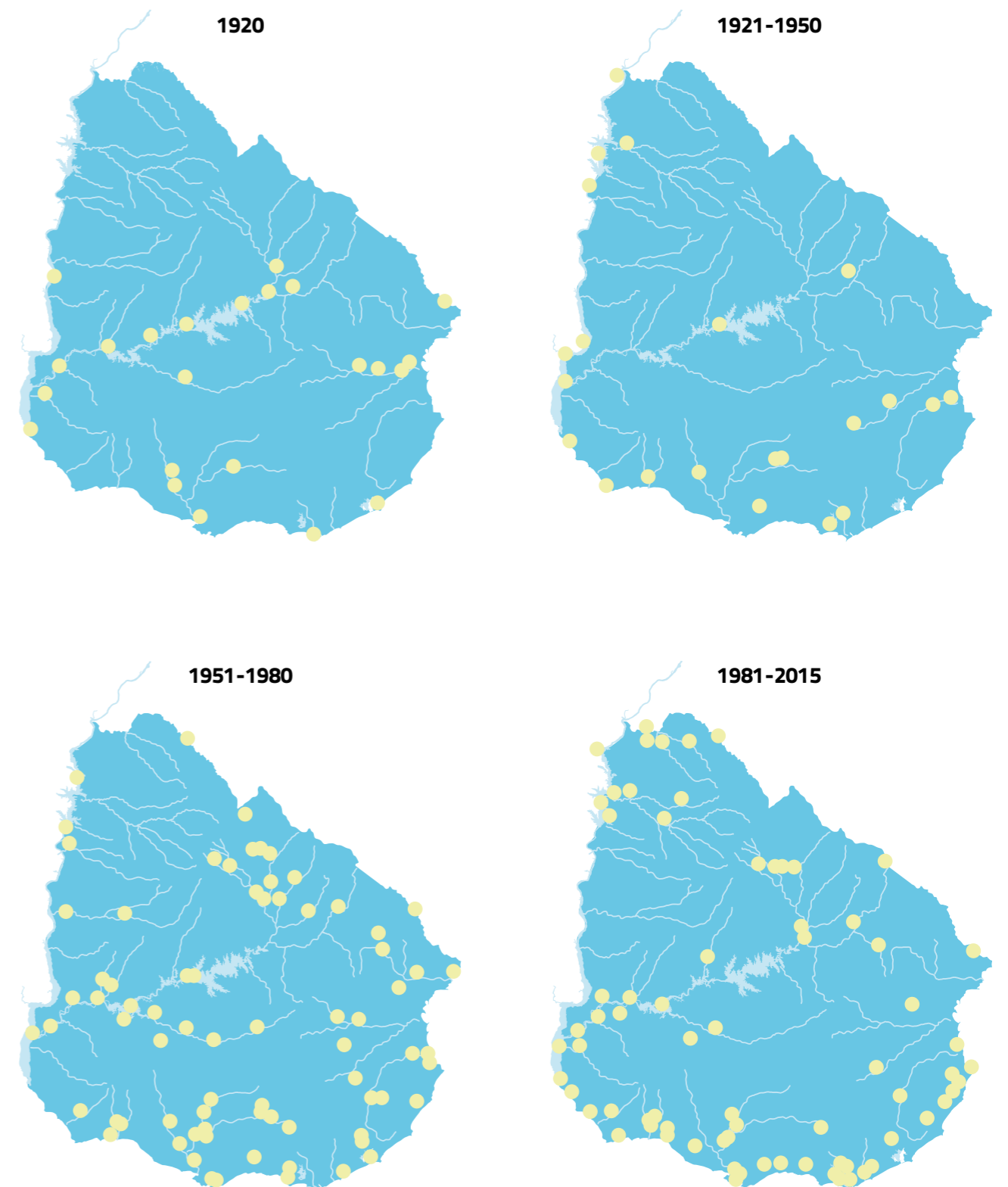


Figura 8.2 | Evolución del número de estaciones activas (todo el país) | Fuente: DINAGUA

Figura 8.3 | Secuencia de instalaciones de estaciones hidrométricas de DINAGUA (nuevas, reubicaciones o sustituciones) | Fuente: DINAGUA





El Banco de Datos cuenta en la actualidad con información de alrededor de 100 estaciones activas, con registros de datos que alcanzan en promedio unos 37 años de antigüedad, y de un número similar de estaciones que han operado en el pasado con distintas finalidades. A la fecha se tiene aproximadamente un 46 % de estaciones con medición sistemática de caudal y un 52 % de las estaciones activas de la red funcionando con instrumentos de registro digital.

Está programada la adaptación progresiva de las estaciones con registro digital a transmisión remota vía GPRS y/o satelital. En la cuenca del río Santa Lucía, diez estaciones ya están operativas trasmitiendo en tiempo real datos de nivel. Por otra parte, se está en proceso de instalación de 15 estaciones telemétricas de nivel y precipitación en las cuencas transfronterizas del río Cua-

reim, para la alerta temprana de inundaciones para las ciudades de Artigas/Quaraí y la gestión del recurso hídrico compartido y en la cuenca de la laguna Merín, con los objetivos de alerta temprana para las ciudades de Treinta y Tres y Río Branco, para la gestión del recurso hídrico y para su navegación.

En la figura 8.3 se muestra la red de estaciones hidrométricas de DINAGUA, diferenciando las estaciones que son de registro manual, digital automática y las estaciones telemétricas actuales y proyectadas, junto con las estaciones hidrométricas de UTE y CTM.

La tabla 8.1 presenta un resumen de las estaciones operativas de DINAGUA, agrupadas por cuencas Nivel 1.

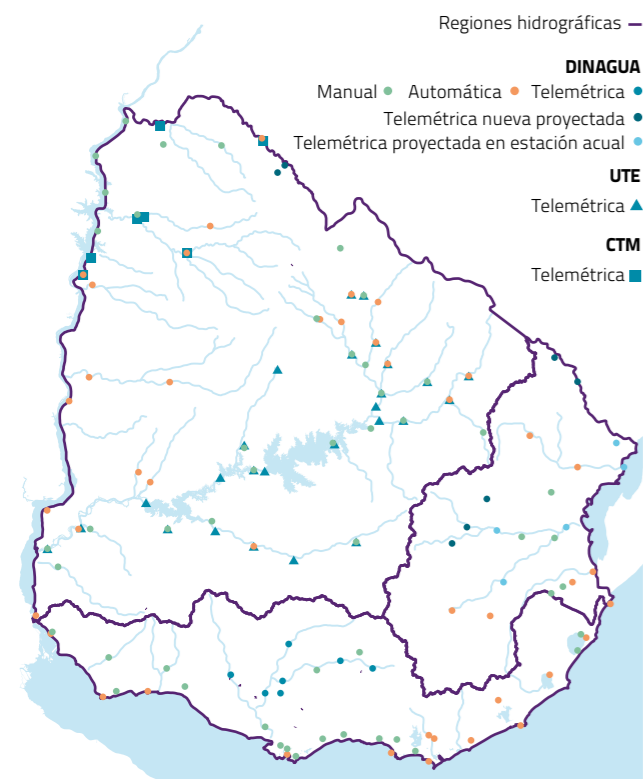


Figura 8.4 | Estaciones activas de la red hidrométrica (2014)  
Fuente: DINAGUA

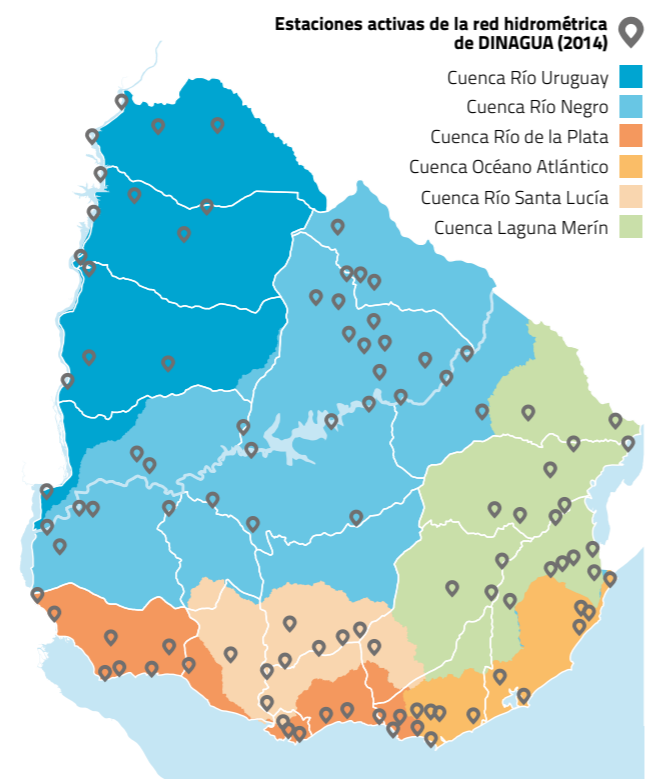


Figura 8.5 | Redes de estaciones hidrométricas (2016), se incluyen estaciones de DINAGUA, UTE y CTM  
Fuente: DINAGUA

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Niveles			Caudales			Automáticas	
		Estaciones	Extensión prom. (años)	Densidad (est./100.000 km <sup>2</sup> )	Estaciones	Extensión prom. (años)	Densidad (est./100.000 km <sup>2</sup> )		
Uruguay	45.400	19	37,3	4,2	8	31,8	1,8	10	52,6 %
Río de la Plata	12.150	19	30,2	15,6	4	22,0	3,3	6	31,6 %
Océano Atlántico	9.250	8	26,8	8,6	2	21,5	2,2	8	100 %
Laguna Merín	27.900	17	44,1	6,1	8	39,1	2,9	10	58,8 %
Río Negro	68.200	30	40,7	4,4	17	34,9	2,5	13	43,3 %
Río Santa Lucía	13.500	10	37,4	7,4	9	30,8	6,7	6	60,0 %
<b>Totales</b>	<b>176.400</b>	<b>103</b>	<b>37,3</b>	<b>5,8</b>	<b>48</b>	<b>32,7</b>	<b>2,7</b>	<b>53</b>	<b>51,5 %</b>

Tabla 8.1 | Resumen de estaciones operativas y datos registrados (dic. 2014) | Fuente: DINAGUA

Los datos primarios recolectados mediante las estaciones de esta red son los niveles del agua de los cursos observados a horas predeterminadas todos los días del año. Los valores son leídos de forma regular y periódica sobre reglas (limnómetros o escalas) y registrados en planillas o mediante aparatos automáticos (limnógrafos). Los caudales se determinan mediante campañas de mediciones directas de las velocidades del agua (aforos) que se realizan esporádicamente en una sección transversal del curso próxima a donde se encuentra la escala. Los caudales así determinados ("instantáneos") se correlacionan con los valores de nivel simultáneos. Cuando se cubre con aforos suficientes una parte significativa del rango de variación de los niveles en la sección, se define la ecuación de caudales o curva de aforo característica de cada estación con la que se construye, a partir de la serie de niveles, la serie correlativa de caudales.

La información existente de hidrología de superficie, a partir de una importante red de estaciones y varias decenas de años de registros, ha permitido realizar evaluaciones y estudios de carácter general y tener un grado de conocimiento aceptable acerca de los regímenes hidrológicos de una parte importante del país. De todas maneras es necesario revisar y adecuar su diseño a nuevas demandas, objetivos y oportunidades de avances tecnológicos.

Respecto a la hidrología subterránea se tiene un retraso histórico muy evidente y es necesario encarar proyectos específicos en esta área, que integren los esfuerzos desarrollados por parte de distintos organismos tales como la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH), la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) y Obras Sanitarias del Estado (OSE) a través de estudios específicos, campañas de monitoreo puntuales en los principales acuíferos (Raigón, Guaraní, Salto) o mediciones sistemáticas pero referidas a variables específicas de un tipo de uso o interés (OSE).

### 8.1.3 | DINAMA | Dirección Nacional de Medio Ambiente

DINAMA ha desarrollado de forma directa los siguientes monitoreos y evaluaciones de calidad de agua:

- Programa de Calidad de Aguas y Control de la Contaminación del Río Uruguay (PROCON)
- Programa Binacional Argentina/Uruguay (1987-2014)
- Red de monitoreo costero
- Programas de vigilancia ambiental en el río Uruguay
- Río Cuareim
- Río Santa Lucía
- Río Negro
- Afluentes de la laguna Merín
- Río San Salvador

También interviene en programas de monitoreo de calidad de agua en conjunto con otras organizaciones, entre ellos, Cuenca de la laguna del Sauce y río San Salvador.

#### PROCON

En 1987, la CARU reconoce la necesidad de implementar un control periódico de las aguas del río Uruguay, en el ámbito de la Subcomisión de Calidad Aguas y Prevención de la Contaminación Ambiental. En este contexto, y con el asesoramiento para el diseño y ejecución del programa de instituciones oficiales binacionales (DINAMA y DNH por Uruguay), se formula el Programa de Calidad de Aguas y Control de la Contaminación del Río Uruguay (PROCON), el cual ha sido desarrollado en diferentes etapas hasta el 2004.

#### Programas de vigilancia ambiental del río Uruguay (km 85 y km 115)

El programa de monitoreo establecido para el río Uruguay, en el tramo comprendido entre el km 85 y el km 115, tiene los siguientes objetivos:

- Establecer una línea de base de la calidad de las aguas, el sedimento y de la biota acuática que permita evaluar, en el corto y mediano plazo, los cambios en el sistema frente a posibles impactos producidos por la entrada en funcionamiento de las plantas de producción de pasta de celulosa (2006-2007).
- Definir un sistema de monitoreo permanente en la zona, que permita evaluar periódicamente el comportamiento del sistema frente a los nuevos emprendimientos industriales de pasta de celulosa. Una vez desarrollada la línea de base y luego de iniciado el funcionamiento de la empresa se continúa con los monitoreos que insumen un total de 136 variables (en 16 estaciones) para las matrices de agua y sedimento monitoreadas de forma bimensual.

El trabajo tiene un carácter interinstitucional, en donde la DINAMA es la coordinadora de los muestreos fisicoquímicos y biológicos (bentos y peces) realizados por la DINARA.

#### Red de monitoreo costero

Desde 1990, la DINAMA ha llevado adelante el Programa de Evaluación de la Calidad del Agua de las Playas, en coordinación con algunas intendencias costeras. Este programa abarca la costa del Río de la Plata y del océano Atlántico, desde la ciudad de Colonia del Sacramento (departamento de Colonia) al balneario Barra del Chuy (departamento de Rocha). Hasta el período 2012-2013 el programa contó con la participación de las intendencias de Colonia, Canelones y Maldonado. En la temporada 2013-2014 se formalizaron sus actividades, así como las instituciones participantes, a través de la firma de un convenio de Cooperación Técnica entre el MVOTMA y las intendencias costeras. De esta manera, en diciembre de 2013, queda constituida lo que se denomina Red de Monitoreo Costero, integrada formalmente por las intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha y coordinada por la DINAMA.

Esta red comienza a implementar sus actividades de monitoreo en enero de 2014. Las mismas son efectuadas por los técnicos de las respectivas instituciones involucradas y coordinadas a través de la DINAMA. Las playas son monitoreadas semanalmente durante la temporada estival y mensualmente el resto del año. Durante la temporada de verano 2014-2015 se controlaron 53 playas.

La red amplía el alcance de las actividades desarrolladas históricamente, ya que aumenta el número de variables y además se fortalece el monitoreo de las floraciones de cianobacterias. A su vez, se extendió el período de seguimiento, abarcando también los meses comprendidos fuera de la temporada estival (abril-setiembre). De esta manera, el monitoreo que se realizaba solo durante el verano ahora se efectuará también a lo largo de todo el año.

### Río Cuareim

Desde el año 2006 la DINAMA lleva a cabo un programa de monitoreo del río Cuareim de frecuencia bimestral. Desde sus inicios, el programa cuenta con seis estaciones de monitoreo en el cuerpo principal del río y a partir de marzo de 2014 se agregan dos puntos nuevos en los arroyos Tres Cruces y Yucutujá. Se analizan 19 variables fisicoquímicas y se agregan los plaguicidas incorporados a fines de 2013.

Está en proceso la coordinación para que el programa sea realizado en forma binacional (Brasil y Uruguay). Los sitios de extracción de muestras se determinaron con el objetivo de evaluar la calidad del agua aportada por los principales afluentes que llegan al cauce principal y los aportes desde su cuenca, así como el impacto antrópico sobre la calidad del agua. Para esto, se colocaron, entre otros, estaciones de muestreo aguas arriba y aguas abajo de las ciudades de Artigas/Quaraí.

### Río Santa Lucía

La DINAMA realiza un control sistemático de la calidad físico-química de las aguas continentales desde el año 2004. En una primera fase, desarrollada entre 2004 y 2011, se llevaron a cabo dos grandes programas de evaluación integral de la cuenca del río Santa Lucía. En el primero de ellos (2004-2007) se realizó el diagnóstico de las condiciones logísticas, administrativas y técnicas para el desarrollo de un programa de monitoreo, así como se realizó una primera evaluación de la calidad del agua mediante el estudio de los principales ríos. En base a los resultados alcanzados surgió el segundo programa (2008-2011) que mostró importantes resultados referidos a los aportes puntuales y difusos de contaminantes.

Actualmente la red de monitoreo incluye un total de 27 puntos, teniendo en cuenta aspectos técnicos -puntos impactados por la presencia de actividades potencialmente contaminantes o puntos considerados sin afectación antrópica- y aspectos socioambientales -puntos de interés en función de los usos que pudiera tener ese curso de agua-. La frecuencia de monitoreo es bimestral.

Las estaciones de la red de monitoreo se encuentran estructuradas en tres niveles diferentes:

**Estaciones de Nivel 1** | Ubicadas a lo largo de los cuatro cauces principales (Santa Lucía, Santa Lucía Chico, Canelones y San José). Corresponden a este nivel un total de 18 puntos, seis de ellos en el río Santa Lucía y cuatro en cada uno de los otros tres sistemas fluviales.

**Estaciones de Nivel 2** | Ubicadas dentro o a la salida de subcuencas que reciben altas cargas contaminantes. Son dos estaciones, una de ellas en la cuenca del río Santa Lucía y la otra en la cuenca del San José.

**Estaciones de Nivel 3** | Ubicadas en los embalses de Canelón Grande (tres estaciones de muestreo) y de Paso Severino (cuatro estaciones de muestreo).

Los principales parámetros medidos in situ son: pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura. En laboratorio se analizan los parámetros: color, turbidez, amonio, nitritos, nitratos, grasas, DBO5, fósforo total, cromo VI, clorofila, feofitina y coliformes termotolerantes.

### Río Negro

El monitoreo de esta cuenca se realiza trimestralmente. Las campañas de muestreo se iniciaron el 26 de mayo de 2009 y cada una tiene una duración de 10 días hábiles. En la logística de las campañas colaboran las intendencias de Cerro Largo y la junta local de Paso de los Toros (intendencia de Tacuarembó). Por otra parte, también UTE contribuye con el desarrollo de este programa, proporcionando alojamientos en las poblaciones de las represas.

Las estaciones de muestreo se distribuyen en el cuerpo principal del río Negro, en función de las distintas presiones ambientales del recorrido del cauce en el territorio. Incluye los tres embalses y sus tramos aguas arriba y abajo de las represas, las principales ciudades sobre el cauce principal y la llegada de los principales afluentes (río Tacuarembó y río Yí).

### Afluentes de la laguna Merín

El monitoreo de calidad de agua de la laguna Merín se realiza con una frecuencia trimestral mínima que se agrega a campañas dependientes de la zafra del cultivo de arroz. Las campañas de muestreo se iniciaron en octubre de 2014. Como consecuencia de la extensión del área de estudio, la cantidad de estaciones de monitoreo y la compleja logística implicada en el traslado de las muestras, cada campaña tiene una duración de cinco días hábiles. En el programa se monitorean 16 estaciones en los afluentes a la laguna Merín y no en el cuerpo de la laguna. Los cursos monitoreados son: río San Luis, río San Miguel, río Cebollatí, río Olimar, río Tacuarí y río Yaguarón. Se analizan 19 variables fisicoquímicas y tres plaguicidas de amplio uso en la región.

Los análisis químicos de agua y sedimentos son realizados o coordinados a través del Departamento de Laboratorio Ambiental de DINAMA.

La distribución de las estaciones de muestreo se diseñó en función del recorrido de los cauces de los principales tributarios en el territorio nacional. Las estaciones se ubicaron teniendo en cuenta las características de cada curso, incluyendo un punto próximo a la desembocadura en la laguna, un punto en el curso medio y un punto en el curso alto. Se trata de captar, en la ubicación de las estaciones, las ciudades y actividades predominantes en cada cuenca.

### Río San Salvador

El monitoreo tiene una frecuencia bimestral y se basa en el muestreo de siete estaciones distribuidas a lo largo del cauce principal del río (la distancia extrema entre estaciones es de 85 km). Se analizan 24 variables fisicoquímicas y siete componentes de plaguicidas. La ejecución de los muestreos se desarrolla en forma conjunta entre OSE y DINAMA, aportando cada institución los recursos necesarios (personal, equipamientos) para asegurar la eficiencia de las campañas. Los análisis son realizados por los laboratorios de OSE, DINAMA y MGAP (este último aporta las variables fitosanitarias).

### Laguna del Sauce

El monitoreo de la calidad de agua de la laguna del Sauce se inició en agosto de 2013, a consecuencia del impulso de la Comisión de Cuenca de dicha laguna. En el monitoreo participan la UdelaR (Centro Universitario Regional Este-Maldonado), OSE y DINAMA. Las dos primeras instituciones son ejecutoras y la DINAMA coordina la información. Este seguimiento se ha realizado desde sus inicios con una frecuencia mensual. Actualmente, la frecuencia es semanal en el período estival como medida de alerta tem-

prana para la potabilización por OSE para el sistema Maldonado-Punta del Este.

Cuenta con 16 estaciones, seis en el cuerpo de la laguna y diez en los afluentes a la misma. Se monitorean siete variables fisicoquímicas fundamentales. El programa cuenta actualmente con dos sondas de monitoreo continuo, para medición de ficocianina y clorofila, una de ubicación fija en la toma de la planta potabilizadora de OSE y otra sobre el bote de monitoreo en el cuerpo de la laguna.

## 8.1.4 | MGAP | Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

La **Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA)** ha establecido desde el año 1980 un programa de monitoreo de biotoxinas en moluscos bivalvos y fitoplancton nocivo en la costa atlántica del Uruguay, en zonas de extracción comercial del recurso.

Se monitorean las zonas de extracción comercial de moluscos para determinar la presencia de fitoplancton tóxico en el agua y se realizan análisis de los productos susceptibles para el control de las biotoxinas marinas, lo que ha permitido desde la instalación del programa, prevenir episodios de intoxicación.

El programa tiene una frecuencia semanal de monitoreo de fitoplancton.

## 8.1.5 | MDN | Ministerio de Defensa Nacional

El **Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada (SOHMA)** realiza el monitoreo de parámetros atmosféricos, a través de su red de estaciones meteorológicas, y mareas. A su vez, participa de proyectos en forma conjunta con otras instituciones. El MDN brinda apoyo logístico para la realización de monitoreos por parte de diversas instituciones.

## 8.1.6 | OSE | Obras Sanitarias del Estado

Como servicio responsable de los sistemas de abastecimiento de agua potable en todo el país y de alcantarillado sanitario en el interior, OSE realiza sistemáticamente mediciones de la calidad del agua bruta en las fuentes (superficial y subterránea) y de los vertidos de los sistemas de saneamiento. En la cuenca del río Santa Lucía se realizan además lecturas de nivel con transmisión continua en algunos puntos, con el fin de tener información para gestionar los caudales de la cuenca con objetivos de cantidad y calidad.

OSE cuenta con tres tipos de laboratorio: laboratorios de usina (próximos a la toma, con medición de frecuencia al menos diaria de parámetros básicos), laboratorios regionales y el laboratorio central. Este último es el que tiene especificidad técnica para una amplia gama de análisis como metales, orgánicos, microbiológicos, hidrobiológicos, etc. Los laboratorios de Aguas Corrientes y de Laguna del Sauce también poseen infraestructura para una amplia gama de variables.

## 8.1.7 | UTE | Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

UTE realiza monitoreo de cantidad y calidad en algunos cursos y embalses de la cuenca del río Negro. La finalidad principal es la de alimentar modelos de generación hidráulica en la cuenca y predicción de aportes desde las partes altas de la cuenca del río Negro para gestionar la operación conjunta de los embalses y otras fuentes de generación de energía, a la vez que definir los programas de alerta y evacuaciones en las ciudades aguas abajo, en apoyo al SINAE.

Mediante acuerdo con INUMET, UTE utiliza la red de pluviómetros para realizar estudios de planificación. Además, cuenta con una pequeña red de estaciones meteorológicas propias distribuidas por la cuenca de aporte a los embalses.

Además de las redes convencionales descritas, UTE ha incorporado desde fines del año 2009 una Red Hidrológica Telemétrica (RHT) (ver figura 8.29). El sistema de comunicaciones vía satélite o celular le permite gestionar la información recibida y operar las estaciones de medida en forma remota.

Aspectos vinculados a la calidad de agua han estado enfocados principalmente a la eutrofización de los embalses, floraciones algales, controles de toxicidad de algas y de especies invasoras (*Limnoperna furtunei*), etc. Los monitoreos se han implementado por convenio con terceros, como Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias. Los mismos han sido implementados de forma irregular (1988-1990, 1994, 2002, 2004) y con diferentes objetivos.

## 8.1.8 | CTM-SG | Comisión Técnica Mixta de Salto Grande

Para optimizar la operación de la central hidroeléctrica de Salto Grande, la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande cuenta con la información suministrada por la red de estaciones de INUMET, con la que tiene acuerdo de intercambio de información, además de una red de estaciones meteorológicas propias, convencionales y automáticas. Asimismo, cuenta con una red de estaciones hidrométricas que le suministra información sobre caudales y niveles en los cauces de los ríos principales (ver figura 8.29). La red propia se instaló con el objetivo de optimizar la explotación diaria de la infraestructura mediante la utilización de modelos de predicción en tiempo real.

## 8.1.9 | INIA | Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Para el desarrollo de sus funciones, INIA cuenta con cinco estaciones experimentales distribuidas a lo largo del país. En las instalaciones de cada una hay una estación meteorológica equipada adecuadamente, donde se miden las siguientes variables: temperatura del aire, humedad relativa del aire, temperatura mínima del césped, precipitación, evaporación Piche y Tanque A, recorrido diario del viento y horas de sol diarias.

Además realiza el cálculo de otros parámetros de interés en hidrología, entre los que cabe citar la evapotranspiración potencial por el método de Penman.

## 8.1.10 | IM | Intendencia de Montevideo

La red de monitoreo explotada por la intendencia de Montevideo (IM) responde a lo expresado en su agenda ambiental, la que en relación a los recursos hídricos, se plantea como objetivo "generar planes coordinados de gestión para los cursos de agua de Montevideo y el área metropolitana, con el fin de mejorar la calidad ambiental de las principales cuencas".

La citada agenda ambiental de la intendencia de Montevideo se plantea líneas estratégicas para cada una de las siguientes cuencas:

- Arroyo Miguelite
- Arroyo Pantanoso
- Arroyo Carrasco
- Río Santa Lucía
- Río de la Plata, incluyendo la bahía de Montevideo

Las variables que se analizan están en función de la normativa vigente (Decreto N° 253/79 y modificaciones de los Decretos N° 232/88, 698/89 y 195/91) utilizándose el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISCA) como integrador ponderado de varios parámetros.

La IM también monitorea todas las industrias del departamento integrantes del Programa de Control y Monitoreo Industrial que generen efluente líquido residual con una frecuencia diaria y que por sus procesos tengan o puedan tener impactos ambientales significativos, ya sea por su punto de vertimiento o por el riesgo que presente la composición de su efluente.

## 8.1.11 | IC | Intendencia de Canelones

En el año 2008, como resultado de un diagnóstico realizado sobre la información existente hasta ese momento en materia de calidad de agua en el departamento, la Intendencia de Canelones delineó el Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua (PEDCA). Uno de los componentes de este Plan fue la generación de una línea de base sobre la calidad/estado de los sistemas de agua superficial del departamento. Este programa se llevó a cabo entre el invierno de 2008 y el verano de 2009, mediante un convenio con la Facultad de Ciencias y la Intendencia de Montevideo. En el año 2014 se realizó una nueva campaña repitiendo los puntos de muestreo de la línea de base. Luego de analizados los resultados, se diseñó el Programa Permanente de Monitoreo (PPM) bajo el que se realizan dos campañas, una en invierno y la otra en verano. Los objetivos de los programas de monitoreo apuntan al control de la calidad de las aguas con fines ambientales y de balneabilidad de las playas.

### Síntesis y conclusiones

En términos generales se puede considerar que las variables principales que describen el ciclo hidrológico en su fase superficial están siendo objeto de programas sistemáticos de observación a nivel nacional, aunque con una distribución espacial y frecuencia de registros que requiere de revisión y ajustes. Por

otra parte, otras variables no tienen un programa sistemático de medición, ya sea porque no existen instituciones responsables para su relevamiento o porque esas variables en particular no están priorizadas dentro de los programas rutinarios, como es el caso de las aguas subterráneas. En esta categoría están también aquellos parámetros que solo han sido estudiados en el marco de proyectos sectoriales de investigación científica y tecnológica.

En particular se debe considerar que existe un importante déficit en la definición y operación de redes de monitoreo de aguas subterráneas y en relación al monitoreo de calidad de las aguas integrado al de cantidad, tanto de aguas superficiales como de las aguas subterráneas, a pesar de los avances en reformas institucionales que impulsan dicha integración.

La instalación, operación y mantenimiento de redes de monitoreo requieren de un mínimo de capacidades permanentes (recursos humanos y materiales, infraestructura, inversión, tecnología). Las capacidades mencionadas se refieren a los trabajos de campo (relevamientos, instalaciones, mantenimiento, mediciones) y a los trabajos de gabinete y laboratorio posteriores a la captura y concentración de los datos (depuración, validación, análisis, estadísticas).

En los hechos, a lo largo del tiempo cada servicio ha adecuado su red (en su distribución, frecuencias y métodos de medición) a los recursos disponibles y a las prioridades nacionales fijadas en cada momento. Es así que en las últimas dos décadas el Servicio Meteorológico ha salido de la órbita del Ministerio de Defensa, y ha desarrollado una nueva institucionalidad autónoma, el INUMET, en procura de mayor desarrollo, integración y profesionalidad, por lo que ha reducido la cantidad de estaciones pluviométricas.

El Servicio Hidrológico se ha integrado al ministerio vinculado al ambiente, priorizando el enfoque integral de las aguas, y facilitando la vinculación del monitoreo de calidad y cantidad de las mismas. La reducción del número de estaciones activas, así como las rutinas de mantenimiento preventivo y de aforos, debe relativizarse en este escenario de apuesta al desarrollo incorporando nuevas tecnologías de transmisión de datos en tiempo real, o el aprovechamiento de la información satelital, entre otros. Los monitoreos de calidad de DINAMA se han concentrado en los cuerpos de agua considerados estratégicos y en las áreas de influencia de actividades con potencial de afectar la calidad del ambiente, efectivizando la estrategia de control, sin necesidad de desplegar una cobertura uniforme a nivel nacional.

En todos los casos, los métodos de captura, concentración y procesamiento primario de los datos están en proceso de adecuación metodológica y tecnológica para mejorar la continuidad, la calidad y la consistencia de la información recolectada. Para ello se requiere una continua inversión en actualización de equipamiento, mantenimiento, sustitución e incorporación de tecnología, además de la capacitación permanente de recursos humanos necesarios.

Los servicios involucrados en estas actividades han desarrollado sus propios sistemas de almacenamiento, procesamiento y divulgación de los datos generados y se encuentran en desarrollo distintas iniciativas tendientes a mejorar la coordinación e intercambio de la información generada por los distintos servicios e instituciones (Cuenca Inteligente en Santa Lucía, integración a la Infraestructura de Datos Espaciales, etc.).

## 8.2 | Sistemas de información

Un sistema nacional de información hídrica se fundamenta en la necesidad de facilitar la toma de decisiones de los sectores público y privado en cuanto a la gestión del agua, su uso y su control.

Desde el punto de vista normativo, el Código de Aguas establece que el ministerio competente, el MVOTMA en este caso, llevará un inventario actualizado de los recursos hídricos del país. También en la Ley N° 18.610, Política Nacional de Aguas, se define la integración de la información relacionada con los recursos hídricos y los sistemas de agua potable y de saneamiento en un sistema nacional de información hídrica. Se establece el carácter público de la información generada por la autoridad y por los usuarios, así como su integración a un sistema nacional de información hídrica que facilite la toma de decisiones de los sectores público y privado en cuanto a la gestión del recurso y su control (artículos 21 y 22). Con estas orientaciones fue definido, en el Presupuesto Nacional para el quinquenio 2010-2014 del MVOTMA, el Programa 380 "Gestión ambiental y ordenación del territorio, un proyecto de inversión específico con el objetivo de "generar un Sistema de Información de Aguas integrado al Sistema de Información Ambiental"<sup>90</sup> que permita gestionar el recurso y apoyar en general a las políticas nacionales". Fue concebido inicialmente como un sistema federado que vincula entre sí a las direcciones nacionales del área ambiental del MVOTMA (DINAMA, DINAGUA y DINOT), así como también con otros organismos. Cada una de las unidades ejecutoras vinculadas ha continuado desarrollando sus propios sistemas de gestión de datos bajo distintas plataformas y el proyecto buscó asegurar la convergencia e interoperabilidad de los respectivos desarrollos de infraestructuras y aplicaciones informáticas.

Específicamente, en relación con la gestión y control de los recursos hídricos, la información más relevante está relacionada, por un lado, con la evaluación básica de los recursos hídricos del país por parte del servicio hidrológico y por otro lado con la administración y control de los usos de agua a través del inventario y registro público de derechos de uso. La gestión de esta información se realiza mediante una plataforma informática de bases georreferenciadas en un Sistema de Gestión de Recursos Hídricos (SGRH) en la que se procesan las series estadísticas hidrológicas con la información de usos de agua solicitados y registrados. El mismo está en proceso de actualización<sup>91</sup> y pasará a denominarse Sistema de Información Hídrica (SIH) potenciando las capacidades para compartir y analizar información proveniente de distintas fuentes y gestionada por diferentes entidades.

El sistema actual se nutre de datos geográficos, hidrográficos y de infraestructuras de uso común de todas las instituciones (programa de Infraestructura de Datos Espaciales - IDE/AGESIC), con el agregado de capas de información procesada por el propio sistema o incorporada desde las respectivas fuentes originales. El sistema debe integrar los datos de cantidad y calidad de los recursos hídricos, así como las actividades que se realizan en el territorio, en suelo rural y urbano, integrando también las normativas e instrumentos de ordenamiento territorial vigentes. La utilización de datos en tiempo real permite la implementación de aplicaciones de alerta temprana de inundaciones como las que ya están operativas en la cuenca del río Yí, entre otras.

90 | <http://www.mvotma.gub.uy/ambiente-territorio-y-agua/conoce/sisnia.html>  
91 | Cooperación técnica BID N° 12.393 / Cooperación técnica FECASALC N° 12.866 (financiación parcial).

## 8.3 | Modelación

Para evaluar, planificar y realizar la gestión de los recursos hídricos es necesario contar con herramientas para estimar la respuesta de los sistemas ante distintas hipótesis. Con la tecnología disponible, los modelos matemáticos son la herramienta indicada para apoyar la toma de decisiones en la gestión eficaz del recurso hídrico. A partir de la simulación del modelo de explotación de recursos hídricos, mediante programas informáticos adecuados, se puede analizar la garantía del suministro, gestionar conflictos entre usos múltiples, apoyar el sistema de asignación del agua y conocer el comportamiento de los eventos críticos (sequías, degradación de la calidad de las aguas e inundaciones).

La experiencia de modelación con la que se cuenta se basa en modelos de balance hídrico mensuales como el de Témez. El modelo es utilizado para diseño de volumen de obra de embalses y estudio de escenarios de usos, variabilidad y cambio climático (INYPESA 2014).

DINAGUA cuenta en la actualidad con:

- Modelos hidrológicos para diseño de represas y tajamares en todo el país, de paso mensual
- Modelos de Grandes Cuencas (MGB IPH-UFRGS), en la cuenca transfronteriza del río Cuareim/Quaraí de paso diario
- Modelo MGB, de paso diario, en la Cuenca del río Arapey Grande sin inclusión de los usos
- En la zona termal del Sistema Acuífero Guaraní, modelo matemático generado por el SAG para el piloto Salto-Concordia
- Modelos hidrológicos para el sistema de alerta temprana de inundaciones en Durazno
- Modelos hidrológicos-hidráulicos de crecidas de 15 ríos y arroyos en sus tramos urbanos realizados por distintas instituciones (DNH, IMFIA, ID, DINAGUA, entre otros)

Existen al menos 12 modelos similares desarrollados con fines específicos.

Por su parte DINAMA está aplicando modelación de calidad en la Cuenca del río Santa Lucía con el modelo Aquatool.

Se encuentran en elaboración:

- Modelos MGB-SAD en la cuenca transfronteriza del río Cuareim/Quaraí de paso semanal que incorporará las aguas subterráneas y los pronósticos meteorológicos
- Modelo hidrológico MGB de paso diario de la cuenca transfronteriza de la laguna Merín
- Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones para Artigas y Treinta y Tres (paso horario)
- Modelo hidrosedimentológico del río Cuareim/Quaraí
- Modelo de transporte de sedimentos paso mensual (SWAT) para la cuenca del río Cuareim
- Modelo hidrológico de la Cuenca del río Santa Lucía para even-

tos críticos de contaminación y déficit de agua (paso diario)

- Modelo de gestión para la cuenca del río Santa Lucía
- Modelo matemático del acuífero Raigón
- Modelo hidrológico-hidráulico para crecidas del arroyo Las Vacas (Colonia) y todas las cañadas y arroyos de Montevideo (Plan Director de Saneamiento y Drenaje Pluvial de Montevideo-IM)
- En la zona aflorante del Sistema Acuífero Guaraní en Rivera, si bien se actualizó el modelo generado en el proyecto del SAG para el piloto Rivera-Santana, es necesario contar con más información para que pueda ser utilizado para la gestión

## 8.4 | Administración de los recursos hídricos

La administración de los recursos hídricos comprende la gestión de la cantidad a través del control y las autorizaciones mediante permisos y concesiones de uso por la Dirección de Aguas, así como el control y la autorización de vertidos de efluentes que realiza la Dirección de Medio Ambiente, ambas del MVOTMA. Dichas autorizaciones están pautadas por las normativas vigentes y requieren la coordinación con las múltiples instituciones vinculadas para el logro de la gestión integrada de los recursos hídricos.

### 8.4.1 | Aprovechamientos de aguas superficiales

Las aguas superficiales se aprovechan mediante obras de captación desde la fuente de agua y/o mediante obras de almacenamiento.

#### Tomas directas

Son obras hidráulicas destinadas a extraer agua mediante bombeo directamente desde un cuerpo de agua natural o artificial. En el caso de que la extracción de agua supere los 500 l/s requiere de Autorización Ambiental Previa (AAP).<sup>92</sup>

92 | Decreto N° 349/005 del Poder Ejecutivo.

#### Represas y tajamares

Son obras de almacenamiento de agua construidas en un cauce cuyo llenado se produce principalmente por intercepción del escurrimiento superficial de la cuenca propia. Se cuenta con una clasificación de los mismos según se describe en la tabla 8.4.1, aprobada en el Decreto N° 123/999 del Poder Ejecutivo. El almacenamiento de grandes volúmenes de agua conlleva riesgos ambientales y de seguridad de las estructuras, por esta razón, cuando la capacidad de embalse sobrepase los dos millones de metros cúbicos o su espejo supere las 100 hectáreas se requiere Autorización Ambiental Previa (AAP).

La DINAGUA está trabajando en el desarrollo de un marco regulatorio para la seguridad de presas (diseño, construcción y gestión).

#### Reservorios

Son obras de almacenamiento de agua construidas sobre el terreno natural, generalmente fuera de cauces naturales, cuyo llenado se produce principalmente por bombeo desde una fuente próxima y no por intercepción del escurrimiento en la cuenca propia.

#### Tanques excavados

Son obras para almacenamiento de agua de pequeñas dimensiones, construidas mediante excavación del terreno natural fuera de cursos de agua y sin interrumpir escurrimientos en cauces. Su llenado se produce por desbordes o por bombeo desde un cauce cercano.

Constituye otra forma de captar y almacenar aguas en el medio rural. Están ubicados mayoritariamente en la zona sur del país, en relación directa con el tamaño reducido de los predios y la finalidad a que se destina el agua.

#### Canales para riego y abrevaderos de ganado de baja escala

Se excavan al lado de un curso de agua, dentro del mismo cauce, o se aprovecha la topografía del terreno para excavar. El material extraído se utiliza como retenciones laterales.

La construcción de canales, acueductos, sifones o estaciones de bombeo que se empleen para riego deben contar con AAP cuando conduzcan más de 2 m<sup>3</sup>/s.

Altura (m)	Área de la cuenca de aporte a la obra (ha)					
	A < 4	4 ≤ A < 40	40 ≤ A < 200	200 ≤ A < 500	500 ≤ A < 1000	A ≤ 1000
H < 3	V < 12.000 m <sup>3</sup> Tajamar chico					
	12.000 ≤ V < 120.000 m <sup>3</sup> Tajamar mediano					
3 ≤ H < 5	Tajamar chico	Tajamar mediano	Tajamar grande	V < 120.000 m <sup>3</sup> Tajamar grande		
				120.000 m <sup>3</sup> ≤ V < 600.000 m <sup>3</sup> Represa chica		
				600.000 m <sup>3</sup> ≤ V Represa mediana		
5 ≤ H	V < 120.000 m <sup>3</sup> Tajamar grande			Represa chica	Represa mediana	Represa grande
	V ≤ 120.000 m <sup>3</sup> Represa chica					

Tabla 8.2 | Detalle del Decreto N° 123/999 | Fuente: DINAGUA

### 8.4.2 | Aprovechamientos de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se aprovechan mediante la construcción de pozos, atravesando uno o varios sistemas acuíferos o mediante obras de captación de aguas manantiales. Su construcción está regida por el Decreto N° 86/04, Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para Captación de Agua Subterránea, y debe ser ejecutada por empresas habilitadas por la autoridad de aguas (Licencia de Empresas Perforadoras). Cuando del pozo se extraigan más de 50 l/s, se deberá contar además con una Autorización Ambiental Previa.

### 8.4.3 | Distribución de obras y volúmenes de uso

En la tabla 8.3 se muestra la cantidad de obras inventariadas a diciembre de 2015, agrupadas por tipo de obra y uso del agua, y en la tabla 8.4.3 se presentan los volúmenes de extracción anual.

La distribución de las obras y volúmenes de uso anual en las distintas regiones del país puede evaluarse considerando como unidades geográficas las regiones hidrográficas y las principales cuencas. En el caso de las aguas subterráneas, esta agrupación por cuencas carece de sentido hidrogeológico, pero igualmente permite apreciar su distribución territorial.

En cada una de las cuencas consideradas se calcularon las densidades de cada tipo de obras y de los volúmenes anuales de uso por unidad de área de la cuenca. En las tablas 8.5 y 8.6 y en las figuras 8.32, 8.33 y 8.34 se presenta un resumen de los usos del agua, por tipo de obra y de uso. Los datos fueron calculados en base a las obras registradas, en trámite o inventariadas a diciembre de 2015.

Se excluyen de estas tablas los volúmenes correspondientes a los embalses destinados a usos no consuntivos, esto es embalses reguladores para generación hidroeléctrica y abastecimiento a poblaciones de los que no se extrae directamente agua para consumo.

Para expresar la densidad de obras se ha propuesto 1/10.000 km<sup>2</sup> como unidad de medida y los volúmenes en mm. Los datos mencionados se pueden visualizar con mayor detalle en las publicaciones anuales del inventario de usos registrado por la DINAGUA, publicado en el sitio web del MVOTMA.<sup>93</sup>

### 8.4.4 | Otras infraestructuras hidráulicas

Se incluyen en este apartado otras infraestructuras asociadas al aprovechamiento y manejo de las aguas.

#### Obras de defensa y protección contra las aguas

A fines de los años ochenta se comenzaron a construir obras hidráulicas de diversa naturaleza, con el objetivo de lograr una mejora integral de tierras, a efectos de aumentar la explotación agropecuaria. Se trata de zonas pantanosas, de bañados, de reducida pendiente, y zonas bajas que sufren el ingreso de aguas de los desbordes de cursos contiguos o cercanos.

Los predios son, en su gran mayoría, establecimientos destinados a la actividad agropecuaria. Las obras presentan características de terraplenes de tierra excavada y compactada en el propio lugar, con una sobre elevación del orden de los 2 a 3 metros. En longitud presentan trazados de varios kilómetros en muchos de los casos.

La obra principal es el terraplén de defensa contra el ingreso de aguas, pero conlleva obras accesorias como canales o zanjas de drenaje y evacuación de agua, por el lado exterior e interior del terraplén. Asimismo, incluye mecanismos de compuertas o similares para dar retiro a las aguas del interior de la zona protegida. En la foto siguiente se ilustra este tipo de obras en forma general.

La construcción de las obras de defensa o protección contra el ingreso de aguas por desborde se ha multiplicado en forma considerable en varios departamentos del país como Rocha, Treinta y Tres, Cerro Largo, Rivera y Tacuarembó, y se llevan a cabo sin un control previo, lo cual impacta y altera su entorno, el ordenamiento del territorio y la dinámica del régimen hidrológico.

También existen algunos terraplenes de defensa civil. El más importante es el que rodea a la urbanización de Delta del Tigre en el departamento de San José. Éste fue realizado por el fraccionador en la década de 1950 con el fin de ganar tierras al bañado para la realización del fraccionamiento. Actualmente existen casi 10.000 personas residiendo en el área protegida por el dique.

#### Canales de conducción

Distinguimos dos tipos de canales según la propiedad o ejecución de los mismos: canales públicos y privados. No existe un inventario nacional de canales donde se registre e incluya datos e información relevante, básica de los canales construidos en el país.

#### Canales públicos

Los canales públicos más relevantes, por su finalidad y dimensiones, se han construido principalmente en la zona de los bañados del departamento de Rocha.

##### Canal N° 1

A fines de la década de 1930 se construyó un tramo del Canal N° 1 (13 km) como drenaje de campos en las nacientes del río San Luis. En el año 1958, el Estado otorgó al ingeniero Luis Andreoni una concesión para drenar los bañados de Rocha. Andreoni construyó el tramo de canal que lleva su nombre, desde el océano Atlántico en La Coronilla hasta una distancia de 3 km tierra adentro. Hacia el año 1959, la empresa Salinas Marítimas prolongó este canal, llevándolo a una longitud total de 16 km. Tanto el canal Andreoni como su extensión forman parte del Canal N° 2.

A partir del año 1979 se construyeron una serie de canales.

##### Canal Laguna Negra

Remodelación del canal existente que conectaba la laguna Negra con el canal Andreoni. Su finalidad era estabilizar la laguna a determinada cota y drenar bañados adyacentes. Su extensión es de 14 km.

##### Canal N° 2

Obra hidráulica de drenaje público que prolonga el canal existente, Andreoni-Salinas Marítimas, hasta el arroyo Quebracho, en las cercanías de Lascano, con una extensión de 68 km.

### Canales menores

Otros canales menores son El Coronilla de 14 km de longitud y Los Ajos (1 km), afluentes del Canal N°2 por su margen derecho aguas arriba del puente de camino a Paso Barrancas.

### Canales privados

Se han construido una cantidad importante de canales de conducción de aguas, asociadas a las obras de aprovechamientos de aguas. En especial en el sector de riego de arroz, la conducción de agua desde el embalse o la toma se realiza por canales excavados a cielo abierto, hasta la zona de aplicación del agua. La mayor parte del agua corre por gravedad pero existen sistemas de riego que requieren levantes para que llegue a la zona de cultivo.

Los canales fueron construidos por los propios productores, muchas veces con maquinaria propia o contratada. El mantenimiento también corre por su cuenta. No son objeto de aprobación administrativa. En diversas oportunidades se debe pasar por predios de terceros. Se construyen al amparo de un acuerdo entre partes interesadas o se tramitaron servidumbres de acueducto en el Juzgado Civil Departamental, con jurisdicción sobre el canal. Para cada caso, el juez determina la servidumbre respectiva, que incluye las condiciones del trazado planimétrico o recorrido, el precio a pagar, entre otras condiciones que correspondan. Existe normativa en el Código de Aguas que regula y establece derechos y obligaciones entre las partes para la imposición de las servidumbres. Las cuestiones que se suscitan por el funcionamiento y construcción de canales se sustancian en la vía judicial competente.

El artículo 93 del Código de Aguas establece que los acueductos se deberán ajustar a la reglamentación que dicte el Poder Ejecutivo. Hasta la fecha, este reglamento no ha sido elaborado.

### Sistemas públicos de riego

#### Represa y sistema de riego de India Muerta

Es la mayor represa construida con fines de riego, ubicada en el arroyo India Muerta, departamento de Rocha. Cuenta con un dique de tierra 3.221 m, cuyo embalse de 3.530 ha de superficie tiene una capacidad de 127,5 millones de m<sup>3</sup> de agua. La obra es propiedad de la Intendencia de Rocha y su administración se encuentra concesionada a la Comisión Administradora Saman Coopar (COMISACO). El sistema cuenta con 226 km de canales de riego, 180 km de canales auxiliares y 14 km de canales de drenaje.

Cantidad de obras

	USO					TOTAL
	Consumo Humano	Industrial	Riego	Otros usos agropecuarios	Otros usos	
<b>Embalses</b>	5	18	1.250	50	40	<b>1.363</b>
<b>Tomas</b>	62	47	483	2	23	<b>617</b>
<b>Tanques</b>	3	2	591	14	4	<b>614</b>
<b>Pozos</b>	555	509	1.435	499	98	<b>3.096</b>
<b>TOTAL</b>	<b>625</b>	<b>576</b>	<b>3.759</b>	<b>565</b>	<b>165</b>	<b>5.690</b>

Obras por uso (%)

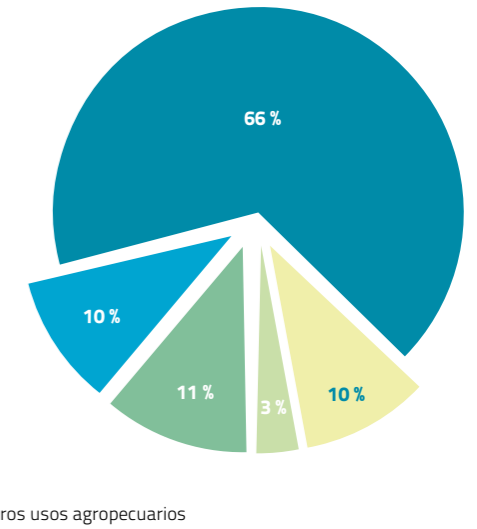
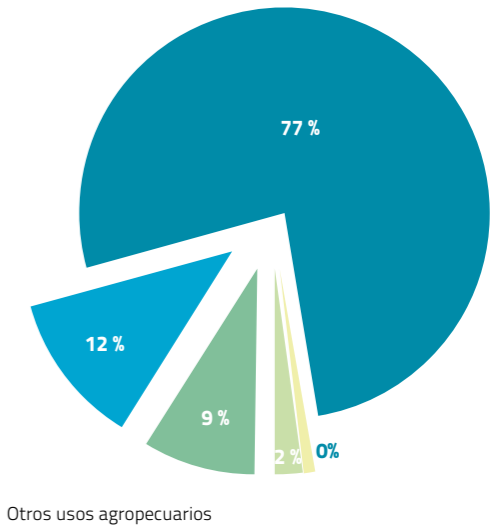


Tabla 8.3 | Obras por tipo y uso | Fuente: DINAGUA

Volumen de uso anual (x10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)

	USO					TOTAL
	Consumo Humano	Industrial	Riego	Otros usos agropecuarios	Otros usos	
<b>Embalses</b>	12.050	5.311	2.139.044	13.707	10.474	<b>2.180.586</b>
<b>Tomas</b>	381.760	515.554	1.363.801	426	79.467	<b>2.341.008</b>
<b>Tanques</b>	13	14	2.996	2	9	<b>3.033</b>
<b>Pozos</b>	17.367	21.536	47.378	11.828	10.326	<b>108.435</b>
<b>TOTAL</b>	<b>411.190</b>	<b>542.414</b>	<b>3.553.220</b>	<b>25.963</b>	<b>100.275</b>	<b>4.633.063</b>

Volumen de uso anual Por uso (%)



Obras autorizadas, inventariadas o en trámite hasta el 30/12/2015

Tabla 8.4 | Volúmenes anuales por tipo y uso | Fuente: DINAGUA

**Cantidad de obras**

Región	Cuenca	USO					Subtotal cuencas	Subtotal regiones
		Consumo humano	Industrial	Riego	Otros usos agropecuarios	Otros usos		
Río Uruguay	Río Uruguay	174	64	1.098	218	43	1.597	2.504
	Río Negro	214	55	500	112	26	907	
Río de la Plata y Frente Marítimo	Río de la Plata	86	284	880	81	44	1.375	2.831
	Río Santa Lucía	106	149	952	75	19	1.301	
	Océano Atlántico	23	14	54	39	25	155	
Laguna Merín	Laguna Merín	22	10	275	40	8	355	355
<b>Total</b>		<b>625</b>	<b>576</b>	<b>3.759</b>	<b>565</b>	<b>165</b>	<b>5.690</b>	

**Volumen de uso anual (x10³ m³)**

REGIÓN	CUENCA	USO					Subtotal cuencas	Subtotal regiones
		Consumo Humano	Industrial	Riesgo	Otros usos agropecuarios	Otros usos		
Río Uruguay	Río Uruguay	35.028	74.422	1.000.881	9.084	17.243	1.136.658	2.057.132
	Río Negro	21.423	24.079	786.951	9.950	78.070	920.474	
Río de la Plata y Frente Marítimo	Río de la Plata	34.471	428.360	41.739	3.200	711	508.481	1.120.957
	Río Santa Lucía	293.642	12.383	78.562	1.369	578	386.535	
	Océano Atlántico	10.181	582	212.393	898	1.887	225.940	
Laguna Merín	Laguna Merín	16.444	2.588	1.432.694	1.461	1.786	1.454.974	1.454.974
<b>Total</b>		<b>411.190</b>	<b>542.414</b>	<b>3.553.220</b>	<b>25.963</b>	<b>100.275</b>	<b>4.633.063</b>	

Tabla 8.5 | Obras por región, cuenca principal y uso | Fuente: DINAGUA

■ Cuenca río Uruguay ■ Cuenca laguna Merín ■ Cuenca Río de la Plata y Frente Marítimo

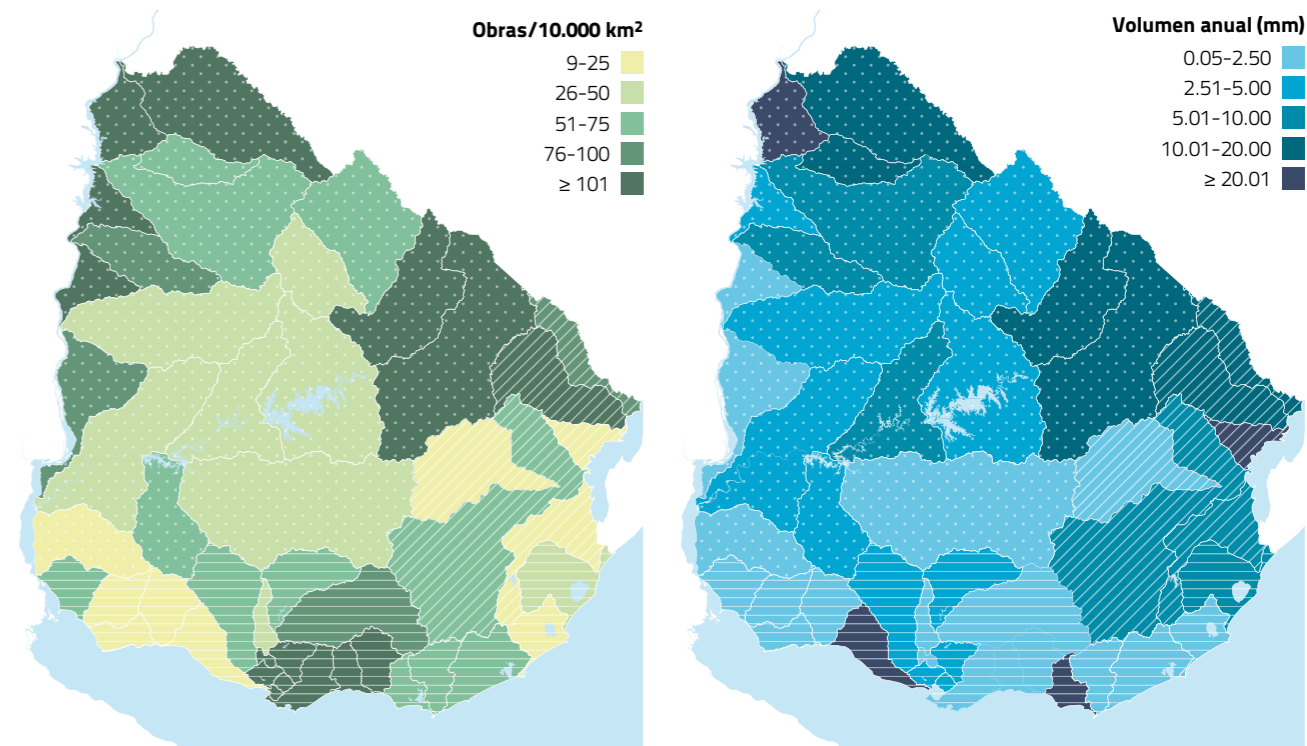


Figura 8.7 | Distribución geográfica de aprovechamientos por embalses. Densidad de obras 1/10.000 km² y volumen de uso anual por unidad de área (mm) Fuente: DINAGUA

■ Cuenca río Uruguay ■ Cuenca laguna Merín ■ Cuenca Río de la Plata y Frente Marítimo

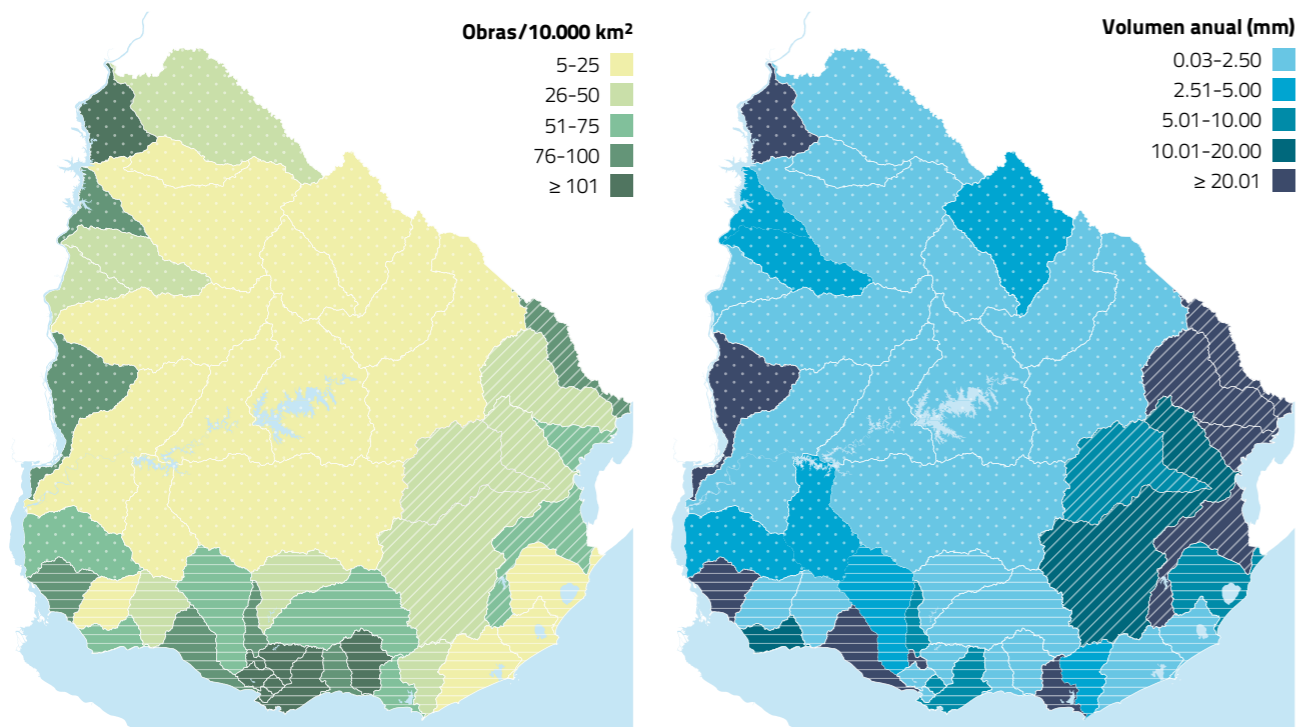


Figura 8.6 | Distribución geográfica de aprovechamientos por tomas directas. Densidad de obras (1/10.000 Km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) | Fuente: DINAGUA

■ Cuenca río Uruguay ■ Cuenca laguna Merín ■ Cuenca Río de la Plata y Frente Marítimo

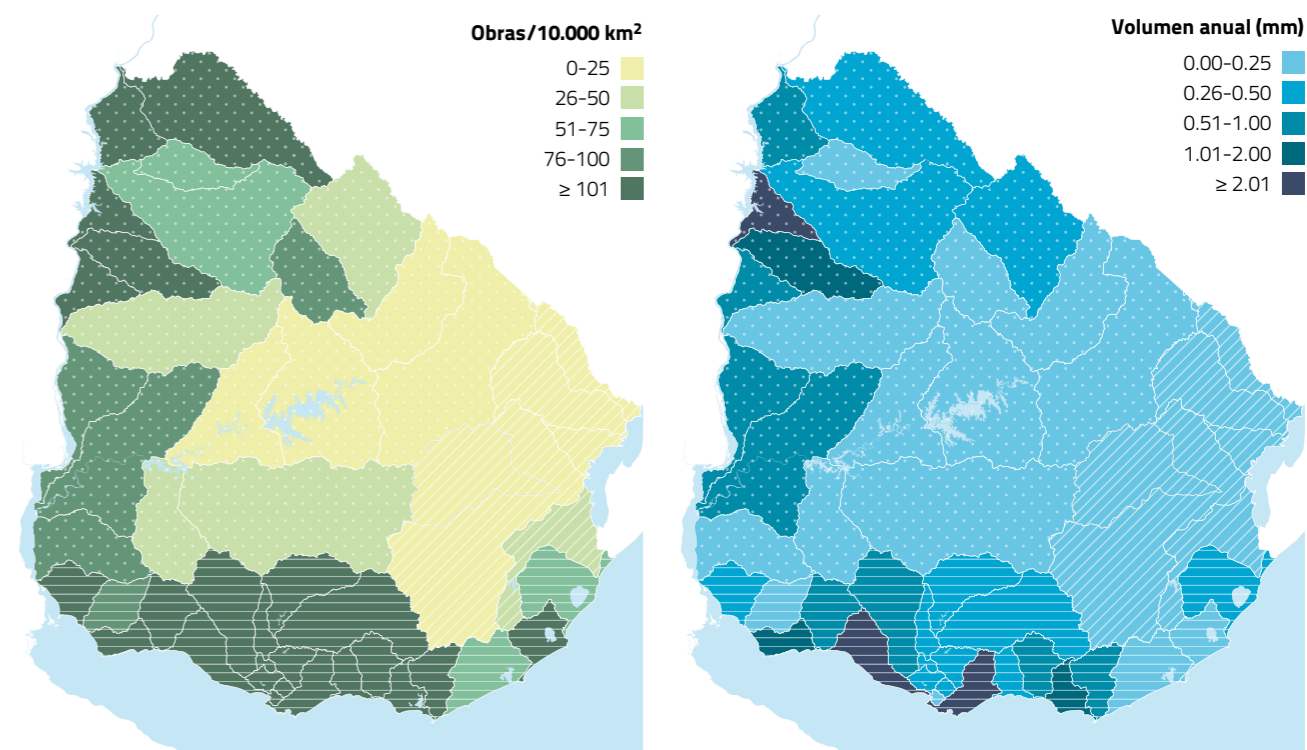


Figura 8.8 | Distribución geográfica de aprovechamientos por pozos. Densidad de obras (1/10.000 km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) Fuente: DINAGUA

## 8.4.5 | Solicitud de aprovechamiento de aguas

Para utilizar las aguas superficiales o subterráneas se debe tramitar, ante la Dirección Nacional de Aguas, una solicitud de derecho de aprovechamiento de aguas, las que se otorgan mediante permisos y concesiones. La Dirección Nacional de Aguas cuenta con diez oficinas regionales de atención al público y tres coordinadores regionales a través de las cuales se tramitan las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas. La jurisdicción de las regionales se basa en subcuencas de segundo nivel. (Figura 8.9)

Una vez presentada la solicitud a la DINAGUA, la dirección analiza la obra y evalúa la disponibilidad de agua en la cuenca o acuíferos, a efectos de que no produzca afectaciones a otros derechos de uso de agua otorgados, las necesidades de agua solicitadas de acuerdo al uso declarado y la correcta vinculación jurídica con los predios afectados.

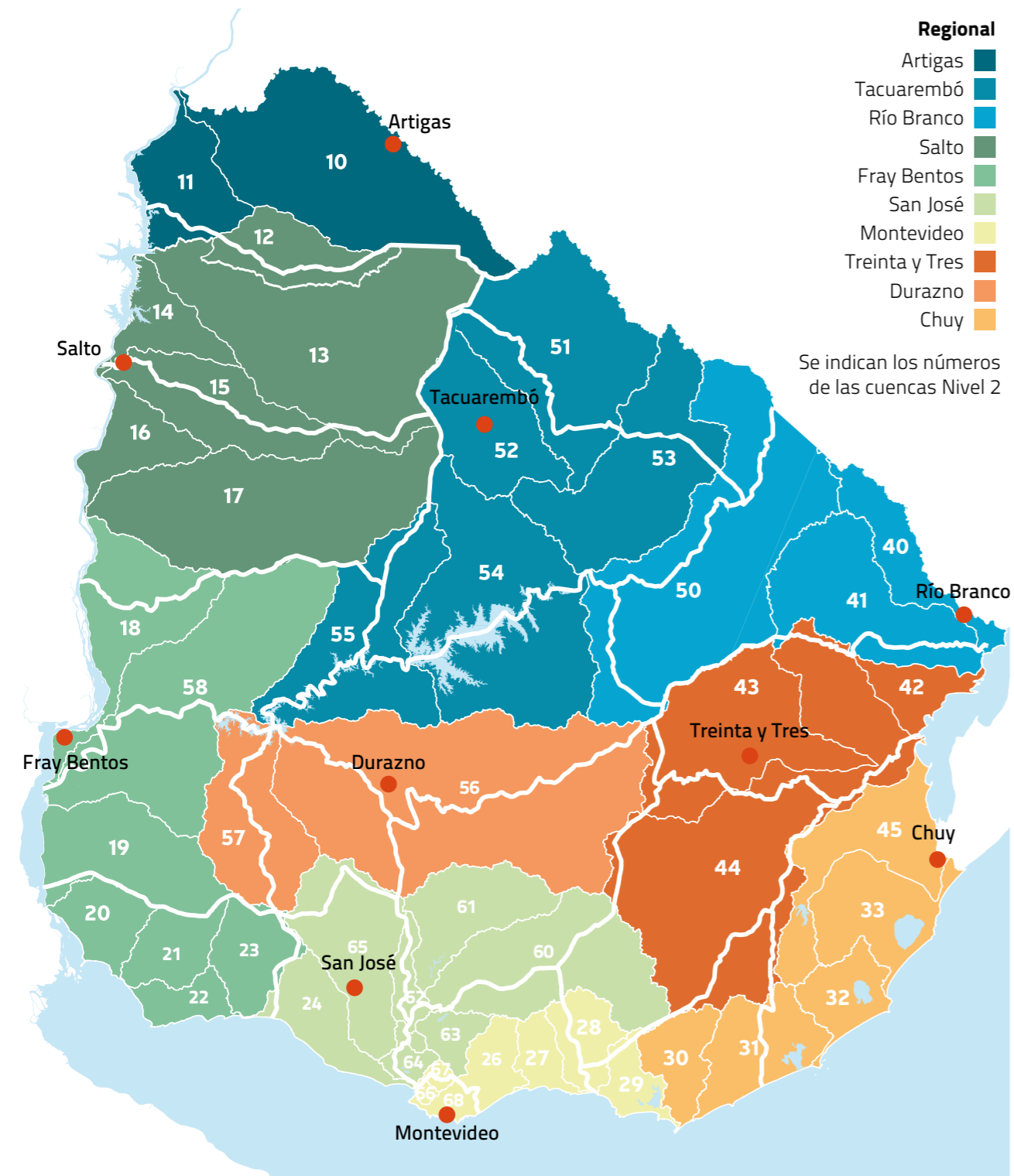


Figura 8.9 | Oficinas regionales de DINAGUA | Fuente: DINAGUA

En los cuadros siguientes se muestra la evolución histórica de las solicitudes y trámites referidos al uso del agua, por año, tipo de obra y por cuenca hidrográfica. Se puede apreciar un incremento en el año 2001 y posteriormente una baja importante que se incrementa gradualmente hasta el año 2014. (Figura 8.39).

### Criterios de asignación del agua

El sistema de asignación del agua en Uruguay está constituido por un conjunto de actividades y procesos que permite al Estado, a través de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA), establecer en forma normalizada quienes pueden usar el agua del dominio público, imponiendo requisitos, formalidades, condiciones y controles para ello. Los aspectos de la evaluación técnica de las solicitudes varían según el tipo de obra hidráulica y la fuente a utilizar (río, arroyo, cañada, acuíferos, lagos y lagunas).

La dotación de agua asignada se realiza considerando el régimen hidrológico, la capacidad de retención de los embalses reguladores, el volumen disponible de agua y los requerimientos de cada aprovechamiento. Al fijar o reajustar la capacidad de retención de dichos embalses, se procura establecer la máxima utilización compatible con los recursos hidrológicos de la cuenca. Los permisos y concesiones de uso se otorgan para un lugar fijo de extracción e incluyen la autorización para ocupar los terrenos del dominio público necesarios para el uso en cuestión.

- Las solicitudes de derechos de aprovechamiento deben ser justificadas en relación al tipo y volumen de producción proyectado y a dotaciones técnicamente validadas. No se admiten solicitudes de uso de agua para fines indefinidos o potenciales que no puedan ser cuantificados.
- Los derechos de uso a otorgar estarán vinculados necesariamente a una ubicación geográfica determinada.

Estas consideraciones definen los requerimientos concretos de cada aprovechamiento en términos de los volúmenes máximos demandados anualmente así como su estacionalidad, de manera de poder contrastar el ciclo de demanda proyectado con el régimen hidrológico de una fuente de agua concreta.

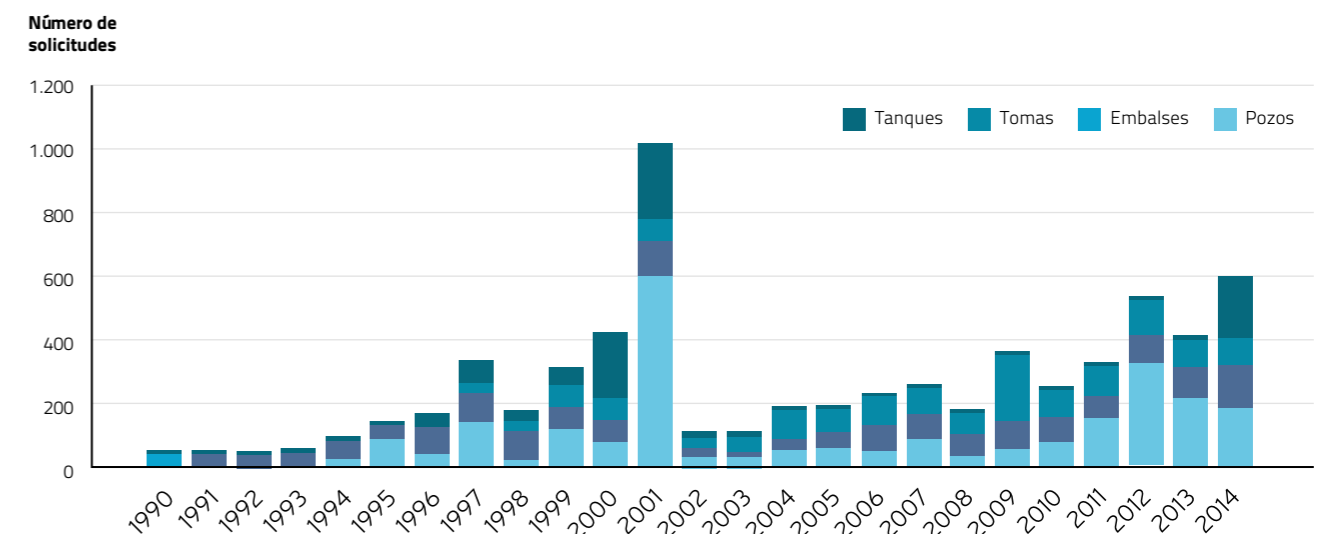


Figura 8.10 | Solicitudes de aprovechamientos de aguas por tipo de obra | Fuente: DINAGUA

La estimación de los volúmenes y caudales disponibles para su aprovechamiento en sistemas hidrológicos implica una valoración estadística de la seguridad de suministro o del riesgo de falla admisible. Algunos usos admiten cierto grado de flexibilidad en la aplicación de las dotaciones requeridas, pues pueden soportar períodos de algunos días con falta de agua o esperar los períodos de mayor abundancia sin pérdida de producción ni de calidad en el producto. Otros cultivos tienen exigencias más estrictas, pues la falta no puede superar en ningún caso determinados límites de tiempo o de déficit. En previsión de ello, en algunos casos, el aprovechamiento deberá contar con alguna capacidad de reserva intermedia o regulación que permita acumular en períodos de excedentes el volumen de agua que falte durante los períodos de escasez. El riesgo de falla está asociado a la capacidad de regulación de las obras de aprovechamiento. Por tal razón, se han establecido criterios diferentes para la asignación de los volúmenes circulantes según sea para aprovechamientos por tomas directas, con depósitos de almacenamiento o regulación, o de aguas subterráneas.

En el caso de solicitudes con fines de riego se requiere la intervención de la Junta Regional Asesora de Riego correspondiente y la aprobación del Plan de Uso de Suelos y Aguas por parte del MGAP.

Asimismo, algunas obras requieren Autorización Ambiental Previa (AAP):<sup>94</sup>

- Extracción de agua que supere los 500 l/s
- Pozo del cual se extraiga más de 50 l/s
- Embalses que almacenen grandes volúmenes de agua mayores a 2.000.000 m<sup>3</sup> o su espejo supere las 100 ha

94 | Decreto N° 349/005 del Poder Ejecutivo.

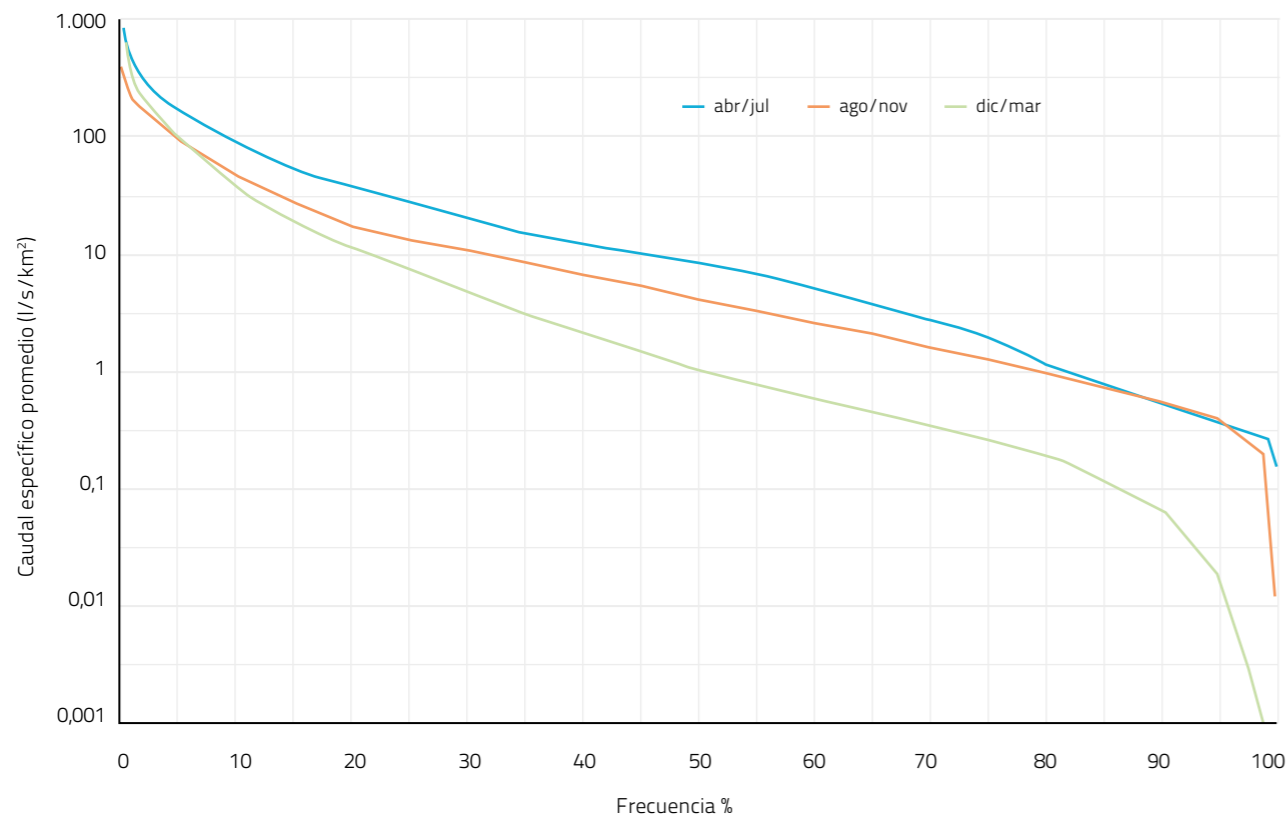


Figura 8.11 | Caudal específico para río Cuareim, Artigas | Fuente: DINAGUA

## Criterios de asignación de aprovechamiento para extracción directa de agua (tomás)

Para los aprovechamientos por extracción directa, sin ningún grado de regulación, se ha adoptado una limitación en base a los caudales específicos mínimos (l/s/km<sup>2</sup>) en verano, de cierta frecuencia diaria (estiajes "normales"), determinados regionalmente mediante estadísticas de las estaciones hidrométricas básicas. Esta limitación procura acotar el riesgo de falla y, en caso necesario, induce a dimensionar las obras complementarias requeridas para compensar los períodos de déficit mediante reservas o fuentes alternativas.

Para el cálculo se parte de los caudales medios diarios registrados en la estación de aforo más representativa de la cuenca, bien por estar en el mismo cauce, por pertenecer a la misma cuenca o a una cuenca hidrológicamente semejante.

Se debe verificar:

- En el curso de agua a utilizar, el caudal medio a extraer no debe superar el de referencia calculado en la sección de la toma restados todos los caudales previamente otorgados aguas arriba
- Cada uno de los aprovechamientos registrados aguas abajo sobre el cauce principal no debe verse afectado por la reducción del caudal de referencia por efecto del nuevo aprovechamiento

Cumplidos los criterios anteriores, en cada unidad geográfica (subcuenca) la sumatoria de los caudales medios autorizados en el cauce principal y sus afluentes no debería superar el valor del caudal de referencia calculado en el punto de cierre de la cuenca.

La adopción de valores de referencia deliberadamente bajos ha sido utilizada como incentivo para la construcción de reservas seguras en desmedro de las tomas directas. En cualquier caso, el solicitante podrá presentar estudios específicos del lugar que justifiquen la adopción de valores distintos a los de referencia.

En cada región del país se han adoptado caudales de referencia específicos dependiendo de las características hidrológicas y de los tipos de uso predominantes, ajustados a la experiencia acordada localmente a través de las Juntas Regionales de Riego. Los criterios y valores adoptados se encuentran en revisión.

## Criterios de asignación de aprovechamiento de agua subterránea

La utilización de aguas subterráneas mediante pozos perforados está regulada, además, por reglamentación específica, a través de la Norma Técnica de Construcción de Pozos.

En el caso de pozos nuevos se debe solicitar primero un permiso de estudio con la información del anteproyecto de la obra que permita valorar su viabilidad y eventuales interferencias con otros derechos preexistentes. Luego de realizado el pozo y obtenida la información hidrogeológica de las napas interceptadas, en caso de verificarse la aptitud de la obra para los fines proyectados, se debe solicitar el derecho de uso correspondiente. En el caso de pozos ya construidos, la solicitud comenzará con la segunda parte del trámite.

Las autorizaciones de perforaciones ubicadas en el Acuífero Infrabásico Guaraní requieren de la realización de una audiencia pública.

## Criterios de asignación de aprovechamiento para embalses

Las obras de almacenamiento con regulación (tajamares, y represas) son evaluadas en relación con los escurrimientos medios anuales además de los volúmenes de uso previstos. El diseño técnico de las obras debe asegurar el funcionamiento buscado del sistema regulado, considerando los riesgos de falla admisibles por el proyecto y los criterios de garantía aplicables. A las obras de almacenamiento con regulación se les impone una servidumbre aguas abajo para los períodos de estiaje equivalente al caudal de referencia utilizado para las tomas directas, de manera que en el balance regional pueda considerarse que dichas obras no generan limitaciones para la distribución de caudales por tomas directas aguas abajo.

El relieve del país ha llevado a la construcción de represas en las zonas altas de las cuencas reteniendo en su mayoría aguas de cañadas y, en otros casos, corrientes de aguas categorizadas como arroyos. Si bien existen metodologías de diseño de los embalses, que se han publicado en el marco de ejecución de proyectos por parte de la autoridad de aguas, éstos no son de aplicación obligatoria, sino recomendaciones, comúnmente utilizadas por los solicitantes.

Son de referencia para quienes se apoyen en esas metodologías,

- *Manual de Pequeñas Presas*, elaborado por el MVOTMA-DINAGUA e IMFIA, en 2011<sup>95</sup>
- "Metodología para el estudio hidrológico de proyectos de represas de mediano y pequeño tamaño de cuenca" del Ing. Jorge Rodríguez Guillén, publicada en la revista *Construir* (UdelaR) N° 2, de setiembre de 1989
- Directivas de diseño hidrológico-hidráulico de pequeñas represas, convenio MTOP-DNH con IMFIA-UdelaR, de febrero de 2003

La solicitud debe ser presentada con la firma de un ingeniero civil que será el responsable del proyecto. Para presentar un nuevo proyecto de represa, el técnico proyectista considera de antemano información sobre los aprovechamientos de agua existentes en la cuenca y realiza un estudio previo de viabilidad del proyecto, del punto de vista de balance hídrico, disponibilidad de agua y en función del uso que se le dará a la misma, establece la demanda, para luego efectivizar la solicitud.

En la evaluación y verificación técnica del proyecto, se consideran años con valores de precipitación media para la zona. Si la cuenca genera un volumen de agua superior al volumen embalsado, se otorga un derecho de uso por un volumen aproximadamente igual a este volumen. En caso de que en un año de precipitación media para la zona, se aporte un volumen de agua inferior al volumen embalsable, se otorgan derechos de uso por el 95 % del volumen aportado por la cuenca. El remanente se destina a satisfacer pequeños aprovechamientos de agua situados aguas arriba de esta obra, por ejemplo abrevaderos de ganado y uso doméstico.

En caso de que la capacidad de retención del embalse fuera superior a lo que aporta la cuenca, se permite guardar agua por períodos excedentarios o lluvias por encima de los promedios. No obstante no se reconocen derechos de uso sobre esas aguas excedentarias.

95 | Versión digital en <http://mvotma.gub.uy/ciudadania/biblioteca/item/10003003-manual-de-dise%C3%B1o-y-construcci%C3%B3n-de-peque%C3%B1as-presas.html>

En caso de que el volumen de las represas fuera menor al aporte de la cuenca y ésta se llene mediante el trasvase de una cuenca vecina por canales desviadores, no se reconocen derechos por las aguas desviadas.

A las represas se le impone una servidumbre aproximadamente igual al caudal de estiaje de verano, para satisfacer necesidades básicas de predios aguas abajo y preservar el régimen hidrológico. Es un caudal específico de servidumbre de aguas abajo que oscila en los 0,4 l/s/km<sup>2</sup>. El proyectista debe indicar el procedimiento para evacuar dicho caudal, el que deberá contar con un informe favorable y la aprobación de los servicios técnicos. Dicho caudal difiere de las características usuales de un caudal ecológico y no se lo debería considerar como tal.

La aprobación de los proyectos de represas exige una instancia administrativa de audiencia pública, en la que se comunica la obra y se cita en forma expresa a posibles afectados, a efectos de atender cuestionamientos posibles.

La aprobación de la obra se resuelve mediante un acto administrativo por el cual se otorga un derecho de uso de aguas por un determinado volumen de agua, que es objeto de inscripción y oponible a la administración o a terceros, desde el momento que se inscribe en el Registro Público de Aguas. Se aprueban a su vez los planos y memorias técnicas del proyecto, estableciendo en la resolución las condiciones del otorgamiento de derechos de uso. Para el caso de represas, se otorgan concesiones de uso, mientras que para los casos de tomas directas se otorgan permisos de uso, por plazos menores y revocables.

Una vez concretado el proyecto y puesto en funcionamiento, el titular debe presentar una declaración jurada anual sobre el uso efectivo del agua.

## Control y seguimiento de obras

Las oficinas regionales son quienes se encargan de la vigilancia y seguimiento de los derechos de uso de agua, en el ámbito de su jurisdicción territorial, en las condiciones establecidas en la resolución. Se realiza un control del destino establecido de las aguas y que las obras se mantengan en buen estado, a efectos de garantizar la seguridad de las mismas.

### 8.4.6 | Registro Público de Aguas

El Registro Público de Aguas tiene como función la inscripción y difusión de las resoluciones emanadas de la Administración, referidas al otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, así como las referidas a la renovación, modificación, extinción y transferencia de los derechos ya inscriptos. Mensualmente son publicadas en el Diario Oficial y en la página web del MVOTMA. Asimismo, su inscripción debe comunicarse al Registro de Traslación de Dominio.

Los derechos de uso de agua que se otorgan son renovables antes de su vencimiento y revocables ante incumplimientos. Contienen: identificación del titular, ubicación y características técnicas de la obra, volumen anual de uso, finalidad, plazo de vigencia y obligaciones del titular. Los citados derechos son inscriptos por DINAGUA en el Registro Público de Aguas y a partir de ahí son oponibles frente a la administración y a los terceros de buena fe.



En la figura 8.12 se grafica la evolución de las inscripciones en el Registro Público de Aguas.

Existe evidencia suficiente para concluir que por diferentes motivos el Inventario de Aprovechamientos en su estado actual alcanza solamente a una fracción del total de obras hidráulicas existentes y en actividad. Es necesario mejorar y mantener actualizada la descripción de las principales características de dichas obras, en particular lo referido a su estado de conservación y funcionamiento efectivo, ya que la información disponible en esta base de datos respecto a los usos se refiere principalmente a las condiciones de proyecto (dimensiones y demandas proyectadas) y no al funcionamiento real (obra construida y volúmenes efectivamente aplicados cada año). Una evaluación más precisa de los usos efectivos permitiría, entre otras ventajas, hacer la restitución a régimen natural de las series de caudales medidos en las estaciones de aforo de la red y con ello afinar los cálculos en los balances hídricos. Este inventario deberá ser complementado con la incorporación de todas las demás obras hidráulicas que se entienda de relevancia para completar y mejorar el conocimiento, estudio y análisis del comportamiento de los sistemas hidráulicos gestionados por la autoridad de aguas, en particular los vertidos o excedentes desde las distintas áreas de utilización del agua (industriales, saneamiento, drenajes).

#### Licencias de perforador

Quien proponga realizar una perforación para utilizar aguas subterráneas deberá contratar los servicios de una empresa perforadora que está obligada a registrarse ante DINAGUA. El trámite de licencia de perforador se inscribe en el Registro Público de Aguas.

#### Sociedades agrarias de riego

Las sociedades agrarias a las que refiere el artículo 12 de la Ley N° 16.858 deberán cumplir con inscribir su contrato social en el Registro Público. A partir de dicha inscripción gozarán de personería jurídica.

#### Información registral

Cualquier persona interesada puede presentar una solicitud de información del Registro Público de Aguas.

#### Efluentes residuales (vertidos)

DINAMA es responsable por la habilitación mediante una Autorización de Desagüe y el control de los vertidos a los cuerpos de agua. El conocimiento de la ubicación, calidad, cuantía y estacionalidad de dichos vertidos constituye un componente básico para completar la descripción del funcionamiento de los sistemas hidrológicos alterados por actividades humanas. Los parámetros de vertimiento son regulados por el Decreto N° 253/79 y modificativos y distingue entre tres distintos tipos de disposición final: a cuerpo de agua, al sistema de saneamiento y por infiltración al terreno.

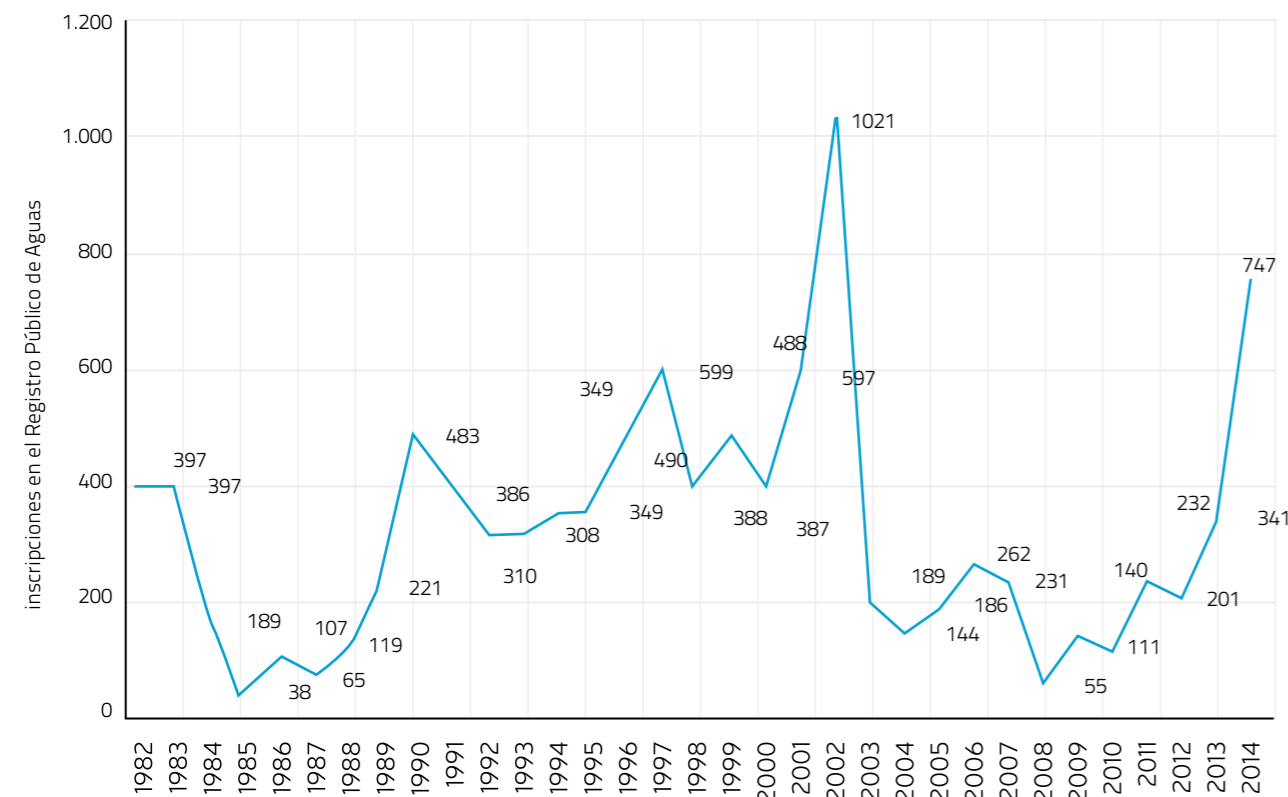


Figura 8.12 | Inscripciones desde el año 1982 al 2014 | Fuente: DINAGUA

## 8.5 | Gestión del riesgo de origen hídrico

La gestión integrada de las aguas, considerando su grado de variabilidad e incertidumbre asociados, necesita incorporar la componente del riesgo, entendida como la relación que existe entre la amenaza y la vulnerabilidad a los impactos del fenómeno, si llegara a ocurrir.

Los eventos de sequía y de inundaciones generan fuertes impactos socioeconómicos y ambientales, entre los que se destacan: afectación en las fuentes de agua para consumo de la población en cantidad y calidad, alteración de los usos socio-económicos (producción de energía, agricultura, ganadería, turismo, transporte, usos industriales) y daños ambientales (mortalidad de peces, impactos en la flora, incendios forestales, entre otros), pérdidas y daños materiales e inmateriales en las personas directamente impactadas por los eventos, en la comunidad y en el país en su totalidad.

Las investigaciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) indican que en el futuro se espera que la variabilidad interanual aumente, con eventos climáticos extremos más frecuentes y más severos, por lo que se hace indispensable la incorporación de la gestión del riesgo como una componente estratégica de las políticas públicas.

La incorporación del enfoque de gestión de riesgo de origen hidrometeorológico en las políticas públicas en Uruguay ha exhibido un recorrido sostenido desde hace un tiempo hasta la fecha. Se ha incorporado la variabilidad climática y las situaciones de eventos extremos asociados a los recursos hídricos. Evidencia de ello son, entre otros, la ley de creación del Sistema Nacional de Emergencia (Ley N° 18.621), la Ley de Política Nacional de Aguas (Ley N° 18.610, artículo 11) y la creación de grupos de trabajo específicos en sequías e inundaciones urbanas dentro de la DINAGUA. Asimismo, la creación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, como generador de la política pública de cambio y variabilidad climática y como articulador de las intervenciones para amenazas hidrometeorológicas en los diferentes planes y programas, también es un hito en este trayecto recorrido.



Figura 8.13 | Ciclo de gestión de desastres | Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska (Lincoln)

El Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) es un instrumento público de carácter permanente, cuya finalidad es la protección de las personas, los bienes de significación y el medio ambiente, mediante la coordinación conjunta del Estado con el adecuado uso de los recursos públicos y privados disponibles, de modo de propiciar las condiciones para el desarrollo nacional sostenible. A través del SINAE se articulan un conjunto de acciones de los órganos estatales competentes dirigidas a la prevención de riesgos vinculados a desastres de origen natural o humano, previsibles o imprevisibles, periódicos o esporádicos; a la mitigación y atención de los fenómenos que sucedan; y a las inmediatas tareas de rehabilitación y recuperación que resulten necesarias. Asimismo, se establece que todas las instituciones públicas responsables de formular o ejecutar planes de desarrollo, planes estratégicos sectoriales o planes de ordenamiento territorial, sean del ámbito nacional, departamental o local, en el marco de competencias asignadas por la normativa vigente, deberán introducir con carácter obligatorio procesos de planificación, de análisis y de zonificación de amenazas y de riesgos, de manera que los objetivos, las políticas, los planes, los programas y los proyectos emergentes de dicho proceso, contengan las previsiones necesarias en términos de acciones y recursos para reducir los riesgos identificados y atender las emergencias y los desastres que ellos puedan generar (artículo 17, Ley N° 18.610).

Con la coordinación del SINAE, se ha creado el ámbito de trabajo sobre balance hídrico que involucra a las siguientes instituciones: Presidencia de la República, Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Ministerio de Defensa Nacional (MDN), Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Centro de Coordinación de Emergencias Departamentales (CECOED), intendencias departamentales, Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Obras Sanitarias del Estado (OSE), Comisión Técnico-Mixta de Salto Grande y Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE).

## 8.5.1 | Atención de sequías

Históricamente el abordaje de las sequías se centró en la gestión de la crisis que se produce como consecuencia del déficit de agua, sin embargo, la gestión del riesgo de sequía es más compleja e incluye una serie de aspectos. Entre ellos es imprescindible conocer los impactos sociales y económicos en los distintos usuarios y las vulnerabilidades y capacidades de los mismos para dar respuesta al fenómeno.

Para caracterizar el fenómeno de la sequía se puede hacer la siguiente distinción:

### Sequía meteorológica

Basada en datos climáticos, es la disminución de las precipitaciones en una región respecto del valor medio definido para un periodo de tiempo determinado. Se trata de un fenómeno que se implanta de manera paulatina y su duración es muy variable.

### Sequía hidrológica

Se refiere al déficit de agua disponible en los cauces, embalses y acuíferos, afectando a los usuarios de dichas fuentes.

### Sequía agrícola

Reducción significativa de la disponibilidad de agua en el suelo para satisfacer las necesidades de crecimiento de la vegetación.

La falta de humedad en la zona radicular de las plantas impide el correcto desarrollo y crecimiento de las mismas. Las zonas más vulnerables a la sequía agrícola son las que presentan escasa profundidad de suelo y baja capacidad de retención de agua.

Se podría agregar un cuarto tipo de sequía que corresponde a lo que se denomina sequía socioeconómica: referida a la afectación a las personas y a la actividad económica por escasez de agua. Se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (económicos y personales) a la población de una zona afectada por la escasez de lluvias.

En la figura 8.14 se representa la serie de precipitación anual sobre Uruguay entre los años 1931 y 2008. La precipitación acumulada anual en Uruguay presenta una gran variabilidad. Los acumulados promedios rondan los 1.240 mm; en un año extremadamente seco como 1933 el promedio de precipitación fue de 785 mm, mientras que en años húmedos como 1959 o 2002 llovieron 1.926 mm y 2.055 mm respectivamente.

La ocurrencia del fenómeno ENOS (El Niño-Oscilación Sur) sesga notoria y significativamente la distribución de precipitaciones en el Uruguay. Este fenómeno representa una oportunidad para anticipar acciones de prevención de los efectos de la sequía en el país.

## Vulnerabilidad del sector agropecuario

La producción agropecuaria es un componente importante de la economía nacional y es una de las actividades más afectadas por fenómenos de sequía, debido a que su desarrollo depende fuertemente del régimen de precipitaciones. Además, el sector utiliza grandes volúmenes de agua con destino a riego y abrevadero de ganado, además del uso doméstico. Se trata de uno de los sectores productivos a los que más esfuerzos se les ha dedicado para abordar la problemática relacionada con la escasez de agua.

La gestión del riesgo de sequía se encuentra íntimamente relacionada al involucramiento de los actores locales, en particular de los departamentos de desarrollo de las intendencias y las regionales de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) y del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Los estudios sistemáticos de suelos realizados en el Uruguay en 1967, fundamentalmente el informe de la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE), permiten visualizar un mapa de grupos de suelos atendiendo a la morfología, profundidad de suelo, fertilidad, drenaje y material geológico. Derivado del estudio puede señalarse que se cuenta con cuatro zonas identificadas como de mayor vulnerabilidad a la sequía por los tipos de suelos y la topografía (zonas: 1, 2, 9 y 10). De éstas, las zonas 1 y 2 son las de mayor extensión geográfica.

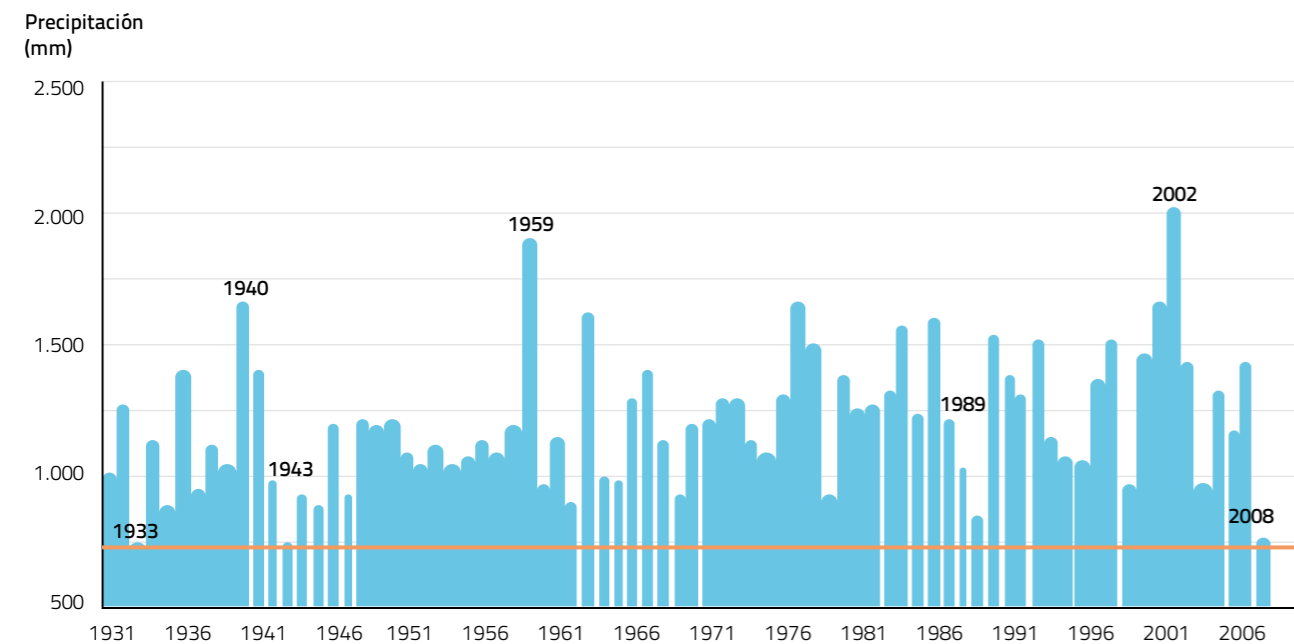


Figura 8.14 | Precipitación anual. Período 1931-2008

La Zona 1 (Cuchilla de Haedo) es quizás una de las zonas que más se ve expuesta frente a una sequía, afectando la productividad de los sistemas o actividades productivas que allí se desarrollan, por una disminución drástica de la producción forrajera disponible para cubrir las necesidades fisiológicas de los animales. La escasa profundidad de los suelos condiciona los sistemas productivos, encontrándose básicamente sistemas de explotación lanar y sistemas de cría vacuna extensiva, con menor dotación por hectárea, que se ven menos afectados que otros sistemas productivos. Su mayor superficie se ubica en la unidad de suelo Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros, predominan litosoles de 5 a 10 cm de profundidad, apoyados directamente sobre el basalto. Debido a esa escasa profundidad, son suelos con baja capacidad de retención de agua, menos de 25 mm. Representa el 20 % del territorio del país y el déficit de agua se traduce en un menor crecimiento vegetal, afectando las sequías al sector pecuario por baja disponibilidad de forraje.

La Zona 2 (Sierras del Este) abarca el 10 % de la superficie nacional comprendida entre las unidades Santa Clara, Sierra Polanco, Sierra Aiguá, Carapé, Sierra de las Ánimas y Cerro Chato de la CRSU. Se trata de suelos inceptisoles y litosoles con texturas gravilosas, apoyados sobre rocas cristalinas que no exceden los 50 cm de profundidad. Son suelos de baja capacidad para almacenar agua (50 mm) y con relieve fuerte (10 a 25 % de pendientes).

Como antecedentes y avances en la gestión de sequías a nivel nacional, es importante mencionar dos proyectos pilotos abordados por la Dirección Nacional de Aguas, en coordinación con el Sistema Nacional de Emergencia, en oportunidad de un evento Niña del año 2010 en el departamento de Canelones, que luego se extendió a la región centro-sur. Las mismas fueron recogidas en la publicación *Hacia la incorporación de la gestión de riesgo de sequía en las políticas públicas: respuesta a la sequía 2010-2011* en el departamento de Canelones.<sup>96</sup>

96 | Alcoz, S.; Gamarra, A. (Coord.). Montevideo, UY: DINAGUA, 2012. 115 p.

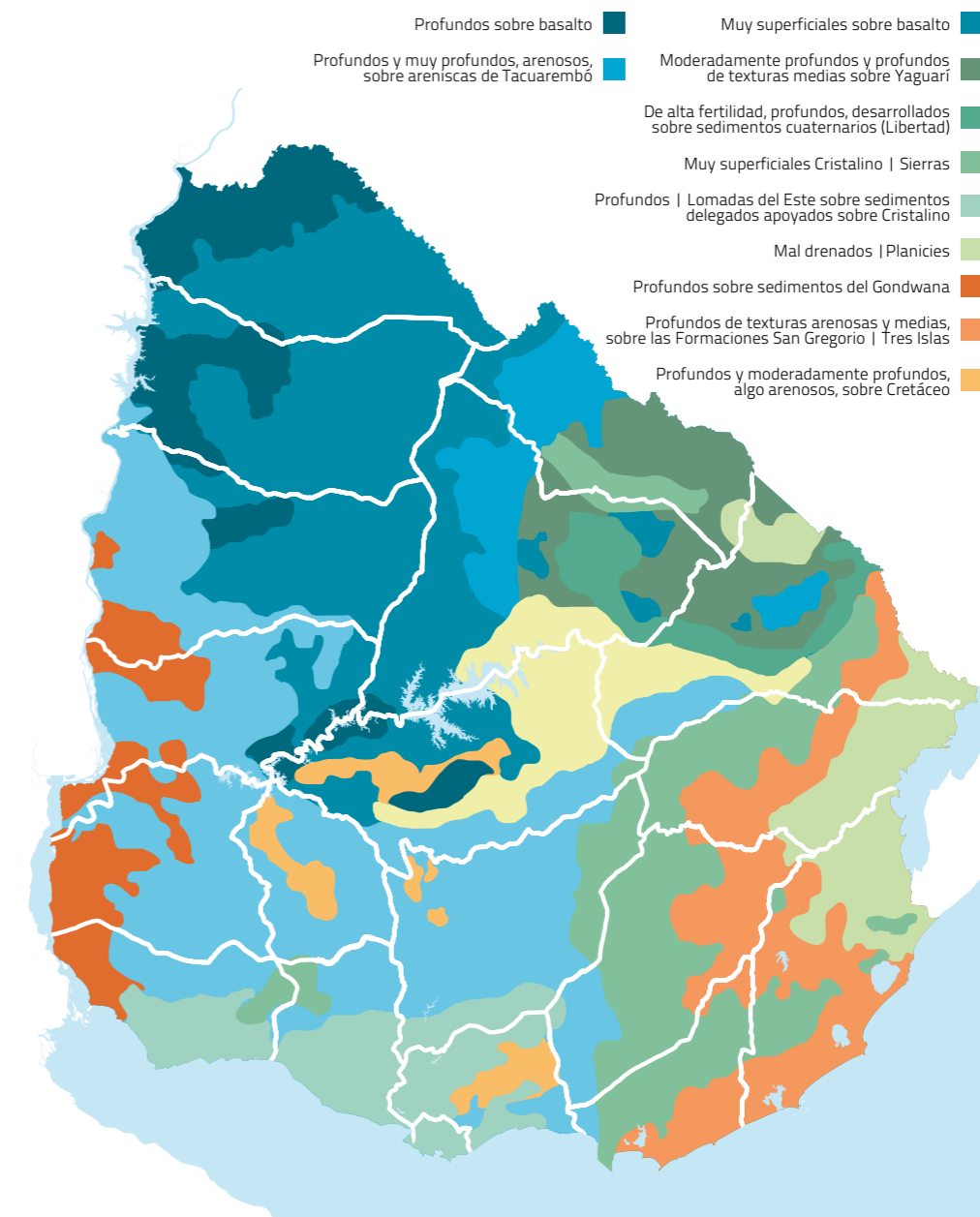


Figura 8.15 | Grupos de suelos | Fuente: CIDE

## 8.5.2 | Atención de inundaciones

Según los registros del Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) entre 2000 y 2010 el 73 % de los eventos registrados corresponde a fenómenos hidrometeorológicos y de éstos el 63 % a inundaciones, habiendo sido afectados 18 de los 19 departamentos. A modo de ejemplo, en la figura 8 se puede apreciar la afectación del evento de 2009 en el litoral y centro del país.

Las inundaciones afectan a un gran número de personas que vive próximo a los cursos de aguas en las ciudades. En la mayoría de los casos esta población presenta una mayor vulnerabilidad social y por ende menor capacidad de resiliencia. Según la estimación realizada, se trata de una cifra superior a 77.000 personas, residiendo en más de 25.000 viviendas,<sup>97</sup> las que viven en áreas inundables en nuestro país.

Por su parte, en la primera década del presente siglo se han visto afectadas directamente más de 67.000 personas. Se destaca por el porcentaje de evacuados, en relación a la población total, la ciudad de Río Branco (más del 20 % de la población en su máxima inundación registrada) y por el número total de evacuados Durazno (6.966 en 2007), Artigas (5.069 en 2001), Paysandú (4.355

97 | La estimación de población y vivienda en área inundable se realizó para dieciocho ciudades que cuentan con información de curvas de inundación.

en 2009) y Salto (3.230 en 2009). En 2007 se produjeron las mayores marcas registradas en 100 años en las ciudades de Durazno y Treinta y Tres (2.800 personas evacuadas).

En diciembre de 2015 y en abril de 2016 el país vivió nuevamente eventos extraordinarios de inundaciones. Estos acumulados excepcionales se deben no sólo a varios eventos extremos de precipitación, durante los que se superaron récords históricos de acumulados diarios, sino también a la persistencia de las precipitaciones. Se destaca, por los acumulados de precipitación, el evento de abril de 2016. La duración, intensidad y extensión de las lluvias afectó a 16 localidades. Además de su impacto en los centros poblados, las inundaciones afectaron las áreas rurales. Como ejemplo, el MGAP decretó emergencia agropecuaria para el rubro ganadería en parte de los departamentos de Rocha y Treinta y Tres, y también resultaron afectadas áreas cultivadas.

El área de Inundaciones y Drenaje Urbano (IDU) de DINAGUA se creó en el año 2007 con el propósito de fortalecer las políticas públicas en materia de gestión de riesgo de inundación. Desde ese momento, y a partir de los resultados de un diagnóstico de afectación de inundaciones en las principales ciudades de los 19 departamentos del país, y de las capacidades locales para afrontar los riesgos de inundación, se diseñan un conjunto de programas e instrumentos.

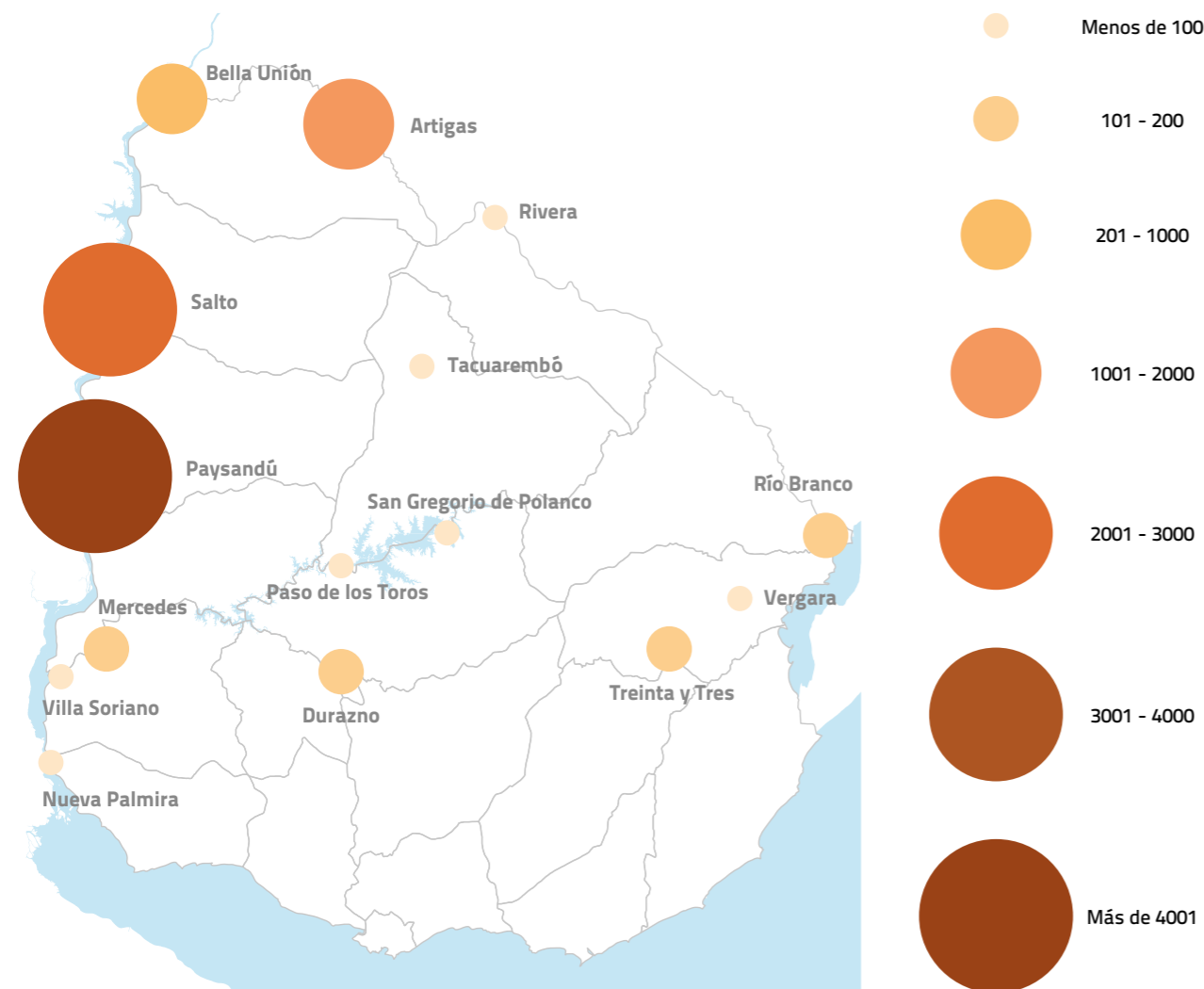


Figura 8.16 | Población afectada en el evento de inundaciones noviembre-diciembre 2009  
Fuente: SNE. Elaboración ITU, Facultad de Arquitectura

A nivel nacional se desarrollan las siguientes líneas de acción:

- A |** Generar un marco regulatorio específico para inundaciones urbanas y drenaje pluvial, relacionado con la Ley N° 18.308 (Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable), la Ley N° 18.621 (creación del Sistema Nacional de Emergencia) y la Ley N° 18.610 (Política Nacional de Aguas).
- B |** Proponer directrices nacionales de inundaciones de ribera con el objetivo de habilitar el desarrollo de políticas nacionales y locales convergentes con el marco regulatorio nacional y orientar la implementación de manera coordinada y contemplando los avances teóricos conceptuales y tecnológicos.
- C |** Mapear el riesgo de inundación (MDR) de las ciudades más afectadas. Reconociendo al riesgo como la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad, se mapean las zonas de riesgo de inundación al tiempo que se proponen medidas de prevención y mitigación para las diferentes zonas. Los mapas resultantes son incorporados a los planes locales, integrando los riesgos en la planificación del territorio. En la tabla 8.6 se presenta la correspondencia con los niveles de riesgos emergentes de estas herramientas y su correlato en la categoría de suelo de los planes locales. Asimismo en la figura 8.4, se presenta el mapa de riesgo de la ciudad de San José con los tres niveles de riesgo definidos (alto, medio y bajo).
- D |** Elaborar protocolos donde se explicitan los criterios a tener en cuenta para la caracterización de la amenaza, de la vulnerabilidad, de la exposición y del riesgo. Además, se recopilan y evalúan los avances en estudios que sirven de insumos para el mapeo de riesgos en las ciudades que presentan problemas de inundación.
- E |** Asesorar en la definición de áreas de ubicación de los programas públicos de vivienda. A partir de asesoramientos puntuales se desarrollaron procedimientos coherentes con los objetivos de promover la inclusión socio-territorial de los planes de vivienda del MVOTMA. Los avances básicamente se sintetizan en: identificación de zonas prioritarias que requieren la relocalización de población, evaluación de terrenos aptos para la ubicación de vivienda pública y definición de criterios para la ubicación de cooperativas que requieren autorización del sector público.

A la fecha se han elaborado 18 mapas de amenaza, 8 atlas de vulnerabilidad y 6 mapas de riesgo. De estos últimos, tres ya han sido incluidos en los planes locales y aprobados por los legislaturas departamentales.

### Sistemas de alerta temprana de inundaciones

Como parte de las estrategias requeridas para mitigar el efecto de las inundaciones en las áreas urbanas, en los últimos años se han venido desarrollando sistemas de alerta temprana de inundaciones. Un Sistema de Alerta Temprana (SAT) debe ser capaz de proveer información oportuna y eficaz que permita la toma de decisiones para evitar o reducir el riesgo frente a la amenaza y la preparación para una respuesta efectiva.

Para que el sistema sea eficaz, se requiere:

- Conocimiento del riesgo (amenaza, vulnerabilidad, conocimiento técnico y local)
- Monitoreo y servicio de alerta con capacidad en ambos elementos: de monitorear en tiempo real y contar con herramientas de pronóstico que permitan la toma de decisiones rápidas y fiables para poner en marcha la Alerta Temprana
- Comunicación y difusión de las alertas. Definición de múltiples canales y portavoces a diferentes niveles (nacional, regional y local)

Actualmente, UTE y CTM realizan la previsión de niveles en los embalses y en las ciudades ubicadas aguas abajo de los mismos como parte de su gestión. A estos SAT ya existentes se suma el SAT de inundaciones de Durazno (río Yí), desarrollado por el Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental- Universidad de la República (UdelaR-IMFIA). En este sistema se basa un modelo para predecir los niveles del río en función de las precipitaciones ocurridas en la cuenca, las características del río y las características hidrológicas de la cuenca. Un modelo similar está en construcción para el río Cuareim, en el marco del programa de gestión conjunta de la cuenca Cuareim-Quarai. Se prevé en el corto plazo continuar estos desarrollos en la Cuenca de la laguna Merín y río Yaguarón para la ciudad de Río Branco y río Olimar para la ciudad de Treinta y Tres.

Riesgo	Acción	Categoría de uso (LOTDS)	Instrumentos
Existente	Alto	Suelo urbano o suburbano con usos fuera de ordenamiento por inundación	Programa de actuación integrada Otros
	Medio o bajo	Urbano con restricciones por inundación	Seguros, adaptación viviendas, alerta temprana
Futuro	Potencial	No urbanizable (rural, natural, etc.)	TR-100 en directriz nacional de OT EAE (previsión de riesgos futuros de las medidas del plan)

Tabla 8.6 | Riesgo, acción, categoría de uso e instrumentos

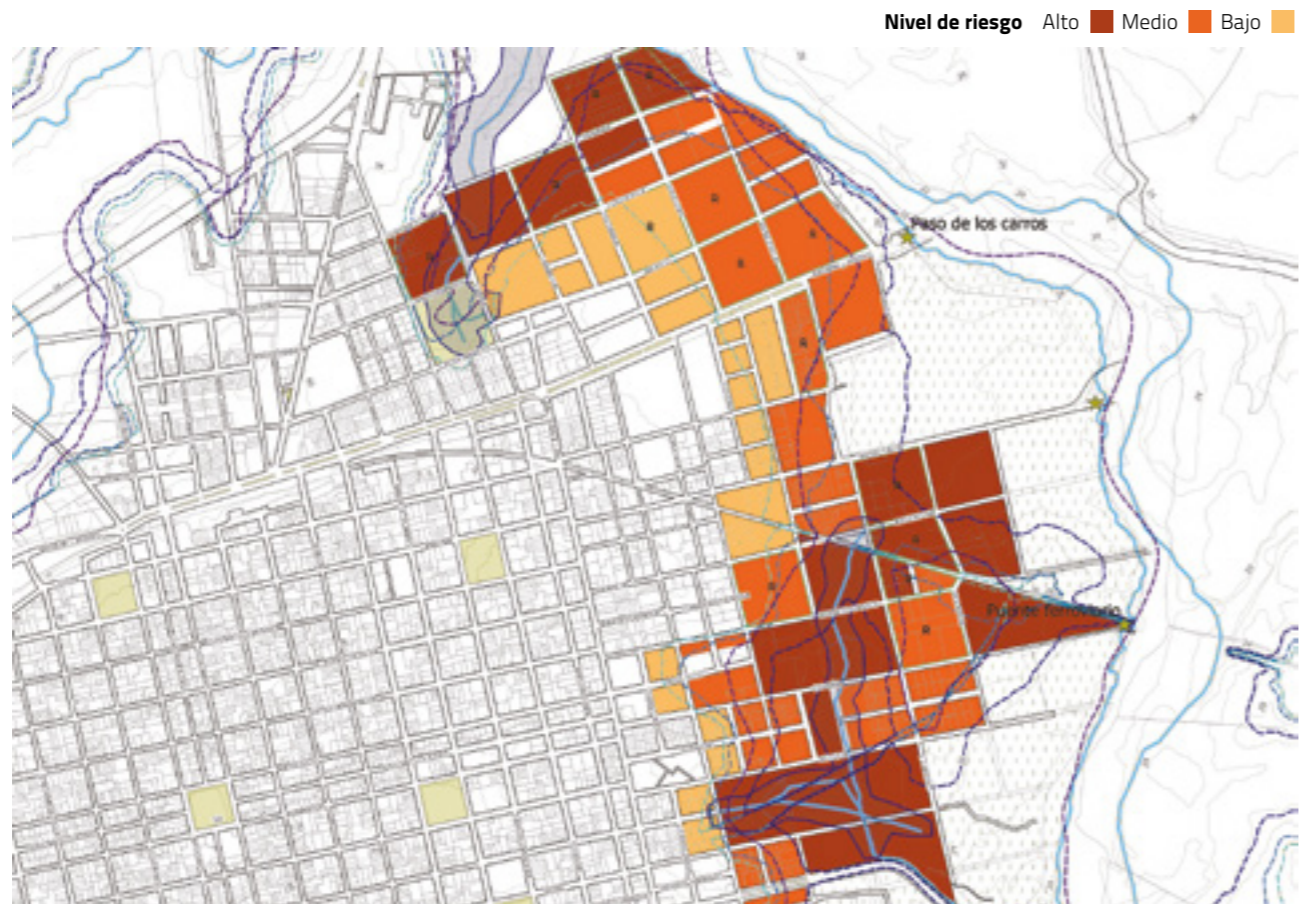


Figura 8.4 | Mapa de riesgo de inundación de la ciudad de San José | Fuente: DINAGUA e Intendencia de San José

## 8.6 | Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuenca y Acuíferos

Tal como surge del Capítulo III, la participación de la sociedad civil y de los usuarios en las instancias de planificación, gestión y control adquiere singular relevancia por la jerarquía del precepto constitucional (artículo 47). Si bien el Uruguay ya disponía de herramientas legales de participación en la temática ambiental, la nueva disposición constitucional representa un cambio sustantivo en las políticas públicas, concretamente las referidas a aguas y saneamiento.

A partir del año 2009 se define una nueva institucionalidad con el fin de desarrollar los lineamientos establecidos en la Política Nacional de Aguas relativos a la participación de la ciudadanía en la planificación, gestión y control de los recursos hídricos, la consideración de la cuenca hidrográfica como unidad básica de gestión y la necesaria transversalidad de los temas de agua, ambiente y territorio.

En tal sentido se crean, en la órbita del MVOTMA, los siguientes ámbitos de participación:

- Consejos Regionales de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río Uruguay, de la Laguna Merín y del Río de la Plata y su Frente Marítimo
- Comisiones de Cuencas y Acuíferos

Los Consejos Regionales se integran de forma tripartita y equitativa con siete delegados del Gobierno, siete delegados de los usuarios y siete delegados de la sociedad civil, totalizando 21 delegados por cada Consejo Regional. En todos los casos son presididos por el Director Nacional de Aguas (DINAGUA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la vicepresidencia de cada uno de ellos la ocupa el ministerio encargado de administrar la actividad o el recurso de mayor importancia en cada región. Son ámbitos asesores de la autoridad de aguas y dentro de sus competencias están:

- Formular el Plan Regional de Recursos Hídricos y acompañar su ejecución
- Articular entre los actores nacionales, regionales y locales vinculados al agua
- Promover y coordinar la conformación de Comisiones de Cuenca y Acuíferos
- Asesorar y apoyar en la gestión de las aguas

- Formular directrices para los planes locales de Recursos Hídricos
- Propiciar el fortalecimiento y el ejercicio efectivo del derecho de participación ciudadana reconocido en el capítulo VI de la Ley de Política Nacional de Aguas
- Proponer criterios generales para el otorgamiento de derechos de uso de los recursos hídricos y para la cobranza por su uso<sup>98</sup>

En la órbita de cada uno de los tres Consejos Regionales se habilita la formación de Comisiones de Cuencas y Acuíferos para dar sustentabilidad a la gestión local de los recursos naturales y administrar los potenciales conflictos por su uso.

Las Comisiones de Cuencas y Acuíferos son asesoras de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos (artículo 29 de la Ley N° 18.610). El proceso de formación, integración y competencias se encuentra regulado por Decreto N° 258/2013 del 21 de agosto de 2013. Se integran asegurando una representatividad amplia de los actores locales con presencia activa en el territorio sobre la base de una conformación tripartita, con representantes del gobierno, de los usuarios y de la sociedad civil.

El Poder Ejecutivo ha considerado estratégicas las cuencas del río Santa Lucía, del río Negro y del Acuífero Guaraní por la importancia que revisten a nivel nacional.

La Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía ha sido creada por Decreto N° 106/013 del 2 de abril del 2013. Por su parte, la Comisión del Acuífero Guaraní ha sido creada por Decreto N° 183/013 del 20 de junio del 2013.

Para contribuir a que los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y las Comisiones de Cuencas y Acuíferos cumplan con las competencias asignadas en la Ley de Política Nacional de Aguas y sus decretos de formación, se elaboró e implementó una metodología de trabajo que se describe a continuación.

En una primera etapa se trabajó en la construcción de un espacio legítimo, colectivo y participativo, para generar un lenguaje compartido y una visión integradora que habilite a las distintas instituciones miembros de estos espacios puedan formular un plan de recursos hídricos, desde visiones y disciplinas con enfoques diferentes. En este sentido, se acordó que las decisiones de cada uno de estos ámbitos serán adoptadas por consenso<sup>99</sup> poniendo en valor el proceso de toma de decisiones.

En una segunda etapa se definió una agenda de trabajo que abarcaba los principales aspectos de un plan:

### Diagnóstico interactivo y participativo

Se elabora con el aporte o la visión sectorial de las instituciones miembros. Es un proceso continuo no puntual. Se conforma con los datos del sistema territorial (geografía, geología, recursos hídricos, ambiente, economía, etc.) pero también con la percepción o visión de los actores involucrados a efectos de construir una visión integradora u holística del sistema de estudio.

98 | Ver artículo 2 de los decretos N° 262-4/011 del 25 de julio de 2011.

99 | Ver reglamento de funcionamiento aprobado en cada uno de los ámbitos mencionados.

### Planificación

Comprende la definición participativa de los objetivos del Plan; de la capacidad de cada una de las unidades de planificación (cuencas) de acoger las distintas alternativas de uso, de la definición de las funciones de producción de bienes y servicios ecosistémicos y de su afectación y la generación de escenarios de uso, entre otros aspectos.

### Avances en la gestión y control

Incluye una propuesta de definición de la responsabilidad de actores e instituciones en la gestión, seguimiento y contralor de los planes, definición de los mecanismos de resolución de conflictos y de revisión de planes, implementación de planes de seguimiento, diseño de directrices y programas.

Para abarcar los temas arriba mencionados se fueron conformando grupos de trabajo con una integración tripartita. Durante el año 2012 comenzaron a funcionar los tres CRRH del país; Cuenca del río Uruguay, Cuenca de la laguna Merín y Cuenca del Río de Plata y Frente Marítimo y paulatinamente sus respectivas Comisiones de Cuencas y Acuíferos en la órbita de la Dirección Nacional de Aguas, a excepción de la Comisión de Cuenca de la Laguna del Sauce que comenzó a funcionar en el año 2010 en la órbita de la Dirección Nacional de Medio Ambiente. (Figura 8.5).

Actualmente se consideran instalados los tres consejos regionales de recursos hídricos y diez comisiones de cuencas y acuíferos, en consecuencia, existen espacios de articulación y coordinación legítimos, colectivos y participativos en torno a los recursos hídricos que permite potencialmente realizar un cruce de políticas territoriales relacionados con los recursos hídricos en particular y naturales en general.

En un contexto en donde el ambiente y particularmente las aguas son de vital importancia para el desarrollo sustentable del país, los ámbitos de participación, se vuelven una herramienta fundamental para viabilizar acuerdos y tomar medidas en relación con la gestión integrada. Sin embargo persisten dificultades vinculados a estos espacios.

Cabe señalar que es necesario fortalecer las capacidades inter e intra institucionales para intercambiar información y para trabajar de forma articulada con un enfoque integrado de los recursos hídricos. Por otra parte, es necesario formalizar y concretar el apoyo de las unidades técnicas de los ministerios, entes autónomos, servicios descentralizados y Gobiernos departamentales que integran estos ámbitos<sup>100</sup> a efectos de que redunde en una mejora de la eficiencia y de la eficacia del trabajo interactivo y colectivo y, en definitiva, en una mejor calidad de la política pública del agua.

100 | Artículo 8 del Decreto N° 106/013 del 2 de abril de 2013.

Figura 8.5 | Delimitación de Comisiones de Cuenca y Acuíferos | Fuente: DINAGUA

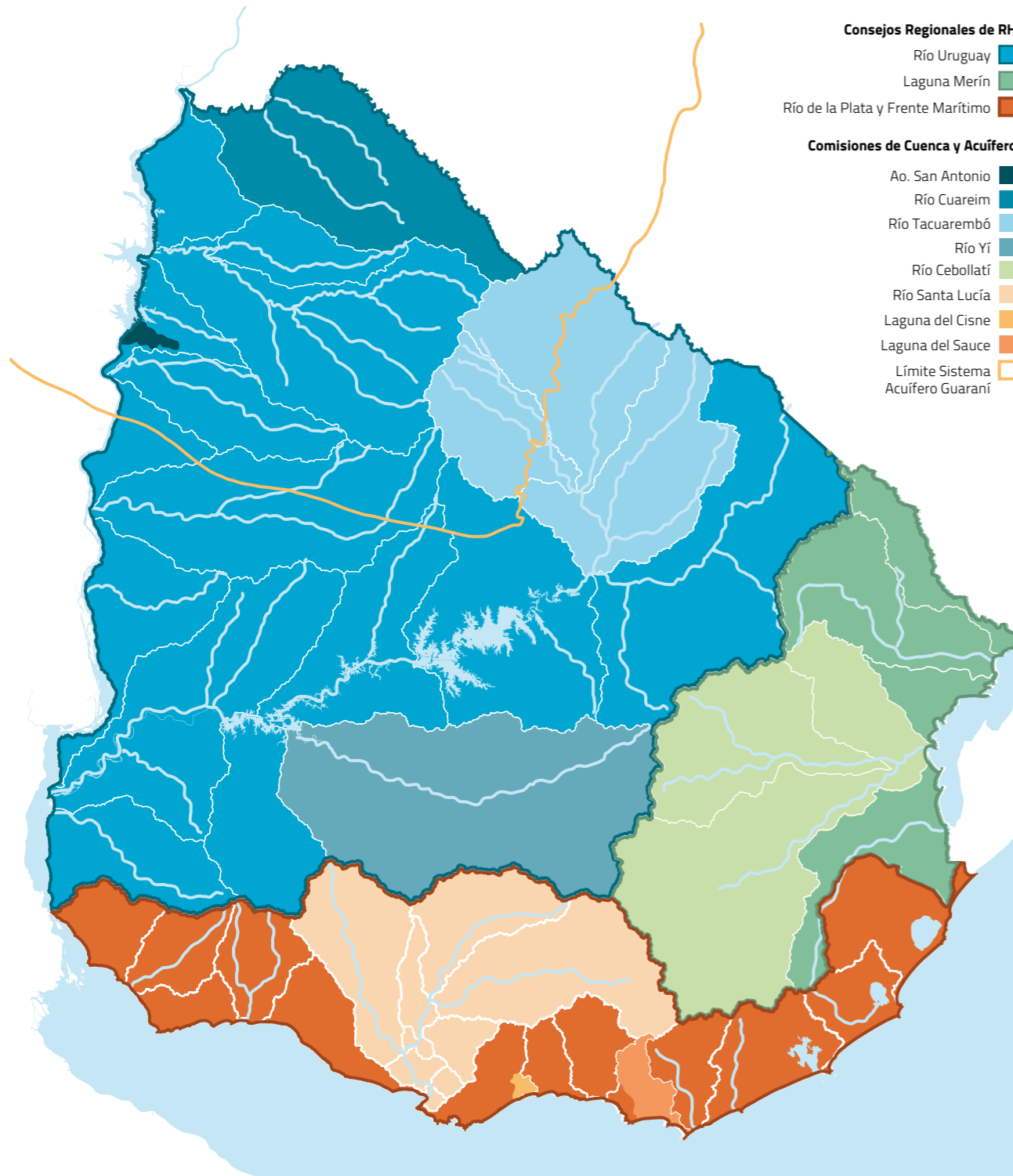
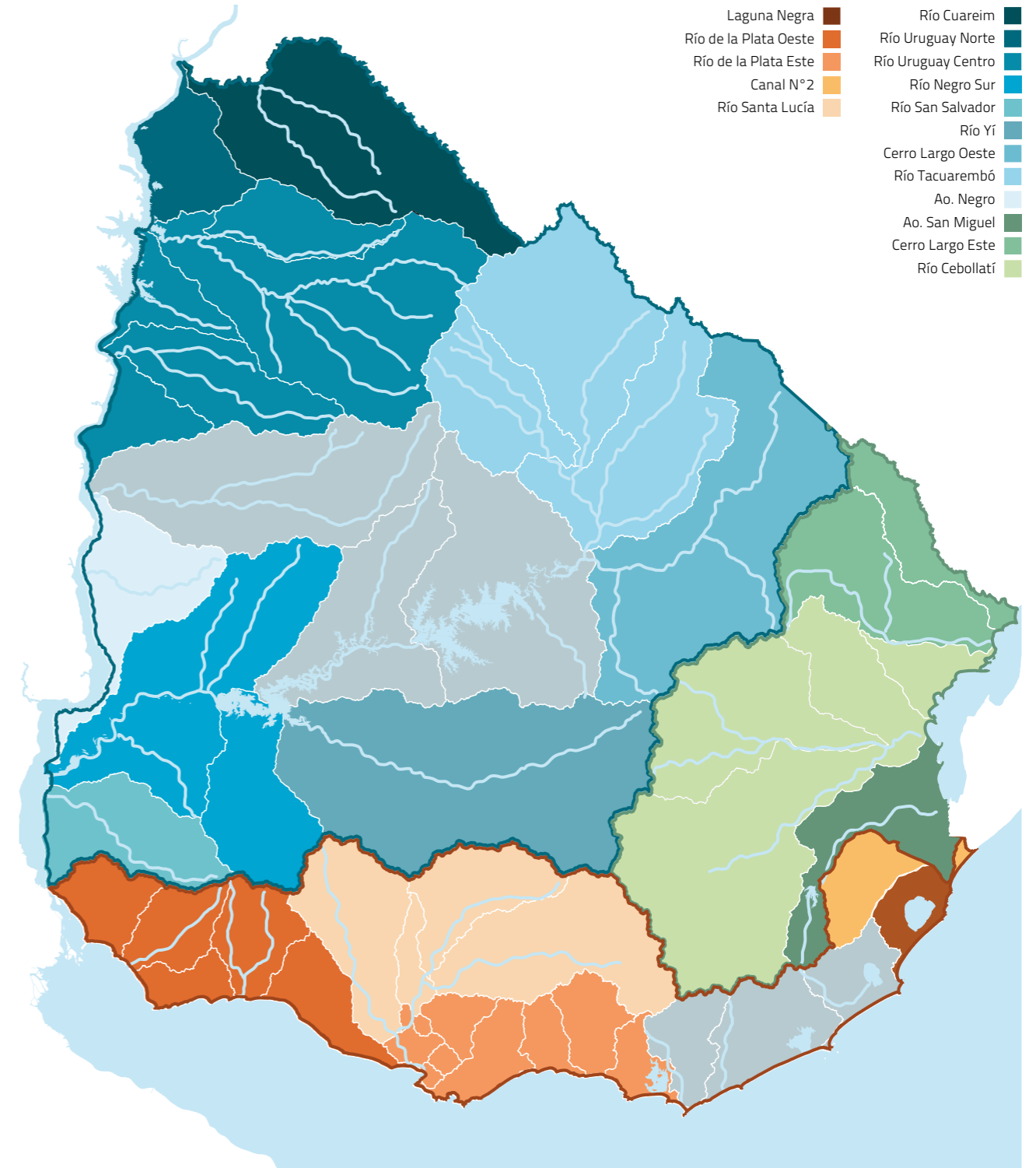


Figura 8.6 | Juntas regionales de riego | Fuente: DINAGUA



## 8.7 | Juntas Regionales Asesoras de Riego

Las Juntas Regionales de Riego<sup>101</sup> asesoran al Poder Ejecutivo (a través de la DINAGUA) en la tramitación y estudio de las solicitudes de aprovechamiento con fines de riego y colaboran en el control y fiscalización de los derechos de uso de agua otorgados y en situación de déficit hídrico. Estos espacios existen desde el año 1976 y contribuyen a mejorar la administración del agua para riego principalmente en los momentos donde hay menor disponibilidad del recurso, fijando horarios de riego y coordinando acciones entre los propios regantes. Están integradas por representantes de las instituciones del Gobierno con competencia en la temática, representantes de los propietarios de cada zona, designados por la Asociación Rural, la Federación Rural, las Cooperativas Agrarias Federadas y la Comisión Nacional de Fomento Rural y por delegados de los regantes de cada zona con derechos inscritos en el Registro Público, elegidos a través de un acto eleccionario conforme a lo reglamentado en el Decreto N° 128/003. Se crean mediante resolución ministerial y en la figura 8.48 se ubican y mencionan las existentes a la fecha. Vale aclarar que estos espacios tienen competencias específicas en materia de asesoramiento sobre el riego y que la "Junta de Riego" en su conjunto integra los otros espacios de participación; Consejos Regionales o Comisiones de Cuencas y Acuíferos. En tal sentido, estos espacios son complementarios.

101 | Se crean formalmente por Decreto N° 128/03 que reglamenta la Ley de Riego del año 1997.

## 8.8 | Antecedentes de la planificación

La planificación para el aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos en forma integrada está siendo incorporada de forma incipiente en diferentes cuencas del país. Si bien formalmente no se cuenta aún con planes de gestión integrada de cuencas, ya se han iniciado en algunas cuencas acciones para ir transitando hacia la gestión de los recursos hídricos dentro de los lineamientos de la actual política de aguas. En las cuencas del río Santa Lucía y de la laguna del Sauce, dos de las cuencas más relevantes para abastecimiento de agua a las poblaciones, se impulsaron programas de medidas de acción a causa de la ocurrencia de floraciones algales que causaron episodios de olor y sabor.

El plan de Acción para la Protección de la Calidad de Agua del Río Santa Lucía, con once medidas, fue resuelto por el Poder Ejecutivo en 2013 a partir del episodio de sabor y olor. Posteriormente, al crearse la Comisión de Cuenca del Río Santa Lucía, integrada de forma tripartita, el plan de medidas fue incorporado al plan de trabajo de la misma que realiza el seguimiento de su implementación y ejecución.

En el caso de la Laguna del Sauce, la comisión de cuenca respectiva venía trabajando desde el año 2010 en la elaboración de una propuesta de plan. Este proceso, permitió que en 2015 se definiera el plan de acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad como fuente de agua potable de la cuenca

hidrológica de la laguna del Sauce. Las acciones que se plantean se basan en el trabajo que desarrollara la Comisión de Cuenca de la Laguna del Sauce con el aporte técnico del trabajo "Bases para el manejo integrado de la Laguna del Sauce y cuenca asociada" presentado en el año 2010 por la UdelaR y SARAS y también recoge la experiencia del plan de acción para la protección de la calidad del agua del río Santa Lucía del año 2013.

En cuanto a la Cuenca de Laguna del Cisne, la Junta Departamental de Canelones determinó la importancia de la conservación del ámbito territorial de la cuenca y en este sentido sancionó la Categorización Cautelar, Medidas Cautelares y de Protección para la laguna del Cisne. Tiene por objeto la protección y gestión del territorio de la cuenca, la definición de los límites del ámbito de aplicación; así como la incorporación de criterios y avances en la gestión del área cautelada. Las disposiciones más relevantes de las medidas comprenden la reconversión de los sistemas productivos, categorización del suelo y definición de zonas de amortiguación, prohibición de actividades extractivas, prohibición de acopio masivo y transporte de sustancias consideradas peligrosas para la salud y el ambiente, elaboración de sistemas de indicadores y programa de monitoreo, además de la habilitación de fuertes sanciones por el incumplimiento.

El documento se puso a consideración previamente ante la Comisión de Cuenca. Allí se planteó la necesidad de analizar y definir aspectos referentes a la cartografía de la cuenca, el monitoreo y la reconversión de los sistemas productivos, el control de actividades, la gestión ambiental, y la definición de ámbitos de consulta y participación.

Por otra parte, en el marco del Programa Cuenca del Plata, con un proceso de características distintas, marcado por su carácter transfronterizo, se avanzó en el plan piloto para la gestión integrada de la Cuenca del río Cuareim-Quaraí que comparten Uruguay y Brasil. El trabajo realizado permite contar con una batería de herramientas para desarrollar la gestión integrada entre ambos países.

El Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní se crea y ejecuta entre el año 2003 y 2009 como iniciativa de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

Una experiencia piloto de planificación integral de aguas urbanas se realizó en las ciudades de Salto y Young por parte de DINAGUA junto a las intendencias de Salto y Río Negro, en consulta con las poblaciones afectadas. Estas experiencias son la base para la elaboración de una estrategia nacional para la planificación de las aguas urbanas, relacionadas con las inundaciones y el drenaje urbano y su integración a la gestión de las cuencas.

### Plan de acción en la Cuenca del río Santa Lucía

**MEDIDA 1** | Implementación de un programa sectorial de mejora del cumplimiento ambiental de vertimientos de origen industrial en toda la cuenca hidrográfica del río Santa Lucía y exigencia de reducción del nivel de DBO, nitrógeno y fósforo.

**MEDIDA 2** | Implementación de un programa sectorial de mejora del cumplimiento ambiental de vertimientos de origen doméstico (saneamiento) en toda la cuenca hidrográfica del río Santa Lucía y exigencia de reducción del nivel de nitrógeno y fósforo, priorizando las ciudades de Fray Marcos, San Ramón y Santa Lucía.

**MEDIDA 3** | Declarar como zona prioritaria sensible a la cuenca hidrográfica declarada Zona A y exigir en forma obligatoria a todos los padrones rurales, ubicados en dicha cuenca, el control de la aplicación de nutrientes y plaguicidas conjuntamente con la presentación de los planes de uso, manejo y conservación de suelos ante el MGAP.

**MEDIDA 4** | Suspender en la zona hidrográfica declarada Zona A la instalación de nuevos emprendimientos de engorde de ganado a corral en cielo abierto y la ampliación de los existentes. La suspensión operará hasta que se dicte la nueva reglamentación de la actividad.

**MEDIDA 5** | Exigir el tratamiento y manejo obligatorio de efluentes a todos los tambos ubicados en toda la cuenca hidrográfica del río Santa Lucía.

**MEDIDA 6** | Implementar una solución definitiva al manejo y disposición de lodos de la planta de tratamiento de agua potable de Aguas Corrientes de OSE.

**MEDIDA 7** | Restringir el acceso directo del ganado a abrevar en los cursos de la cuenca hidrográfica declarada Zona A. Construir un perímetro de restricción en el entorno de los embalses de Paso Severino, Canelón Grande y San Francisco. El acceso al agua se realizará en forma indirecta mediante toma de agua.

**MEDIDA 8** | Instaurar una zona de amortiguación o buffer en la cuenca hidrográfica declarada sin laboreo de la tierra y uso de agroquímicos (para la conservación y restitución del monte ribereño como forma de restablecer la condición hidromorfológica del río).

**MEDIDA 9** | Intimar a los responsables de extracciones de agua superficial y subterránea de la cuenca hidrográfica declarada Zona A, que carezcan del respectivo permiso, a que lo soliciten en un plazo máximo de 6 meses.

**MEDIDA 10** | Declarar "Reserva de agua potable" a la cuenca hidrológica del arroyo Casupá.

**MEDIDA 11** | Recabar opinión en el ámbito de la Comisión Cuenca del río Santa Lucía sobre las medidas que conforman este Plan, asegurando la participación efectiva de los distintos actores.

### Plan de acción en la Cuenca de Laguna del Sauce

#### I | Medidas de control de contaminación por fuentes de origen puntual

**MEDIDA 1** | Exigir en los permisos o autorizaciones ambientales de emprendimientos de distinta naturaleza en la Cuenca de la laguna del Sauce, el tratamiento terciario de sus efluentes que permitan reducir el nitrógeno, el fósforo y la DBO.

**MEDIDA 2** | Dotar de cobertura total de saneamiento y conexión al sistema Maldonado a la localidad La Capuera. Resolver la conexión domiciliar obligatoria al sistema de saneamiento en la ciudad de Pan de Azúcar.

**MEDIDA 3** | Exigir el tratamiento terciario y el manejo obligatorio de efluentes a todos los tambos, establecimientos de engorde a corral (feedlot) y otras prácticas de encierro permanente de animales en corral ubicados en toda la cuenca hidrográfica de la laguna del Sauce.

#### II | Medidas de control de contaminación de origen difusa (agropecuaria)

**MEDIDA 4** | Exigir en forma obligatoria a todos los predios rurales ubicados en la cuenca hidrográfica de la laguna del Sauce, el control de la aplicación de plaguicidas, así como de nutrientes, conjuntamente con la presentación de los planes de uso, manejo y conservación de suelos ante el MGAP.

**MEDIDA 5** | Instaurar en la cuenca hidrográfica una zona de amortiguación sin laboreo de la tierra y uso de agroquímicos, para la conservación del tapiz natural y restitución del monte ribereño como forma de ayudar a restablecer la condición hidromorfológica del sistema lagunar, en una franja de 40 metros en ambas márgenes de los cursos tributarios directos a la laguna: arroyo Pan de Azúcar (cuerpo principal), arroyo del Sauce, arroyo del Salto del Agua, arroyo Pedregosa, arroyo Mallorquina; 20 metros en los afluentes a los tributarios directos mencionados y 150 metros en torno al perímetro del sistema de la laguna del Sauce.

**MEDIDA 6** | Restringir el acceso del ganado a abrevar directamente del sistema lagunar y de los cursos de la cuenca hidrográfica señalados como tributarios directos en la Medida 5. El acceso al agua se realizará en forma indirecta mediante toma de agua.

#### III | Medidas para mejorar la seguridad y la disponibilidad hídrica

**MEDIDA 7** | Estudiar las posibles modificaciones de la presa reguladora de la laguna del Sauce para mejorar su seguridad y facilitar la gestión del cuerpo de agua. Coordinar aspectos de la operación de la presa.

**MEDIDA 8** | Intimar a los responsables de la extracción, almacenamiento y uso de agua superficial y subterránea de la cuenca hidrográfica de la laguna del Sauce, que carezcan del respectivo permiso, a que lo soliciten en un plazo máximo de 6 meses.

#### IV | Medidas de ordenamiento ambiental y participación pública

**MEDIDA 9** | Preservación del humedal. Se implementarán medidas para proteger y conservar la zona de humedales de la cuenca hidrográfica de la laguna del Sauce.

### Acciones propuestas para la gestión integrada de la Cuenca transfronteriza del río Cuareim-Quaraí

**1** | Adoptar un modelo de gestión único para la cuenca por parte de la Agência Nacional de Águas (Brasil), el Departamento de Recursos Hídricos de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Rio Grande do Sul (Brasil) y de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA/MVOTMA-Uruguay).

**2** | Incorporar en dicho modelo de gestión el uso del cuerpo de agua como cuerpo receptor de efluentes y considerar caudales ecológicos.

**3** | Contar con una base de datos de la cuenca compartida Brasil-Uruguay y desarrollar un portal web.

**4** | Asegurar un monitoreo conjunto y permanente de calidad y cantidad del río principal y sus tributarios. Implantar una sala de situación para seguimiento del monitoreo y alertas de eventos extremos.

**5** | Establecer lineamientos y acciones concretas a efectos de proteger las áreas de recarga de aguas subterráneas en la cuenca, vinculados en particular a la regulación, control y manejo del uso de suelo en dichas zonas.

**6** | Promover la adopción de buenas prácticas en el manejo de los suelos y el agua.

**7** | Desarrollar un modelo de calidad de las aguas (componente del MGB o SWAT).

**8** | Desarrollar e implementar planes de manejo conjunto de áreas protegidas en la cuenca.

**9** | Dar continuidad en forma interinstitucional a la búsqueda de alternativas laborales para los trabajadores del río (areneros y ladrilleros).

**10** | Dar continuidad a los cuatro proyectos del Fondo de Participación Pública del Programa Marco Cuenca del Plata que se están realizando con la sociedad civil y de forma binacional en relación al desarrollo sustentable, buscando nuevos financiamientos.

**11** | Contar con un plan único de cuenca, considerando a todos los actores y usos, aprobado en forma binacional

### Proyecto de protección ambiental y desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (SAG)

El Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG como iniciativa de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, ejecutado durante el periodo 2003-2009, tuvo como objetivo mejorar y ampliar el conocimiento cuali-cuantitativo sobre el acuífero en los cuatro países, permitiendo desarrollar un marco técnico que posibilitara y colaborara en la protección y desarrollo sostenible del acuífero. Dentro de los principales productos del

proyecto se mencionan:

**1** | Mapa Hidrogeológico del SAG que contiene los avances logrados en el conocimiento (2009), especialmente en la definición de áreas de recarga y descarga y en el comportamiento de grandes sistemas de flujo subterráneo asociados a características hidroquímicas e isotópicas particulares.

**2** | Dos proyectos pilotos transfronterizos con el objetivo de probar, en condiciones reales y con la participación de la sociedad, medidas de gestión que puedan ser replicadas en áreas con problemáticas similares y servir como base para la gestión en todo el ámbito del Sistema Acuífero Guaraní:

**Piloto Concordia-Salto** | tiene como objetivos controlar el riesgo de salinización desde el sur-suroeste, determinar radios de influencia de las perforaciones, racionalizar y promover la reutilización del agua termal, elaborar normativa para proyectar, construir, fiscalizar y monitorear los pozos profundos y capacitar al personal vinculado con la administración de los recursos del SAG.

**Piloto Rivera-Santana do Livramento** | tiene como objetivos inventariar y muestrear pozos con vistas a la compilación de datos existentes y usos, elaborar una base cartográfica con información hidroquímica, geoquímica, hidrológica, elaborar mapas de vulnerabilidad y de las principales áreas de carga potencial de polución en fuentes puntuales y difusas, evaluar el potencial del acuífero a escala local, elaborar un modelo conceptual y numérico, establecer una red de monitoreo y establecer un nodo local del Sistema de Información del Sistema Acuífero Guaraní (SISAG).

Dentro de los resultados del Proyecto SAG se pudo observar que a escala regional, en principio, lo que se insinuaba hidrogeológicamente como una única cuenca con un solo gran reservorio y un manto basáltico único, y muy poco deformada, a la luz de los nuevos conocimientos se complejiza con frecuentes heterogeneidades, especialmente cuando se la considera y estudia con mayor detalle.

En la órbita local, entonces, son necesarios estudios al menos en escala 1: 50.000 o a lo sumo 1: 100.000 para definir los alcances más precisos de las interferencias, conexión de flujos y mayores riesgos de transmisión de contaminación, entre otras problemáticas.

En Uruguay existen dos modelos numéricos hidrodinámicos transfronterizos realizados por el Proyecto SAG (uno por cada área piloto). Estos modelos fueron actualizados en 2015 por DINAGUA, con apoyo de la UdelaR, mediante la incorporación de nuevos datos y los resultados sirvieron para ajustar las medidas de gestión del acuífero.

Como parte de la red de monitoreo regional del SAG en los cuatro países, Uruguay realiza muestreos anuales de los pozos seleccionados a tal fin. Para la gestión sustentable del recurso se ha tenido en cuenta la presencia del Sistema Acuífero Guaraní en los planes municipales de ordenamiento territorial, en especial en aquellos departamentos donde se ubican las áreas aflorantes del mismo.

## 8.9 | Cooperación internacional en el marco de los recursos hídricos

Para el diseño de sus políticas nacionales, por la naturaleza transfronteriza de sus recursos hídricos, Uruguay debe considerar necesariamente la visión integral y regional a la hora de planificar y hacer viable la gestión de los recursos hídricos del país. Esta gestión impone la necesidad de trazar estrategias de cooperación y coordinación con actores internacionales, tanto para la definición de esfuerzos y acciones conjuntas como para la concreción de apoyos que den viabilidad a la ejecución de la hoja de ruta trazada.

### Ámbitos de trabajo para la gestión de cuencas transfronterizas

El concepto de acciones de fronteras ha ido evolucionando en el tiempo y comienza a ser reemplazado por acciones de la cuenca, lo que implica considerar el contexto regional y articular con otros Estados. Es así que en estos años se han redefinido áreas estratégicas donde se empiezan a construir acciones de integración regional basadas en la cercanía, la contigüidad y las intensas relaciones transfronterizas de diversa naturaleza desarrolladas de manera espontánea durante el pasado.

La línea fronteriza continúa siendo competencia exclusiva de los gobiernos nacionales; sin embargo, las áreas o franjas fronterizas tienen competencias compartidas por los gobiernos locales, nacionales y regionales. Las problemáticas e intereses específicos deben ser abarcadas desde el colectivo territorial y desde los tres niveles de articulación: el local, el nacional y el regional.

Motivados por la resolución de los problemas de un entramado político, social y económico complejo entre países vecinos, a mediados del siglo XX comenzaron a surgir en la región organismos especiales binacionales con competencias y responsabilidades de gestión compartida en diversas obras de infraestructura y en espacios territoriales terrestres y náuticos. Se generaron los Comités de Fronteras, las Comisiones Binacionales, las Comisiones Mixtas y las Instituciones Bilaterales Específicas como mecanismos institucionales para gestionar o ejecutar iniciativas fronterizas. En la década de los noventa el Mercosur encabezó la mayor parte de las iniciativas de integración.

Entre las instituciones referentes regionales se destacan:

#### En la región hidrográfica del río Uruguay

**CRC** | Comisión Técnico Mixta de la Cuenca del Río Cuareim

**CTM-SG** | Comisión Técnica Mixta de Salto Grande

**CARU** | Comisión Administradora del Río Uruguay

#### En la región hidrográfica de la laguna Merín

**CLM** | Comisión Técnica Mixta para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín

#### En la región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo

**CARP** | Comisión Administradora del Río de la Plata

**CTM-FM** | Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

**HIDROVIA** | Comisión de la hidrovía Paraguay-Paraná

En el año 2001 los cancilleres de la Cuenca del Plata establecieron una agenda para el Comité Intergubernamental Coordinador (CIC) de los países de la Cuenca del Plata (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay) centrada en el desarrollo sustentable del territorio. Dentro de este marco se viene desarrollando una variedad de proyectos y actividades conjuntas que cuentan con la participación de Uruguay en diferentes ámbitos, en particular en el área de planificación y gestión de recursos hídricos. Vale mencionar los siguientes espacios de coordinación:

- Comité Intergubernamental Coordinador (CIC) de los países de la Cuenca del Plata
- Comisión Técnica-Mixta de Salto Grande (CTM-SG) y Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU)
- Agencia Nacional de Aguas de Brasil | Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Rio Grande do Sul de Brasil (a través de la Dirección de Recursos Hídricos), Companhia de Pesquisa de Recursos Mineirais (CPRM), Serviço Geológico del Gobierno Federal de Brasil | DINAGUA
- Comisiones Mixtas Brasileña-Uruguaya para el desarrollo de la Cuenca de la laguna Merín y de la Cuenca del río Cuareim
- Reuniones conjuntas de la Comisión de Cuenca (uruguaya) del río Cuareim/Quaraí y el Comité de Bacia del río Quaraí
- Consejo Regional del Río Uruguay (Uruguay) | Comité Federal de la Cuenca del río Uruguay en territorio brasileño (en formación)
- Proyecto piloto de la cuenca del río Cuareim | Quaraí (Uruguay-Brasil)
- Proyectos pilotos del Acuífero Guaraní en Concordia-Salto (Argentina-Uruguay) y Livramento-Rivera (Brasil-Uruguay)

### Otros ámbitos de coordinación y cooperación internacional

Uruguay participa en múltiples ámbitos de cooperación y coordinación internacional y regional relacionados a la temática de aguas, destacándose la Organización Meteorológica Mundial y el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de Unesco, el Mercosur, el Comité Intergubernamental Coordinador (CIC) de los países de la Cuenca del Plata, el Centro Regional de Gestión de Aguas Subterráneas (CEREGAS), la Conferencia de Directores Iberoamericanos de Agua (CODIA), el Departamento de Desarrollo Sostenible (DDS) de la OEA, el Consejo Agropecuario del Sur (CAS) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

En estos ámbitos se asumen compromisos y se desarrollan proyectos que implican compartir experiencias y realizar actividades conjuntas, transferencia de tecnología y capacitación. Como ejemplo citamos el programa en curso WIGOS-SAS-CP (WMO Integrated Global Observation System-Sur de América del Sur-Cuenca del Plata), con el fin de mejorar e integrar las redes hidrometeorológicas de los países de la Cuenca del Plata, con su posible extensión a toda Sudamérica. Estas acciones se enmarcan en la implementación del Plan Estratégico y Plan Operativo de Sudamérica (Asociación Regional III) de la OMM para la mejora de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos 2016-2019. En el ámbito regional y en otros organismos internacionales vinculados a los recursos hídricos, la participación del país y la implementación de los compromisos contraídos implica un esfuerzo de múltiples actores, constituyendo un desafío de alta complejidad.

## 8.10 | Educación, investigación y comunicación

Los desafíos que presenta la gestión integrada de los recursos hídricos, que surgen a partir del diagnóstico presentado en las diversas áreas, revelan la necesidad de desarrollo de nuevas capacidades y conocimientos, así como un esfuerzo particular por la integración e intercambio desde las más diversas disciplinas.

El avance del conocimiento y los desarrollos tecnológicos disponibles en la actualidad ofrecen importantes posibilidades para mejorar significativamente la toma de decisiones en relación a la gestión integrada de los recursos hídricos. Sin embargo, aun cuando las instituciones vinculadas a la gestión del agua han avanzado paulatinamente en la incorporación de nuevos instrumentos, para que estos desarrollos resulten verdaderas herramientas para la gestión integrada es necesario ampliar la masa crítica.

### Educación, cultura y comunicación

La gestión integrada de recursos hídricos implica compromisos por parte de la ciudadanía y por consiguiente supone que la población cuente con formación, conocimientos e información necesarios para poder participar activamente, tanto en la planificación como en la gestión y el control.

La creciente generación de conocimiento y las transformaciones tecnológicas han impactado de manera relevante en la vida de las sociedades, atravesando desde las formas de producción hasta los procesos de comunicación. Estos cambios se ven reflejados en la conceptualización y consideración de los temas ambientales a nivel global y en consecuencia también en nuestro país. En relación al agua y a diferencia de otros países como España o Israel, que desarrollaron su vinculación con el agua a partir de una cultura de la escasez, en Uruguay se desarrolló en una *cultura de la abundancia*. Hoy, esta cultura se encuentra interpelada y emerge la necesidad de promover una *cultura de la variabilidad*, que exige construir un nuevo código compartido en relación al agua, considerando múltiples aspectos que se relacionan con la cantidad y con la calidad del recurso.

Desde el año 2005, el país cuenta con una Red Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Humano Sustentable (RENEA), espacio interinstitucional de encuentro, programación y actuación coordinada de todas las instituciones que desarrollan actividades de educación ambiental, en el marco de la educación formal y de la no formal.

La Ley General de Educación N° 18.437, de diciembre de 2008, en su artículo 40 prevé la incorporación de la Educación Ambiental como línea transversal y la Ley General de Protección del Ambiente N° 17.283 establece que "las entidades públicas fomentarán la formación de conciencia ambiental de la comunidad a través de actividades de educación, capacitación, información y difusión tendientes a la adopción de comportamientos consistentes con la protección del ambiente y el desarrollo sostenible."

A partir de 2011, la RENEA ha avanzado en la elaboración de un Plan Nacional de Educación Ambiental (PLANEA) que identifica una serie de problemas ambientales reconocibles en nuestro país, entre los que se considera la contaminación de aguas y suelos, los eventos climáticos extremos y vinculados a ellos, problemas de desarticulación e inequidad social y desequilibrios territoriales. Prevé la construcción de programas por ámbitos educativos y la definición de estrategias regionales para la implementación local y contextualizada del plan, transversalizando los programas por ámbitos e identificando las realidades sociales, culturales, históricas, económicas y ambientales de cada región.

La RENEA y el PLANEA constituyen una valiosa plataforma para definir acciones y profundizar los aspectos específicos de la educación ambiental orientados al fortalecimiento de una cultura del agua, que ponga en valor el relacionamiento de la sociedad con el recurso, su cuidado y aprovechamiento. Es necesario desarrollar líneas de trabajo específicas que permitan abordar la temática del agua en los ámbitos educativos formales y no formales, favoreciendo las articulaciones institucionales e interdisciplinarias necesarias. Además es necesario avanzar en la formación docente, en el desarrollo de líneas de investigación orientadas a generar didácticas del agua y conocimiento específico en la temática que incluya aspectos culturales e identitarios, divulgación científica y comunicación.

Cabe señalar que la Universidad de la República cuenta con la cátedra UNESCO Agua y Cultura, desarrollada por un grupo interdisciplinario de investigadores, que se propone trabajar a partir de las variables culturales del comportamiento para reconocer toda la interacción humana con el agua. Además, cuenta con la Red Temática de Medio Ambiente (RETEMA), espacio de trabajo multidisciplinario sobre temas ambientales que reúne a investigadores y docentes para abordar la complejidad de la educación ambiental y el análisis de los conflictos ambientales, y desarrollar acciones pertinentes desde la extensión universitaria.

Tal como señala el PLANEA, el esfuerzo transformador educativo debe ir acompañado de cambios en las actuales prácticas y un aspecto importante a considerar es la vinculación entre educación y gestión ambiental. A pesar de las dificultades, aunque limitadas y poco difundidas, existen no pocas experiencias de acuerdos o alianzas intersectoriales entre ámbitos educativos y ejecutivos. Desde el sector gubernamental, tanto a nivel central (ministerial, entes públicos) como de intendencias departamentales, se desarrollan diversas actividades, programas e incluso secciones permanentes dedicadas a la educación ambiental ciudadana y comunitaria.

Por otra parte, no es posible ni suficiente depositar todas las responsabilidades en esta materia en los centros educativos ni en los niños y los jóvenes. El espacio educativo trasciende las fronteras de las aulas y los centros educativos. Además de la educación no formal y el trabajo específico en educación para adultos es necesario atender el espacio de la cultura incluyendo las artes y la comunicación, que deben ser objeto de líneas de trabajo y acción específicas.

El arte constituye un campo de singular interés para conocer y comprender la relación de los individuos y las sociedades con el agua, pero al mismo tiempo es un espacio para la interrogación, la crítica y la sensibilización que debe considerarse en el desarrollo de la gestión integrada.

Una mención particular requiere la comunicación y el desarrollo de estrategias orientadas no solo a garantizar información de calidad sino a promover una comunicación efectiva que asegure la participación ciudadana en la gestión integrada. Es preciso destinar esfuerzos en la formación de profesionales de la comunicación especializados en la temática, en la generación de contenidos de calidad y en un mejor aprovechamiento de las nuevas tecnologías para una participación ciudadana horizontal y democrática.

### Formación y capacitación de técnicos y profesionales especializados

En ese sentido un primer aspecto a señalar está relacionado a la formación de profesionales y técnicos especializados. Los temas del agua trascienden profesiones y enfoques parciales y, en ese sentido, es importante señalar que el país cuenta con oportunidades de formación de grado y postgrado en una gran variedad de disciplinas y especialidades relevantes para la temática. No obstante, las exigencias actuales para el desarrollo del país en distintas áreas han determinado condiciones de pleno empleo en varias disciplinas, en consecuencia se amplía la necesidad de formación de recursos humanos especializados para avanzar en el desarrollo del conocimiento y para la gestión del agua.

Por otra parte, el desafío del avance permanente en aspectos tecnológicos y de las comunicaciones determina nuevos requisitos para las formas de gestionar, que demandan una actualización permanente de la formación continua. El país no cuenta en la actualidad con un plan de formación y capacitación capaz de detectar cuáles son las carencias en cuanto a la formación. Tampoco cuenta con un sistema capaz de identificar las áreas y técnicas que ofrecen novedades relevantes para la temática del agua, en las que sería necesario realizar inversiones en formación. Por otra parte, no se han definido prioridades ni existen estímulos que orienten a los profesionales a desarrollarse para cubrir necesidades específicas del país.

Un tercer aspecto está vinculado a la carencia de tecnólogos y técnicos no universitarios, trabajadores con formaciones básicas sólidas, capaces de incorporar valor al trabajo no especializado en campos diversos tales como la hidrometría, las perforaciones o la potabilización de agua. El inicio de las carreras de Tecnólogo en Ingeniería en Sistemas de Riego y en Drenaje y Manejo de Efluentes de UTEC y la de Tecnólogo Químico de la UdelaR con la UTU, son las primeras acciones orientadas a enfrentar esta dificultad. También en estos niveles de formación la situación actual de pleno empleo exige líneas específicas de becas y estímulos para despertar vocaciones en torno a los temas del agua.

En relación a la investigación es importante señalar que, aunque las instituciones desarrollan hoy estudios en los temas de agua y ambiente, ésta sigue siendo insuficiente para los requerimientos que impone la gestión integrada. Si bien se están desarrollando algunas líneas de trabajo en este sentido en varias instituciones (Facultad de Ciencias, Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería, Centros Universitarios Regionales, INIA, LATU, entre otros) es imperioso sumar recursos y realizar los mayores esfuerzos para estimular el desarrollo de una masa crítica de personas que estén pensando en cómo resolver los problemas del agua, y que cuenten con la inquietud y los estímulos para hacerlo.

Para avanzar en el conocimiento sobre el comportamiento de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, y comprender la relación de éstas con el ambiente es necesario desarrollar nuevas líneas de investigación, brindar estímulos orientados a generar sinergias y consolidar equipos en áreas tales como la hidrología y la hidrogeología.



# 9.0

## VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO



# 9.0

## VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

### 9.1 | Uruguay y contexto global

El cambio climático es uno de los principales desafíos globales. El aumento de la temperatura media terrestre y del nivel del mar, el incremento de las sequías, las inundaciones, las olas de calor y otros eventos climáticos extremos, están generando impactos adversos en la producción de alimentos, el agua potable, las infraestructuras y los servicios, con consecuencias para los ecosistemas y los seres humanos, con resultados particularmente dramáticos para los sectores más vulnerables de la población mundial. En tal sentido es imprescindible desarrollar acciones de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación a las nuevas condiciones climáticas, lo que implica un fuerte compromiso por parte de todos los países, tanto de sus sectores públicos como privados. Estos esfuerzos deberán contemplar que los diferentes países tienen responsabilidades comunes pero claramente diferenciadas en función de las respectivas contribuciones a este fenómeno global.

Uruguay sufre particularmente las consecuencias del cambio y la variabilidad climática: sequías, inundaciones, fenómenos costeros, olas de calor y otros fenómenos impactan sobre el sector agropecuario, el turismo, la generación de energía, la salud pública, la calidad del agua y sobre las condiciones de vida de muchos compatriotas. Al mismo tiempo, nuestro país presenta una muy particular contribución al desarrollo del cambio climático: si bien las emisiones totales representan apenas el 0,05 % del total mundial, las emisiones per cápita resultan muy bajas en el sector energético, pero particularmente elevadas en el sector agropecuario, a la inversa de lo que sucede en el mundo.

Desde el año 2010 Uruguay cuenta con el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC), en el cual se plantea un marco estratégico que identifica las líneas de acción y medidas necesarias para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr la adaptación de la sociedad y sus principales sectores de desarrollo a los impactos derivados de la variabilidad y el cambio climático. El documento presenta orientaciones y directrices, elaboradas en forma interinstitucional y participativa, resultado del trabajo realizado entre técnicos, gobernantes

nacionales y departamentales, representantes de los sectores productivos y de la sociedad civil. El PNRCC y sus anexos se encuentran disponibles en el sitio web del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC).<sup>102</sup>

A partir del año 2016, Uruguay comienza a generar una Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) que contemple a todos los sectores relacionados con la mitigación y las necesidades de adaptación al cambio climático, de manera de garantizar el cumplimiento por parte de nuestro país del Acuerdo de París<sup>103</sup> y, al mismo tiempo, que ayude a disminuir los riesgos y a potenciar las oportunidades que surgen de este nuevo esquema mundial. El proceso de construcción de esta política se puede consultar en <http://www.mvotma.gub.uy/politica-nacional-de-cambio-climatico>

A continuación, se presenta un estudio realizado por los ingenieros Rafael Terra y Walter Baethgen a solicitud de la DINAGUA que analiza los aspectos de variabilidad y cambio climático enfocado en los recursos hídricos.

102 | Disponible en <http://www.cambioclimatico.gub.uy/images/stories/archivos/pnrccclim.pdf>

103 | 21a Conferencia de la Partes (COP, por su sigla en inglés) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) del año 2015 aprobó el Acuerdo de París en donde se definen derechos y obligaciones para los 195 países, de manera de lograr que el aumento de temperatura quede "muy por debajo de los 2 grados en relación al comienzo de la revolución industrial".

### 9.2 | Variabilidad y cambio climático

Aun considerando los escenarios más optimistas de acciones coordinadas a nivel global para reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las investigaciones en clima confirman que en las próximas décadas el calentamiento global será inevitable. En consecuencia, e incluso bajo los escenarios más optimistas, es necesario desarrollar estrategias de adaptación para responder a los cambios en el clima. Los tomadores de decisiones que actúan en los sectores público y privado, incluyendo los responsables de diseñar políticas nacionales y regionales, enfrentan la continua presión de tener que responder a problemas que requieren acciones inmediatas. Esto hace que frecuentemente se asigne a los problemas de largo plazo (50 años o más) una prioridad relativamente menor. Por otro lado, la comunidad científica internacional que trabaja en el tema cambio climático y sus impactos esperados sobre las sociedades, se ha enfocado frecuentemente en la elaboración de escenarios climáticos que podrían ocurrir en un futuro bastante lejano (por ejemplo en los años 2080 o 2100). Este enfoque ha sido extremadamente efectivo para aumentar la toma de conciencia del público en general sobre los riesgos asociados a los cambios climáticos y han resultado en esfuerzos importantes para promover el uso de fuentes de energía más limpias, estimular prácticas de secuestro de carbono y otras acciones tendientes a disminuir las emisiones netas de GEI.

Al mismo tiempo, el enfoque en escenarios climáticos posibles para los próximos 70 o 100 años ha situado al cambio climático como un problema que va a afectar a la sociedad en un plazo de tiempo muy posterior al que compete a las agendas de los políticos y tomadores de decisiones en general. Más aún, los

escenarios posibles de clima futuro que se pueden producir con los mejores modelos climáticos disponibles presentan considerables limitaciones. Es así que a pesar de los enormes avances científicos logrados en las últimas décadas, que han permitido el mejoramiento permanente de los modelos, la ciencia del clima necesita aún avanzar mucho para poder, por ejemplo, simular adecuadamente escenarios de lluvia. Tal como se presenta en la figura 9.39 los mejores modelos disponibles en la actualidad (CMIP5 del IPCC) no consiguen simular bien la lluvia observada en el SE de América del Sur en el siglo XX. La banda coloreada incluye a todas las simulaciones de los modelos del IPCC (CMIP5) y la línea negra corresponde a los datos observados. Ninguno de los modelos fue capaz de simular bien lo que sucedió con las precipitaciones en los últimos 100 años.

Además de las limitaciones intrínsecas a los modelos, la generación de escenarios climáticos posibles para el futuro requiere imaginar escenarios socioeconómicos que permitan definir niveles de emisión de GEI. Es decir, se requiere definir tasas de deforestación, uso de combustibles fósiles, población mundial, etc. para los próximos 100 años. Dadas las dificultades para definir este tipo de escenarios, la comunidad científica propone un rango bastante amplio de escenarios posibles (algunos más optimistas y otros más pesimistas), cada uno con su nivel de emisiones de GEI, y alimenta los modelos climáticos con esos niveles de emisiones. De esta manera se obtienen rangos de temperaturas y precipitación posibles para las próximas décadas que necesariamente incluyen un rango de incertidumbre muy grande que causa desafíos aún mayores para ser considerados de manera práctica en las actividades de planificación y toma de decisiones.

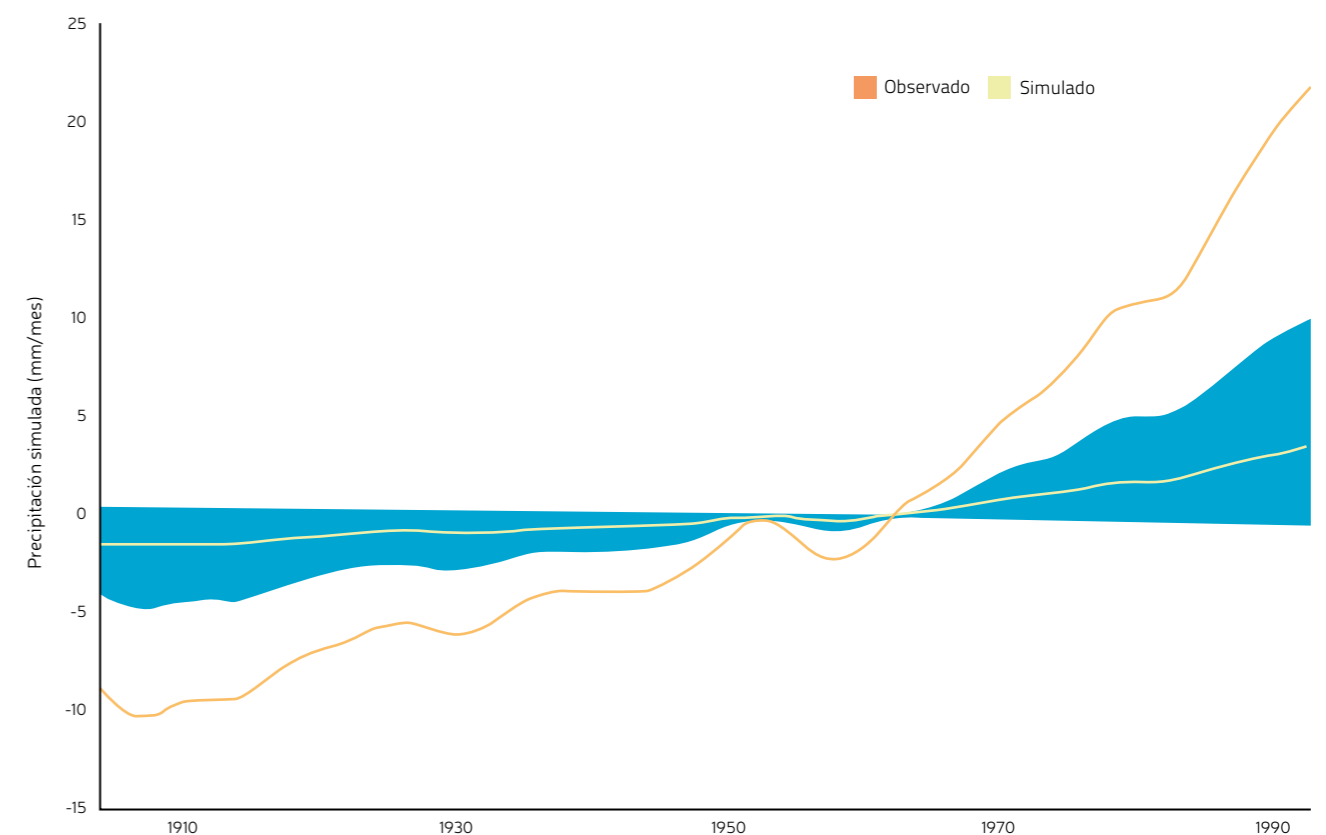


Figura 9.1 | Precipitación observada en el SE de América del Sur en el siglo XX y simulaciones de los modelos disponibles en el IPCC (CMIP5)

Los posibles escenarios futuros de lluvias contienen incertidumbres muy superiores que los de temperaturas, y las incertidumbres se vuelven todavía mayores para los escenarios de clima a nivel regional (por ejemplo, para la región del Mercosur o para Uruguay) cuando se comparan con los escenarios a nivel global. Por estas razones, se trata el tema adaptación al cambio climático con un enfoque que no se basa en la generación de escenarios climáticos creados con modelos climáticos. Se utiliza un enfoque complementario que genera información "accionable", es decir, que permite incorporar efectivamente el conocimiento a la toma de decisiones y planificación reales. Este enfoque comienza por reconocer que el sistema climático de la Tierra incluye factores y procesos que causan variaciones en el clima en diferentes escalas de tiempo y de espacio.

Algunos procesos son locales y actúan en el plazo corto o inmediato (unos pocos días). Otros procesos se ven afectados por la interacción entre la atmósfera, los océanos y la superficie de la tierra y resultan en variaciones del clima a escalas de meses (el caso más conocido de este tipo es el fenómeno de El Niño que afecta las lluvias de varias regiones del mundo entre ellas Uruguay). Existen también fenómenos que dependen de factores naturales y antropogénicos (causados por la acción del hombre) que afectan la composición química de la atmósfera y causan variaciones del clima a escalas de décadas o de siglos. Este último tipo de fenómenos incluye la variabilidad climática de muy largo plazo (varias décadas a siglos) que comúnmente se conoce como cambio climático.

Todos estos procesos actúan en simultáneo y resultan en la variabilidad climática total de nuestro planeta. La magnitud de la variabilidad climática a estas diferentes escalas de tiempo es diferente y varía en las diferentes regiones del mundo. En algunos casos las variaciones de largo plazo (cambio climático) son claras, y en algunas regiones existen décadas en las que por ejemplo la lluvia estuvo por encima del promedio y otras décadas en las que la lluvia fue inferior a lo normal (variabilidad decenal). Pero en todo el mundo, las variaciones observadas año a año son las de magnitudes más grandes (típicamente 60 % o más del total de la variación medida en los últimos 100 años). Esta variabilidad interanual es la que provoca que existan años con lluvias sensiblemente menores a lo normal o con heladas tempranas/tardías, temperaturas más altas de lo esperado, etc., que a su vez resultan en impactos importantes sobre la economía. Éstos son especialmente grandes cuando se presentan eventos climáticos extremos tales como sequías o inundaciones. Las investigaciones en cambio climático incluidas en los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) indican que en el futuro puede esperarse que la variabilidad interanual aumente y que existan eventos climáticos extremos más frecuentes y más severos. Por estas razones, una buena forma de contribuir a mejorar la adaptación a los cambios climáticos futuros consiste en mejorar la capacidad de adaptación de los sectores socioeconómicos a la variabilidad climática actual, disminuyendo así su vulnerabilidad.

En el caso particular de la incorporación de información sobre variabilidad y cambio climático para contribuir a mejorar la gestión de recursos hídricos en Uruguay, a todos estos desafíos mencionados debemos agregar el hecho de que los cambios observados y esperados en el clima coexisten con cambios en muchos otros factores. Entre otros, los cambios en el uso de los suelos con sus impactos sobre la infiltración y escurrimiento, el aumento de la demanda de agua debido al incremento de áreas

con riego, etc. Es necesario utilizar un enfoque integrado y multi-dimensional para mejorar la gestión de un recurso cada vez más presionado cuyo acceso se considera un derecho humano pero que a la vez tiene connotaciones económicas importantes. Proponemos utilizar un enfoque de "gestión de riesgos climáticos" que considera a la variabilidad y el cambio climático como una de las muchas dimensiones a ser consideradas para establecer un adecuado plan de uso y gestión del agua. El enfoque se basa en cuatro pilares fundamentales:

- I | Identificar vulnerabilidades y oportunidades relacionadas con la variabilidad y el cambio climático. Establecer una línea de base en cada cuenca hidrográfica que caracterice el uso actual de los recursos agua y suelo, que establezca un balance hídrico a escala detallada (por ejemplo en base a escala CONEAT de suelos).
- II | Cuantificar y reducir incertidumbres mejorando el "conocimiento hidro-climático" en las cuencas hidrográficas. Ese "conocimiento hidro-climático" mejorado se basa en:
  - a. Entender el pasado, es decir estudiar las características de la variabilidad climática y los factores que la causan, cuantificar los impactos de la variabilidad sobre la disponibilidad de agua en las cuencas, identificar las medidas de manejo que reducen los impactos negativos y optimizan los positivos, etc.
  - b. Monitorear las condiciones de factores ambientales relevantes del presente (clima, vegetación, agua en cursos, embalses y en el suelo, etc.)
  - c. Suministrar de la mejor manera posible información relevante sobre el futuro de días, estaciones, décadas, dependiendo de la incidencia para las diferentes actividades y decisiones.

El conocimiento climático también incluye la identificación de métodos y el desarrollo de herramientas para optimizar el uso de la información climática.

- III | Identificar intervenciones tecnológicas y de infraestructura que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática. Por ejemplo, mediante el aumento de la capacidad de almacenamiento de agua superficial y de conservación de agua en el suelo, promoviendo la mejora en la eficiencia de uso del agua, incentivando la racionalización de su uso mediante -por ejemplo- diversificación de cultivos e introduciendo obras de infraestructura para riego donde es factible, etc. El análisis considera el impacto de estas intervenciones para las condiciones climáticas actuales y para un rango de condiciones climáticas posibles para el futuro cercano (10-30 años). Hará énfasis especialmente en el impacto de la variabilidad de un año a otro, la frecuencia e intensidad de eventos extremos, etc. Esto, en oposición al enfoque tradicional de uso de escenarios climáticos inciertos, focalizados únicamente en un futuro lejano (año 2080 o 2100), basado exclusivamente en modelos climáticos tipo IPCC, que tal como se ha discutido antes en esta propuesta ha fracasado en introducir efectivamente el tema adaptación al cambio climático en planes de desarrollo.

- IV | Identificar intervenciones de políticas y arreglos institucionales que permiten reducir la exposición a las vulnerabili-

dades relacionadas con el clima y aprovechar las oportunidades en condiciones favorables. Por ejemplo, es necesario explorar modalidades de permisos de agua flexibles, con mayor poder de adaptación a una realidad cambiante (climática y de presión sobre el recurso). Para ello será necesario tener arreglos institucionales y legales adecuados para instrumentar una flexibilidad y un monitoreo que suministre la información objetiva necesaria.

Tales intervenciones lograrán una reducción de la exposición, por ejemplo, con sistemas de alerta y respuesta temprana a las crisis. Las actividades en este pilar también identificarán necesidades de fortalecimiento institucional, de posibles nuevos arreglos institucionales, capacitación, etc. de la DINAGUA y demás instituciones directamente relacionados con la gestión de recursos hídricos en Uruguay. En resumen, el enfoque de gestión de riesgos climáticos propuesto se basa en la premisa de que la planificación y las decisiones en las diferentes cuencas pueden ser mejoradas al ajustarse con información sobre la chance de confrontar años (o décadas) favorables o desfavorables.

Las decisiones estarán mejor respaldadas cuando esos escenarios climáticos probables se complementen con un buen entendimiento de la variabilidad climática de la cuenca (estacional a decenal), con un buen monitoreo de la situación actual y con disposiciones legales flexibles y arreglos institucionales capaces de adaptarse continuamente. El conocimiento sobre las tecnologías e infraestructura que reducen pérdidas y aprovechan oportunidades también contribuye a mejorar las decisiones y la planificación. Sin embargo, e incluso cuando se accede a la mejor información climática (del pasado, del presente y del futuro) y cuando se utilizan las mejores tecnologías, van a existir años de déficit hídrico inesperados que será necesario gestionar. Por esta razón, se necesitan instituciones fortalecidas y con personal bien capacitado, buenos sistemas de alerta/respuesta temprana y políticas que permitan transferir riesgos.

Una ventaja del enfoque de gestión de riesgos climáticos es su pertinencia para mejorar la adaptación de los diferentes sectores socioeconómicos a la variabilidad climática actual y también a los cambios climáticos de largo plazo. Este enfoque asiste a los usuarios a confrontar posibles escenarios climáticos del futuro pero al mismo tiempo identifica acciones inmediatas para enfrentar la variabilidad climática que en la actualidad afecta a las cuencas. Más aún, los impactos de estas acciones e intervenciones son visibles y verificables en el corto plazo haciendo que este enfoque sea todavía más atractivo para los tomadores de decisiones.

## 9.3 | Escenarios asociados a los recursos hídricos y su gestión

La elaboración de escenarios es una práctica usual que se ha incorporado como parte del diseño de estrategias de adaptación. Parece natural que el conocimiento que vamos a generar sea de provecho, o incluso necesario, para la adaptación. Seguiremos esta práctica sumamente atentos de no traicionar el marco conceptual planteado anteriormente, para lo cual se ha de tener especialmente presente que:

- El fundamento primero de las estrategias de adaptación se basará en la detección de déficits de adaptación actuales, a partir de los cuales se harán recomendaciones accionables de medidas que se pueden tomar hoy.
- El objetivo de los escenarios, que en todos los casos presentan gran incertidumbre, no es hacer ajustes cuantitativos (paradigma predictivo) sino mantener una visión amplia de las posibilidades de lo que puede llegar a pasar. No conducen directamente a medidas accionables, aunque sí deben impulsar a reducir el déficit de adaptación y ganar flexibilidad en el sistema que se gestiona.
- Los escenarios en que se desarrolla la actividad de una institución son además multidimensionales, abarcando aspectos políticos, sociales, económicos y tecnológicos que presentan gran incertidumbre, que incluso puede ser mayor que la asociada a la variabilidad y el cambio climático.

En esta sección se presentan escenarios hidro-climáticos, pero en las demás secciones se tienen en cuenta otros aspectos que van más allá de lo estrictamente climático. Este estudio se concentra en lo climático, con alguna consideración sobre el almacenamiento del agua de lluvia en el suelo, por lo que aborda solamente la parte inicial del ciclo hidrológico, fundamentalmente la precipitación. Si bien la variabilidad y el cambio en el régimen de precipitación afecta la gestión de los recursos hídricos, la influencia no es lineal por lo que la influencia del clima en la gestión se considera en los modelos de gestión.

Previo a la elaboración de escenarios hidro-climáticos corresponde siempre caracterizar la variabilidad climática observada en el pasado en todas sus escalas temporales. Dicha caracterización constituye el punto de partida y el marco de comparación de cualquier escenario. Como se ha expresado, nuestros sistemas suelen ser vulnerables aun en la situación actual. La selección de los estadísticos hidro-climáticos más relevantes depende fuertemente del sistema de interés, muy en particular de la escala temporal dominante: desde la escala de tormentas -de interés para la gestión de eventos extremos y sus consecuencias como las inundaciones- a escalas multianuales que pueden afectar los niveles de recarga de un acuífero, pasando por escalas interestacionales e interanuales, que son las más importantes en la gestión del agua superficial. A su vez, el clima suele presentar variabilidad en todas estas escalas temporales.

Una limitante es, por supuesto, la disponibilidad de datos con la calidad, cobertura espacial, frecuencia y longitud necesaria para caracterizar algún aspecto del clima que se desee, sobre todo si se trata de eventos extremos y por ende esporádicos. En base a esta limitante, se trabajó exclusivamente con datos diarios de precipitación que se encontraban disponibles para este trabajo.

Se seleccionaron estadísticos que se consideraron de particular interés en el contexto de la disponibilidad hídrica y sobre los cuales no hay estudios precedentes, teniendo presente que el cálculo de escurrimientos se desarrolla en el balance hídrico, por lo que los estadísticos seleccionados necesariamente refieren a la precipitación y, eventualmente, a su interacción con el suelo.

### 9.3.1 | Datos meteorológicos

Para este trabajo se dispuso de registros pluviométricos diarios en 198 estaciones de la Dirección Nacional de Meteorología y del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. El período de registro es variable según la estación, pero en general está comprendido entre los años 1971 y 2011.

Se seleccionaron registros de estaciones con datos diarios para viabilizar el análisis de eventos extremos a escala de días (rachas secas o excesos hídricos asociados a varios días de lluvia) que, además de ser de interés para la gestión del agua, han sido menos estudiados. El dato diario elimina, sin embargo, la posibilidad de análisis de eventos más cortos -de algunas horas- que son re-

levantes para algunos aspectos de gestión en cuencas chicas con bajo tiempo de concentración. Sin embargo está fuera del alcance de este trabajo atender datos pluviográficos que, por otra parte, están siendo digitalizados, procesados y analizados por el Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Para evaluar la calidad de los datos disponibles, para cada estación, se identificaron los datos faltantes, se detectó la presencia de datos anómalos, se calcularon los acumulados anuales y la precipitación media anual. Además, en algunos casos, se aplicó el método de Doble Masa para evaluar la consistencia entre estaciones cercanas.

Como resultado de la exploración de calidad de datos, se seleccionaron 50 pluviómetros y se definió 1981-2009 como el período de estudio, por presentar la mayor cantidad de datos simultáneos. Debido a la demora en la disponibilidad de algunos datos, se procesaron resultados parciales con una fracción de las estaciones.

Se verificó luego que los resultados no difieren esencialmente de los que se presentan a continuación con el set completo de datos, lo cual demuestra su robustez a los detalles de la selección de estaciones. En la figura 9.2 se expone la distribución espacial de las estaciones pluviométricas seleccionadas y en la tabla 9.1 se presentan sus coordenadas geográficas y la precipitación media anual registrada en el periodo de estudio.

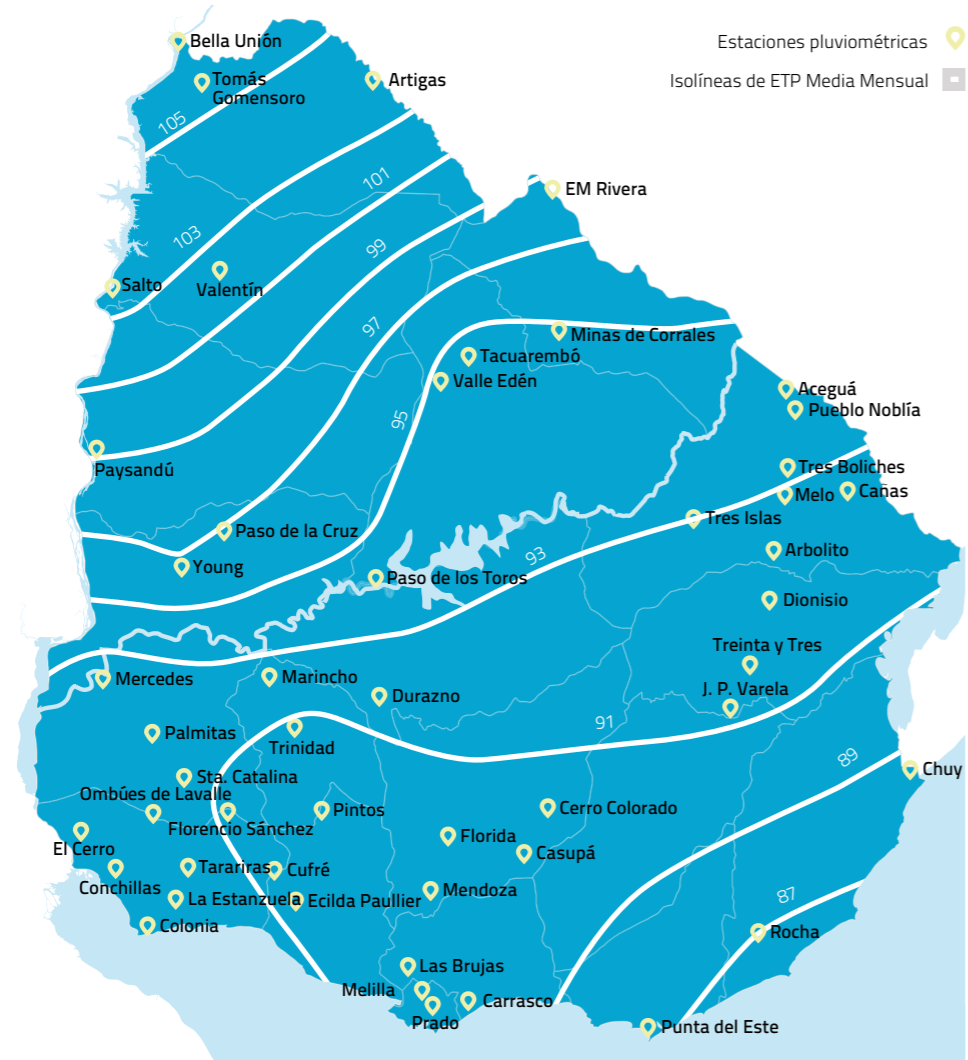


Figura 9.2 | Estaciones pluviométricas e isolíneas de ETP media mensual  
Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pequeñas Presas, MVOTMA, 2011

Tabla 9.1 | Ubicación de las estaciones pluviométricas seleccionadas y precipitación

Localidad	Código	Latitud	Longitud	Precipitación media (mm/año)
Bella Unión	1.013	-30,20	-57,58	1.463
Tomás Gomensoro	1.040	-30,40	-57,47	1.494
Artigas	1.050	-30,39	-56,51	1.517
Valentín	1.232	-31,30	-57,37	1.314
Salto	1.283	-31,38	-57,97	1.338
Tacuarembó	1.405	-31,73	-55,98	1.478
Valle Edén	1.440	-31,85	-56,15	1.311
Paysandú	1.672	-32,17	-58,08	1.231
Melo	1.709	-32,37	-54,19	1.392
Paso de la Cruz	1.766	-32,59	-57,37	1.211
Young	1.856	-32,71	-57,62	1.279
Paso de Toros	1.914	-32,81	-56,52	1.312
Dionisio	1.983	-32,88	-54,27	1.277
Mercedes	2.145	-33,25	-58,07	1.180
Marincho	2.154	-33,25	-57,13	1.149
Treinta y Tres	2.179	-33,22	-54,39	1.419
Durazno	2.206	-33,35	-56,50	1.247
J. P. Varela	2.272	-33,42	-54,50	1.551
Trinidad	2.297	-33,50	-57,00	1.260
Palmitas	2.289	-33,52	-57,80	1.223
Chuy	2.422	-33,70	-53,45	1.172
Pintos	2.486	-33,90	-56,83	1.170
Cerro Colorado	2.498	-33,88	-55,53	1.272
Florida	2.583	-34,05	-56,11	1.213
Colonia	2.774	-34,45	-57,84	1.152
Rocha	2.804	-34,49	-54,31	1.262
Prado	2.887	-34,87	-56,20	1.152
Carrasco	2.889	-34,83	-56,01	1.160
Punta del Este		-34,97	-54,95	1.143
La Estanzuela		-34,34	-57,69	1.148
Las Brujas		-34,67	-56,34	1.137
Aceguá	1.496	-31,88	-54,20	1.417
Pueblo Noblia	1.537	-31,98	-54,15	1.377
Tres Boliches	1.665	-32,27	-54,18	1.245
Cañas	1.712	-32,35	-53,83	1.477
Tres Islas	1.792	-32,52	-54,70	1.235
Arbolito	1.841	-32,66	-54,24	1.493
Ombúes de Lavalle	2.476	-33,90	-57,82	1.201
Florencio Sánchez	2.480	-33,90	-57,38	1.321
El Cerro	2.520	-33,98	-58,23	1.092

### 9.3.2 | Caracterización de estadísticos hidroclimáticos relevantes en el clima presente

La selección de estadísticos tiene siempre asociada cierto grado de arbitrariedad. En este caso, se han definido de manera que permitan caracterizar eventos de larga y corta duración, y de déficit y exceso hídrico, totalizando cuatro estadísticos.

Para eventos de corta duración de exceso y déficit hídrico se calcularon:

**A | Eventos lluviosos** | se configura un evento si el acumulado de tres días es mayor o igual a 100 mm. Cuanto mayor el período de acumulación, más se disimula la distorsión asociada a la frecuencia fija de muestreo diario. Por otro lado, los tiempos característicos de tormentas y de concentración de nuestras cuencas no justifican períodos mayores.

**B | Rachas secas** | se define una racha seca como el conjunto de días consecutivos en que el acumulado no supera 10 mm.

Se definen otros dos estadísticos para caracterizar los eventos prolongados de déficit hídrico, el segundo de los cuales hace intervenir la evapotranspiración potencial (ETP) climatológica de cada estación<sup>104</sup> (no se cuenta con series de tiempo) y la capacidad de almacenamiento de agua de forma de aproximarse a una medida de déficit hídrico en el suelo.

Para cada estación y para un rango amplio de capacidad de almacenamiento de agua en el suelo<sup>105</sup> (que cubre todos los suelos encontrados en Uruguay) se simula un balance simple de agua en el suelo. La entrada está dada por la precipitación y la salida por la ETP de la estación. No se permite que el déficit supere la capacidad de almacenamiento del suelo y los excesos escurren. Se registra, para cada estación y para cada suelo, el porcentaje de tiempo en que el déficit es máximo, es decir igual a la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. A partir del valor de los estadísticos determinados en cada punto, se construyeron mapas para todo el Uruguay mediante el método de interpolación Kriging Ordinario (implementado en un Sistema de Información Geográfica, SIG). Este método se basa en cálculos de autocorrelación entre los valores de todos los puntos de la muestra y considera además la proximidad entre los mismos, entendiéndose por ese motivo aplicable a parámetros tales como la precipitación y temperatura en una región de escasa variación en el relieve como la nuestra.

En lo que respecta a las rachas secas, se mapeó el período de retorno de rachas con una longitud mayor a 30 y 40 días. Por período de retorno se entiende al valor esperado del tiempo de recurrencia del fenómeno, es decir, cada cuánto se repite la racha seca. Se exploró, además, la ocurrencia de rachas en el período cálido que se definieron como aquellas cuya fecha de terminación se ubica entre los meses de noviembre y abril. En este caso se muestra solo la probabilidad de que en un año dado ocurran rachas mayores a 30 días; las rachas mayores a 40 días condicionadas a esta estación presentan frecuencias muy bajas que producen estadísticos poco robustos. (Figuras 9.3 y 9.4)

Para el déficit acumulado anual de precipitación se mapeó el máximo déficit acumulado anual -máximo maximorum- encon-

105 | Representada a través del Agua Potencialmente Disponible Neta (APDN).

#### Déficit anual acumulado de precipitación

El déficit acumulado de precipitación para un día dado consiste en la diferencia entre el acumulado de lluvia desde el 1° de agosto del mismo año (a la salida del invierno) a dicho día y el acumulado climatológico en igual período para la misma estación. La máxima diferencia positiva en el correr de los doce meses (de agosto a julio) corresponderá al máximo déficit acumulado de precipitación para esa estación y ese año. Para cada estación se tiene entonces una serie con un valor por año.

#### Déficit de precipitación por debajo de la ETP

104 | Ciclo diario de ETP a partir del mapa de isóneas de ETP media mensual y los coeficientes de distribución del ciclo medio anual, obtenidos del Manual de Diseño y Construcción de Pequeñas Presas, MVOTMA-DINAGUA, IMFIA 2011.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.88	1.56	1.37	0.88	0.58	0.36	0.37	0.47	0.61	0.94	1.25	1.72

Tabla 9.2 | Coeficientes de variación mensual de la ETP

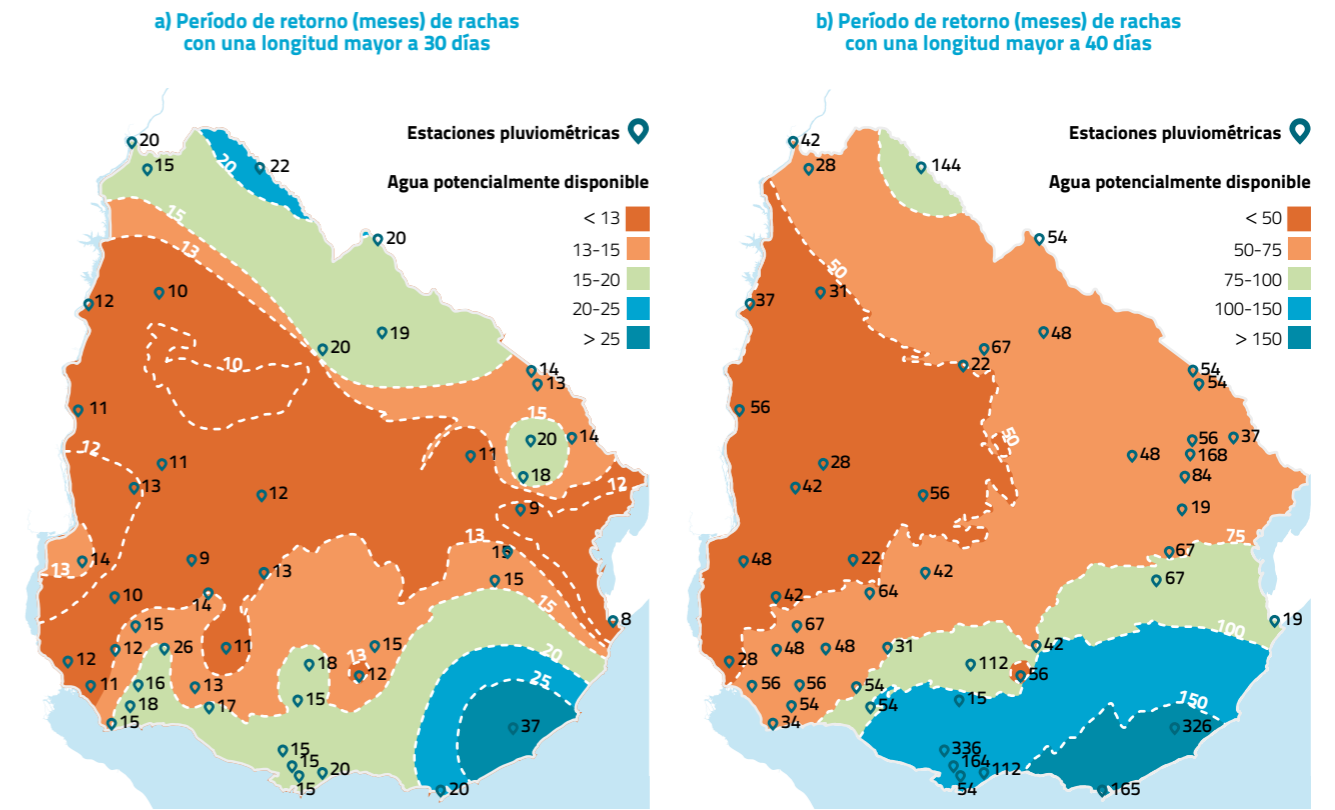


Figura 9.3 | Mapa de rachas secas (días consecutivos en que el acumulado de precipitación no supera 10 mm)

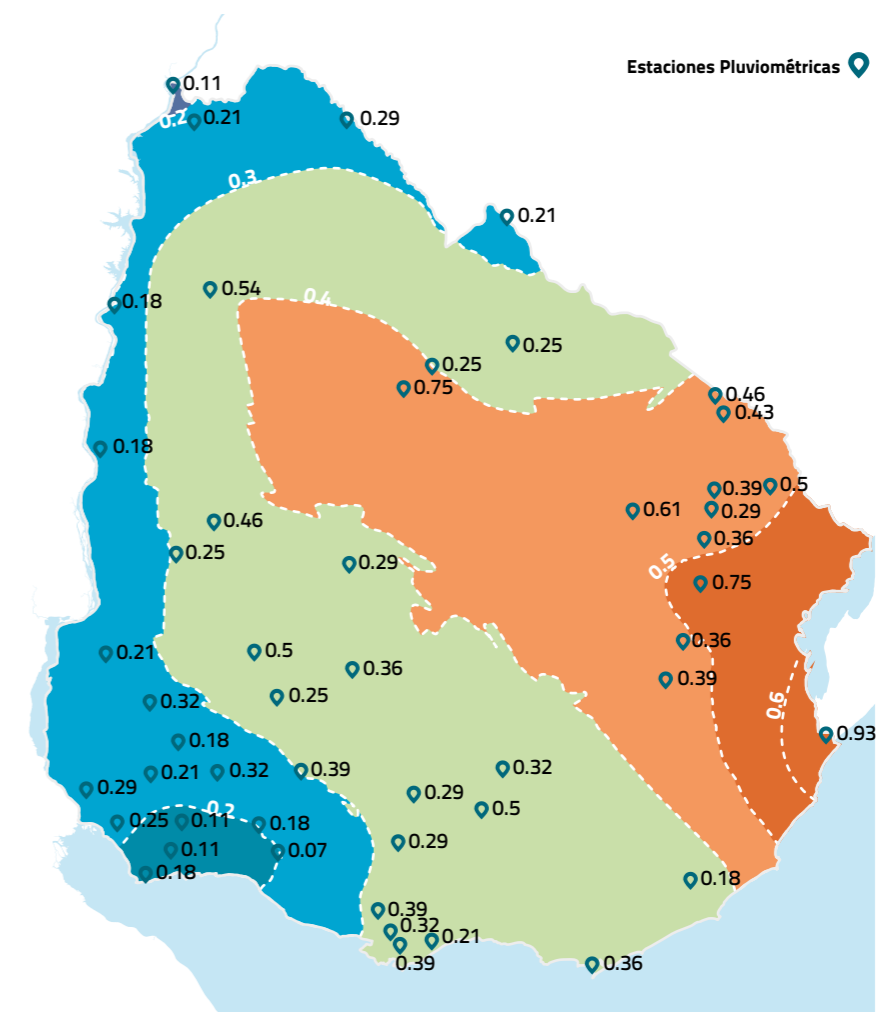


Figura 9.4 | Probabilidad de ocurrencia en las series observadas de rachas secas mayores a 30 días cuya fecha de finalización se ubica entre los meses de noviembre y abril

trado en todo el período de estudio y la mediana del máximo déficit acumulado anual, el período de retorno en años de déficits mayores a un cuarto de la precipitación media anual de cada estación y el periodo de retorno en años de déficits mayores a 350 mm. (Figura 9.6) Todos los paneles de la figura mencionada describen, con diversos indicadores, el déficit de precipitación -respecto de la media climatológica- acumulado desde la salida del invierno de cada año. El panel **a** muestra el máximo histórico, mientras que el **b** exhibe la mediana histórica y permite interpretar, por ejemplo, que en el norte del país en la mitad de los años se verifican déficits acumulados mayores a 250 mm. Los paneles **c** y **d** refieren a la recurrencia media (en años) de déficits por encima de umbrales, fijo en el caso de **d** (350 mm) y relativo a la precipitación media local (un cuarto del valor) en el caso de **c**.

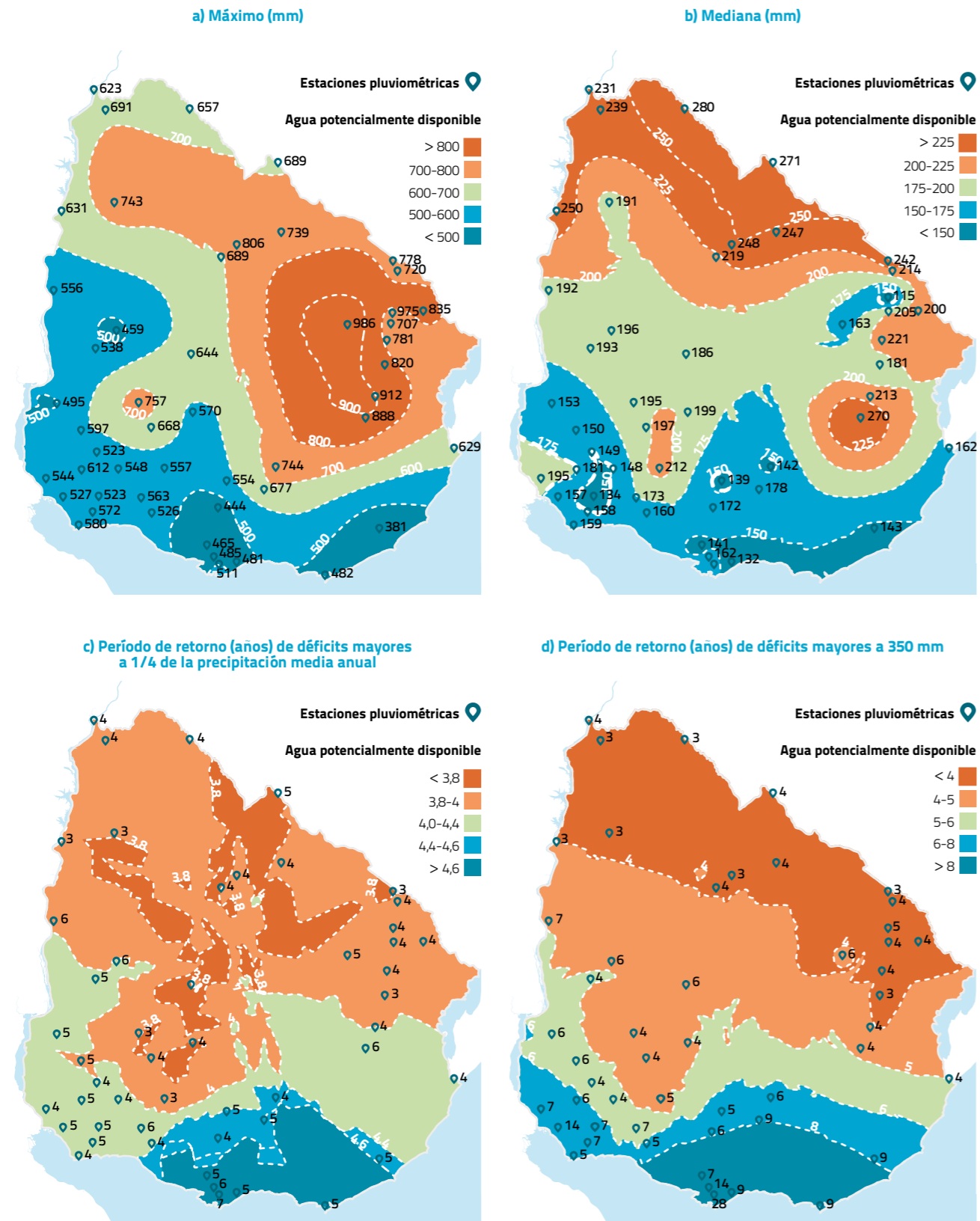


Figura 9.5 | Mapa del máximo déficit acumulado anual

Finalmente, en lo que refiere al déficit de precipitación por debajo de la ETP, se graficó para cada estación y para cada suelo, el porcentaje de tiempo en que el déficit es máximo. En la figura 9.6 (a) se presenta la nube de puntos para las 50 estaciones y su línea de tendencia del tipo potencial ( $y = a \cdot x^b$ ). Luego, se aplicó la función al mapa de APDN de los suelos de Uruguay y se obtuvo el mapa de frecuencia en que el déficit hídrico es igual a la capacidad de almacenamiento del suelo (figura 9.6 (b)). Se obtiene así una aproximación, con la metodología simplificada que se describió anteriormente, del tiempo medio (en %) en que el suelo sufre estrés hídrico.

Por último, para los eventos lluviosos se construyeron mapas de la precipitación máxima acumulada en un evento y del período de retorno en meses entre eventos. El panel **a** indica el máximo histórico acumulado en 3 días (en mm) y el panel **b** el tiempo medio de recurrencia (en meses) de eventos de 100 mm acumulados en 3 días. (Figura 9.7)

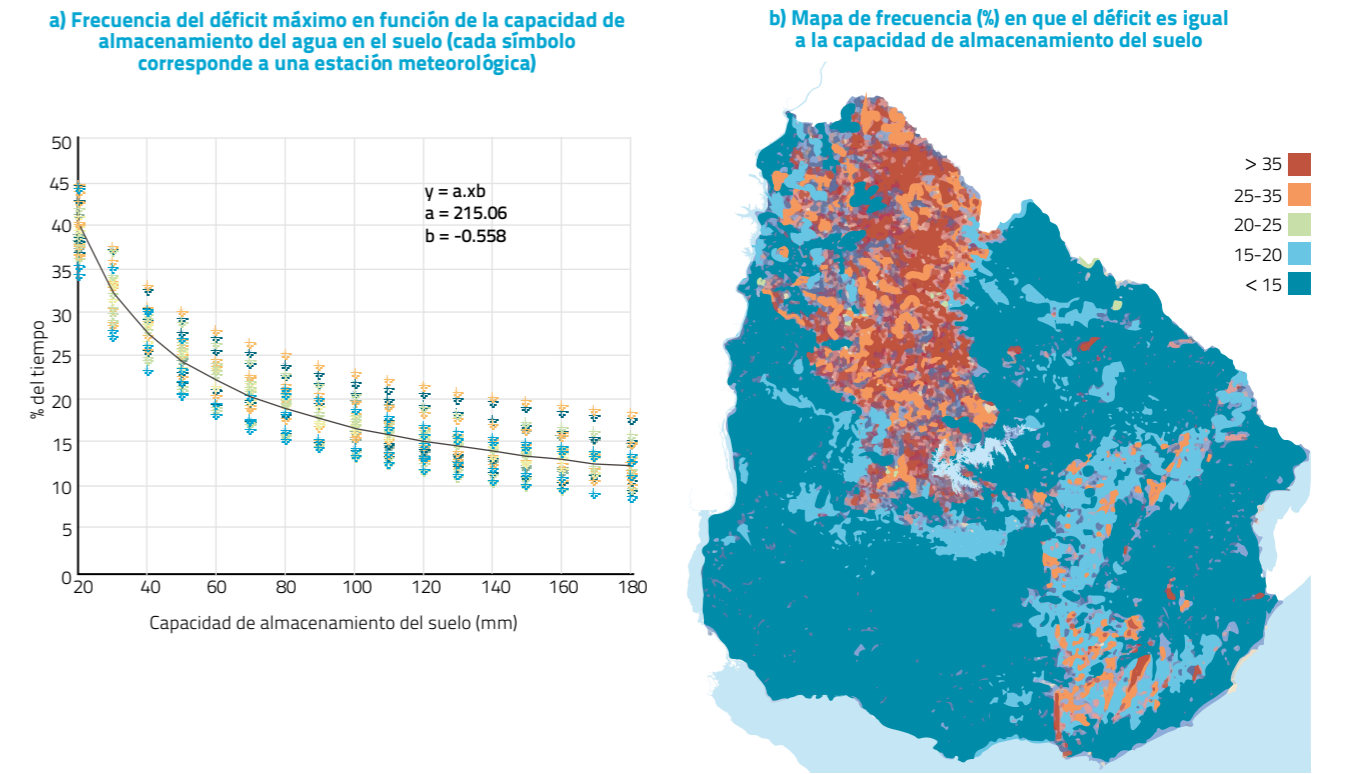


Figura 9.6 | Déficit de precipitación por debajo de la ETP

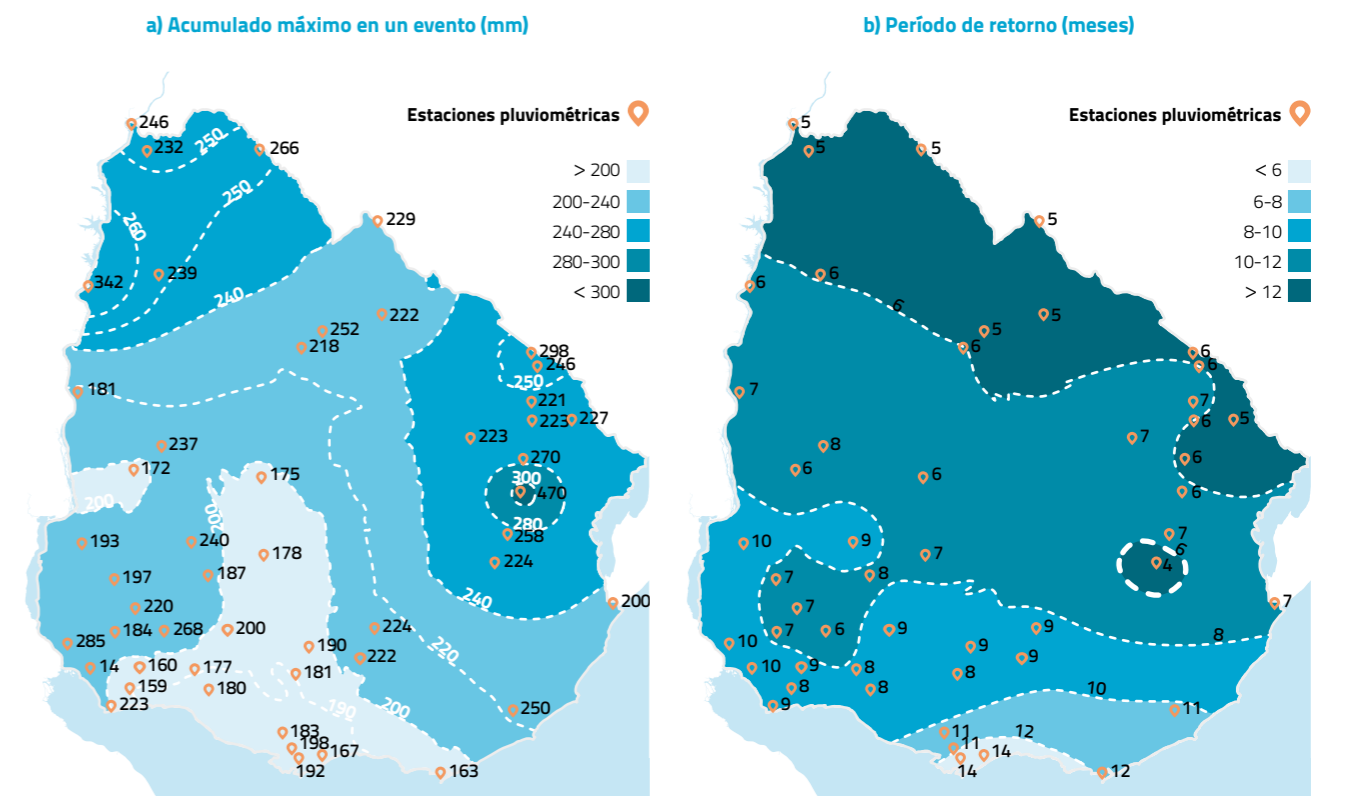
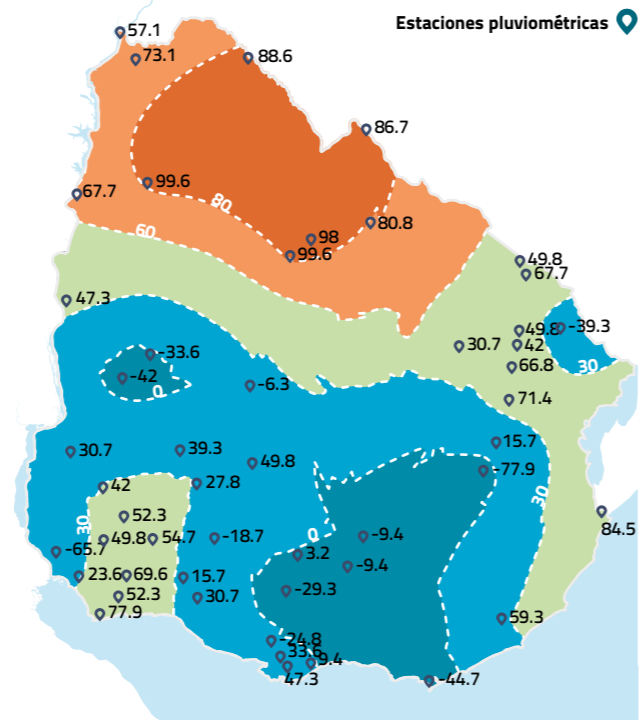


Figura 9.7 | Mapa de eventos lluviosos (precipitación acumulada en 3 días consecutivos mayor a 100 mm)

### 9.3.3 | Escenarios hidro-climáticos seleccionados

Como se dijo anteriormente, los escenarios cumplen la función de alertar sobre futuros posibles. En su elaboración se debe tener en cuenta, además de las tendencias de largo plazo esperadas, la amplitud de las variaciones de escala decadal que se han observado en el registro histórico como fundamento para hacer análisis de sensibilidad que operen como escenarios. En muchos casos, las tendencias no son significativas o su proyección al futuro presenta gran incertidumbre. Primeramente, se enumeran y refieren tendencias observadas en el registro histórico y se elabora un resultado adicional respecto del déficit acumulado de precipitación. Luego, se analiza la sensibilidad del déficit hídrico a variaciones en la ETP y se presenta el impacto dependiendo de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. Finalmente, se entrena un generador de tiempo en las series observadas para cada estación pluviométrica y se evalúa el desempeño en la caracterización de los estadísticos presentados anteriormente. En aquellos estadísticos que son bien capturados por el modelo se realiza un análisis de sensibilidad a los parámetros del mismo. En todos los casos en que se realizan análisis de sensibilidad, la amplitud del rango elegido de variaciones está inspirada en la amplitud histórica observada en la tendencia (en el caso de ETP) y en las variaciones multianuales (en el caso de los parámetros del modelo), coherente con la filosofía de elaboración de escenarios anteriormente mencionada.



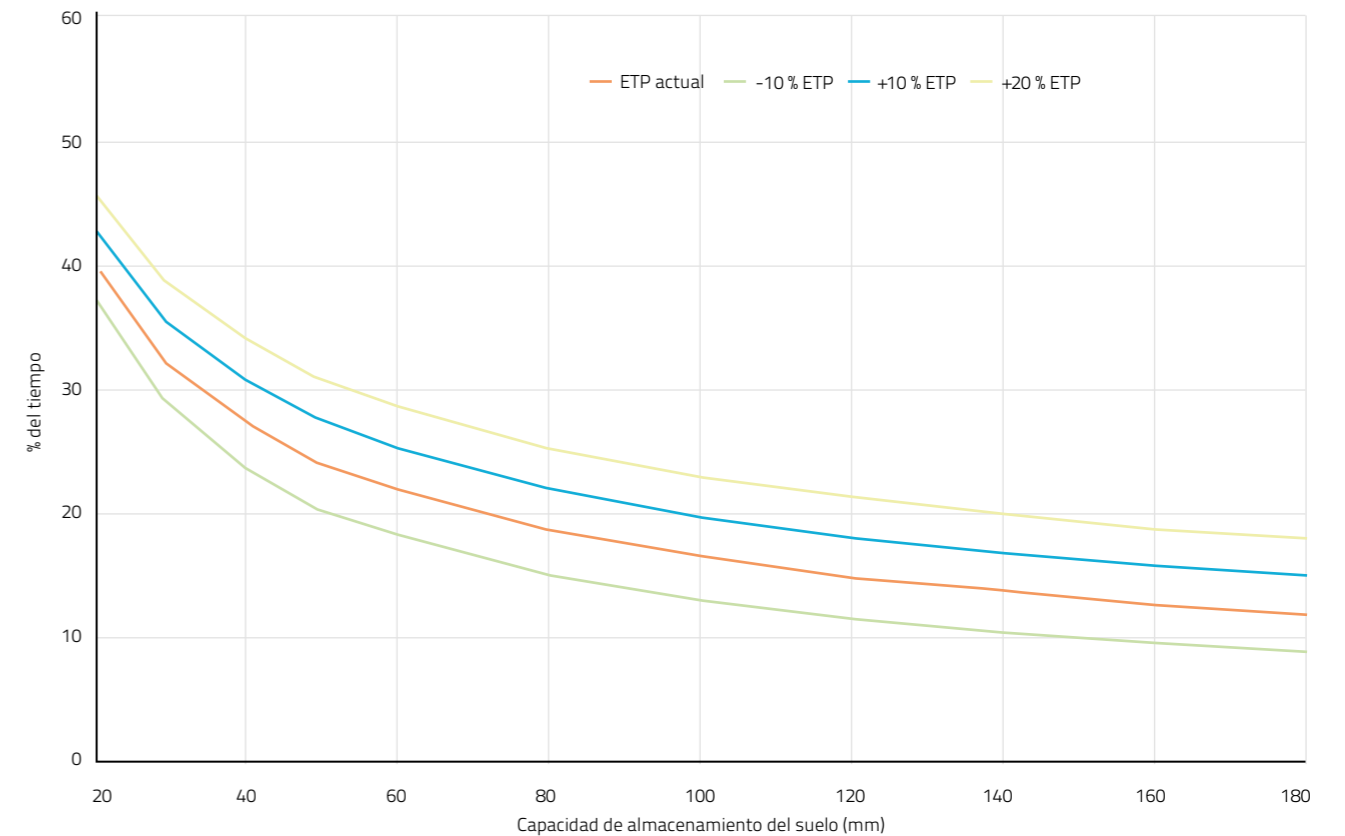
**Figura 9.8 |** Significancia estadística según test de Mann-Kendall de tendencia en el déficit acumulado anual de precipitación. Valores positivos indican tendencias a mayor déficit y viceversa

### 9.3.4 | Tendencias observadas

Los grandes rasgos de las tendencias hidro-climáticas observadas en nuestra región y que se asocian al calentamiento global han sido descriptos -para magnitudes medias- en diversos antecedentes, por ejemplo en el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (PNRCC) (MVOTMA 2010). Dentro de los aspectos relevantes para los recursos hídricos, se puede señalar un aumento de las precipitaciones medias en el período cálido pero con una gran variabilidad interanual y un aumento de las temperaturas mínimas y medias, que no se manifiesta en las máximas. También se verifica un leve aumento de la intensidad de lluvias intensas de corta duración (pocas horas), tendencia que no se extrapola a lluvias en períodos más largos como por ejemplo un día. Por último, en MGAP-FAO (2013) se mostró, a partir de sólo 5 registros en casi 40 años, que la evapotranspiración (medida en Tanque A o calculada a través de la relación de Penman) muestra tendencias crecientes en el noreste y decrecientes en el suroeste, en algunos casos significativas. La poca disponibilidad de registros no permite obtener conclusiones firmes.

En MGAP-FAO (2013) también se analizó la misma definición de déficit anual acumulado de precipitación y se estableció, para un número mucho menor de estaciones y para otro período de estudio (1950-2008), que el mismo no presenta tendencias significativas generalizadas en ningún sentido y que en muchos casos esta tendencia (no significativa) es a déficit decreciente, coherente con el aumento de precipitación. Comenzamos por revisar este resultado con el período de análisis de 1981-2009 y las cincuenta estaciones utilizadas. La figura 9.8 presenta la significancia estadística de la tendencia según Mann-Kendall, números positivos indican tendencia positiva (mayores déficits)

y viceversa. Sólo son de interés los números mayores a 95 % en valor absoluto. Los valores menores no son significativos y muestran un comportamiento errático, que no logra ser capturado apropiadamente por el interpolador (presentando valores de los dos signos). La única región de comportamiento coherente y significativo o marginalmente significativo es el norte del país que muestra una tendencia a déficit creciente. Cabe notar que en MGAP-FAO (2013), Tacuarembó era la única estación de las analizadas que mostraba una tendencia positiva marginalmente significativa (al 94 %) para el período 1950-2008, resultado coherente (aunque los períodos no coinciden) con el obtenido ahora.



**Figura 9.9 |** Frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la ETP climatológica y los tres escenarios considerados

### 9.3.5 | Sensibilidad de déficit hídrico a variaciones de la ETP

Como se indicó anteriormente, MGAP-FAO (2013) encontró tendencias positivas de ETP en las estaciones del noreste (Treinta y Tres y Tacuarembó) durante el período cálido, cuando ocurre la mayor demanda atmosférica. La tendencia contraria se verifica en el suroeste (Las Brujas y Estanzuela), mostrando Salto un resultado intermedio.

La amplitud de la variación por tendencia encontrada para los últimos 40 años es aproximadamente del 10 %, por lo que se tomó esta amplitud en la ETP para el análisis de sensibilidad. Como la ETP depende muy fuertemente de la temperatura media (a través de la ecuación de Clausius - Clapeyron) y es de esperar que la misma aumente. A futuro se presentan tres escenarios asimétricamente distribuidos: ETP-10 %, ETP+10 % y ETP+20 %.

De manera de sintetizar los resultados se saca provecho de la propiedad presentada en la figura 9.47, que muestra que la forma de la función que relaciona el tiempo de stress hídrico con la capacidad de acumulación de agua del suelo (de la cual depende la sensibilidad) es muy similar para todas las estaciones pluviométricas. Se trabaja entonces con la curva promedio que está ya indicada en la figura 9.52-a. Se repiten todos los cálculos con los diferentes escenarios de ETP y se construye, con idéntico procedimiento y para cada caso, la relación entre la frecuencia en que el déficit hídrico es igual a la capacidad de almacenamiento de agua del suelo en función de esta última. Para mejor visualización de la distribución espacial del impacto, en relación a los

suelos del país, se elaboró un mapa equivalente al mostrado en la figura 9.52-b para cada escenario, los cuales se presentan en la figura 9.10 (el panel 9.6 b es idéntico al 9.10 b).

Por último, se sintetizan los resultados obtenidos comparando la frecuencia de déficit igual a la capacidad de almacenamiento del suelo de cada escenario con la situación actual. Es decir, se relacionan los suelos que en un escenario y en la situación actual presentan la misma frecuencia de déficit máximo.

La figura 9.11, que presenta los resultados descriptos, permite sacar conclusiones del tipo: "un suelo de X capacidad de almacenamiento se comportará en el futuro -según este estadístico- igual que un suelo de Y capacidad hoy", lo cual lo hace muy conveniente para interpretar.

Sin pretender hacer un análisis exhaustivo de los resultados, se señala simplemente el hecho de que el impacto es mucho más notorio en suelos profundos con mayor capacidad de retención de agua. En el caso extremo de un suelo sin capacidad de retener agua, la frecuencia de déficit máximo es igual a la frecuencia de días sin lluvia que no fue variada en este análisis de sensibilidad a ETP, por lo cual el impacto en los escenarios es nulo.

### 9.3.6 | Generadores de tiempo: entrenamiento y sensibilidad a parámetros

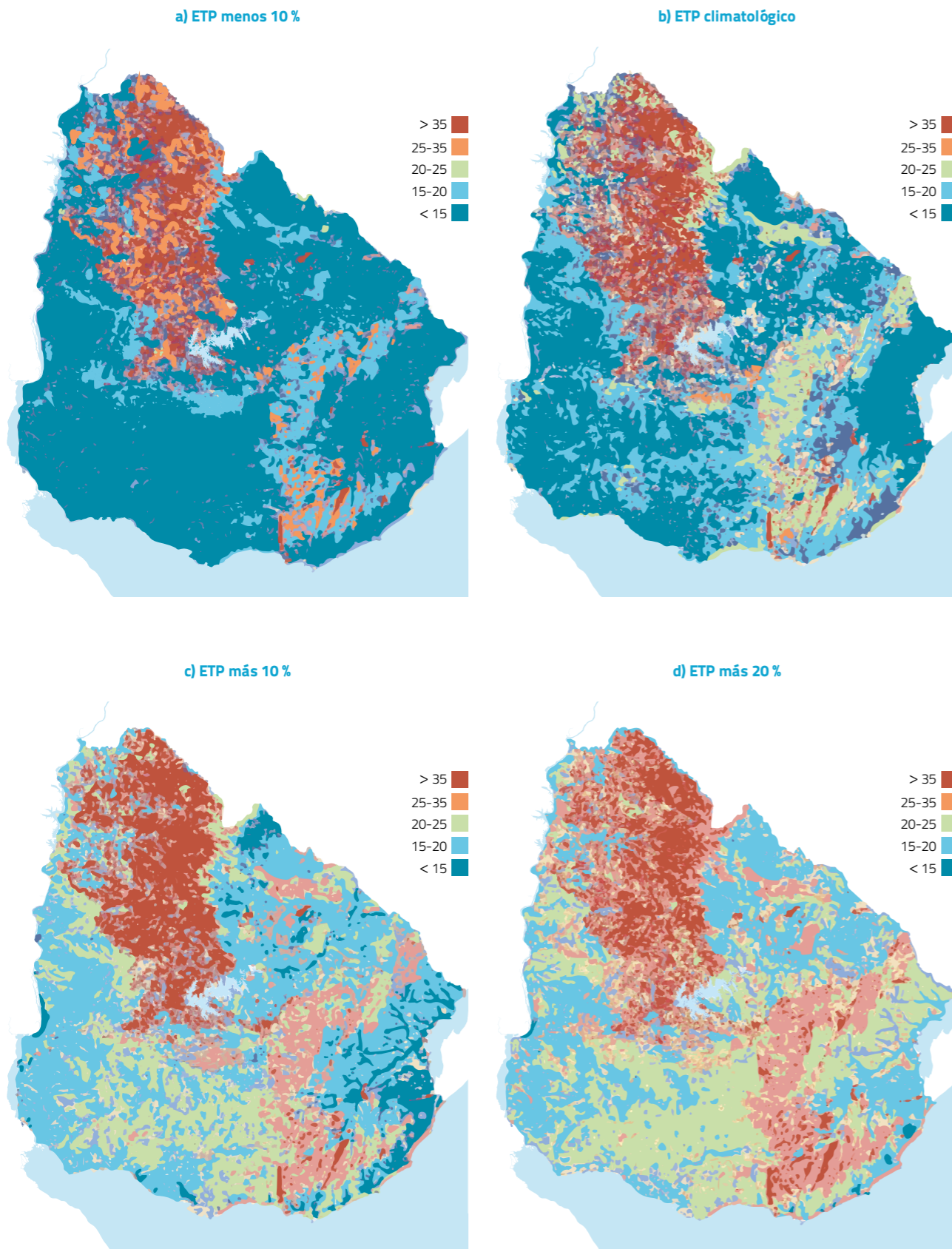


Figura 9.10 | Mapa de frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la ETP climatológica y los tres escenarios considerados

El desarrollo de generadores de tiempo -procesos estocásticos entrenados para reproducir algunas propiedades estadísticas de series meteorológicas, en este caso pluviométricas- tiene una larga tradición y diversas aplicaciones relacionadas con la posibilidad de generar series sintéticas de la longitud deseada. Se debe tener presente que, si bien los generadores de tiempo son herramientas probadas y maduras, no siempre son capaces de reproducir todos los estadísticos de una serie. Como es de esperar, cuanto más sensible es el estadístico a eventos extremos muy esporádicos, más difícil es entrenar los modelos para que dicho estadístico sea reproducido adecuadamente. En este caso trabajamos con un modelo de paso diario de cuatro parámetros:

#### Ocurrencia de precipitación

Una cadena de Markov de primer orden sortea las transiciones entre dos estados posibles (lluvia, no lluvia), para lo cual se requieren dos parámetros que coinciden con las probabilidades de que llueva, condicionadas a que llovió o no llovió el día anterior.

#### Intensidad de precipitación

Una vez decidido si el día es o no lluvioso, se sortea la cantidad de precipitación a partir de una distribución Gamma de dos parámetros ( $\alpha$  y  $\beta$ , de forma y escala respectivamente).

Además de tener un rol estadístico, estos son interpretables físicamente, relacionándolos con la naturaleza y frecuencia de los sistemas precipitantes en una región dada. Si se cuenta con una disponibilidad adecuada de datos, los parámetros se pueden

entrenar de modo de obtener (lentas) variaciones de los mismos en el tiempo, ya sea para representar mejor el ciclo anual, las variaciones multianuales o las tendencias de largo plazo. De esta manera se pueden observar amplitudes características de las variaciones de los parámetros asociadas a variaciones multianuales del clima. Se encontró que las magnitudes relativas de variación son muy semejantes en los cuatro parámetros de este modelo, aproximadamente  $\pm 10\%$  si se consideran ventanas móviles de ocho años. En base a este resultado se tomó como amplitud para el análisis de sensibilidad  $\pm 5\%$  en cada parámetro, pero considerando las variaciones simultáneas en todos los parámetros (propiedad que no surge del análisis histórico), lo cual amplifica la señal, por ello la reducción de la amplitud. A modo de ejemplo, una probabilidad de que llueva cuando no llovió el día anterior, puede pasar de 0.20 mm a 0.19 mm o a 0.21 mm en las simulaciones de escenarios.

En primer lugar se repitió el análisis de sensibilidad de la frecuencia de déficit hídrico en función de la capacidad de almacenamiento del suelo pero esta vez dejando ETP fijo y variando los parámetros del generador de tiempo que producen las series de precipitación.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 9.12 (a modo de ejemplo para Las Brujas) que, entre otras cosas, valida el modelo en lo que respecta a este parámetro pues la curva sin variaciones en los parámetros es muy similar a la observada. Cabe destacar que para el resto de las estaciones se obtuvo un comportamiento análogo.

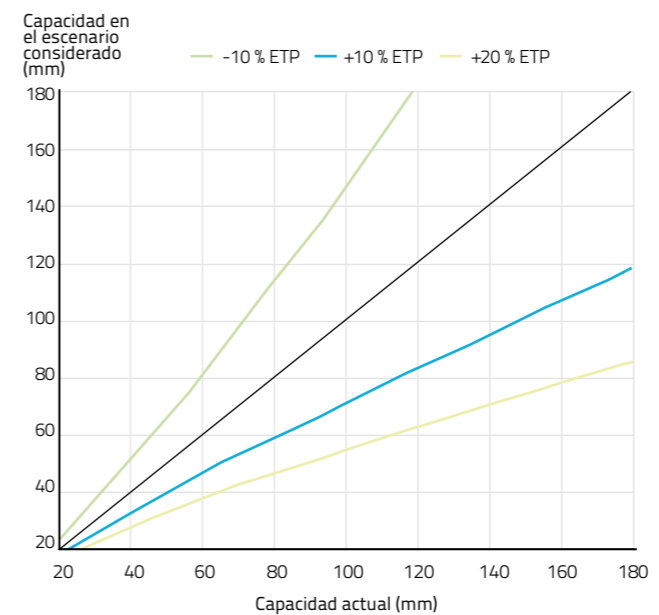


Figura 9.11 | Funciones que relacionan la capacidad de almacenamiento de suelos de escenarios de ETP que tienen igual frecuencia de déficit hídrico máximo con respecto al clima actual de ETP

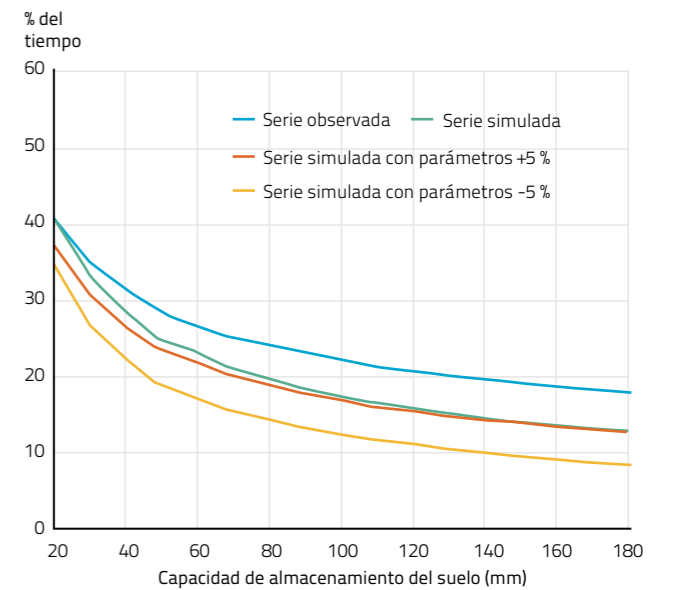
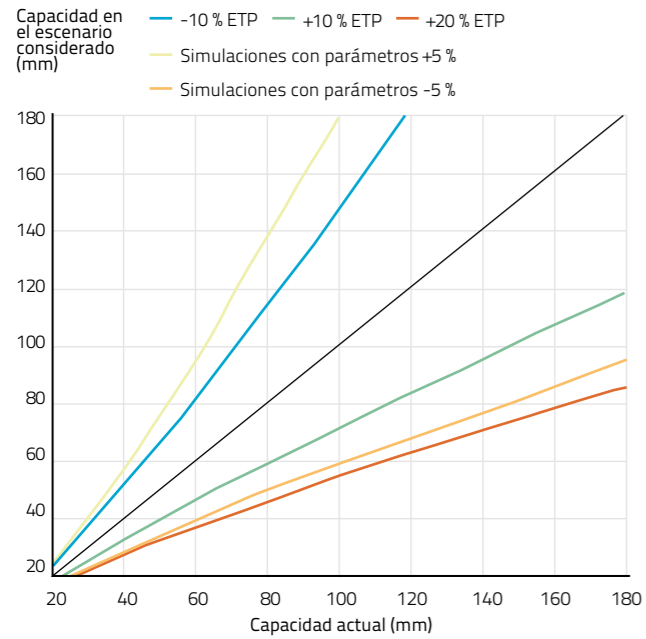


Figura 9.12 | Frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la serie observada, precipitación climatológica y escenarios con generados de tiempo (resultados obtenidos en la estación Las Brujas)

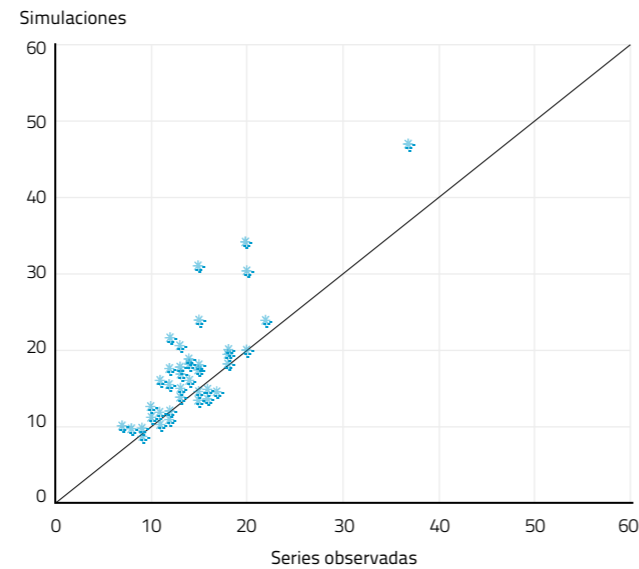


La figura 9.13, similar a la figura 9.11, cuyos resultados también se incluyen, muestra que variaciones de +/- 5 % en los parámetros del generador de tiempo produce un impacto en este estadístico particular mayor al de variaciones de +/- 10 % en ETP.



**Figura 9.13** | Funciones que relacionan la capacidad de almacenamiento del suelo de escenarios de precipitación (y ETP) que tienen igual frecuencia de déficit hídrico máximo con respecto al clima actual

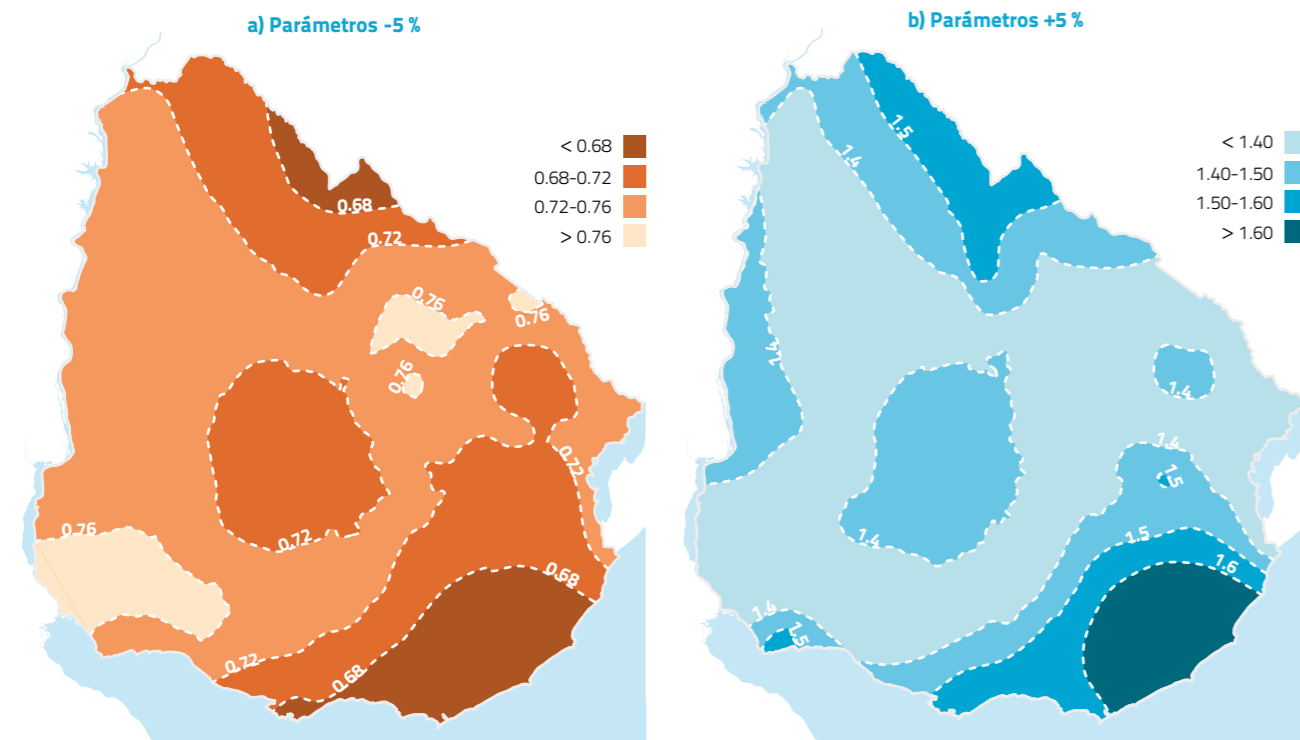
A continuación, la figura 9.14 muestra el período de retorno de rachas secas mayores a 30 días para las series producidas por el generador de clima con parámetros climatológicos en comparación con las series observadas (un punto por estación). Se observa que el generador es capaz de simular razonablemente bien este estadístico, con un leve sesgo para altos períodos de retorno.



**Figura 9.14** | Nubes de puntos para el período de retorno (meses) de rachas secas mayores a 30 días de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos

Nuevamente se realizó un análisis a sensibilidad de +/- 5 % en los parámetros del generador de clima y se calculó el impacto en el período de retorno de las rachas secas mayores a 30 días.

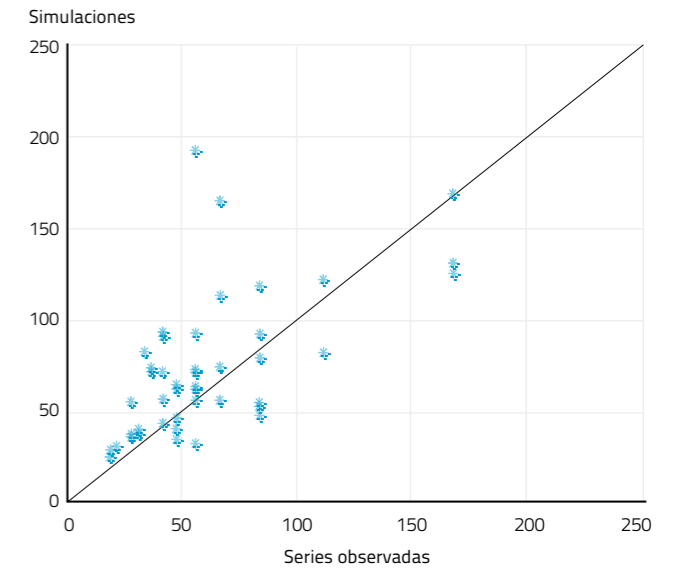
Los resultados se muestran en la figura 9.15 como cocientes entre el período de retorno en los escenarios considerados y el simulado con parámetros climatológicos. Valores menores/mayores a la unidad implican períodos de retorno menores/mayores y por tanto rachas secas de dicha longitud más/menos frecuentes. Por ejemplo, un valor de 0,70 significa que los valores simulados presentan un período de retorno de rachas secas que es 30 % menor.



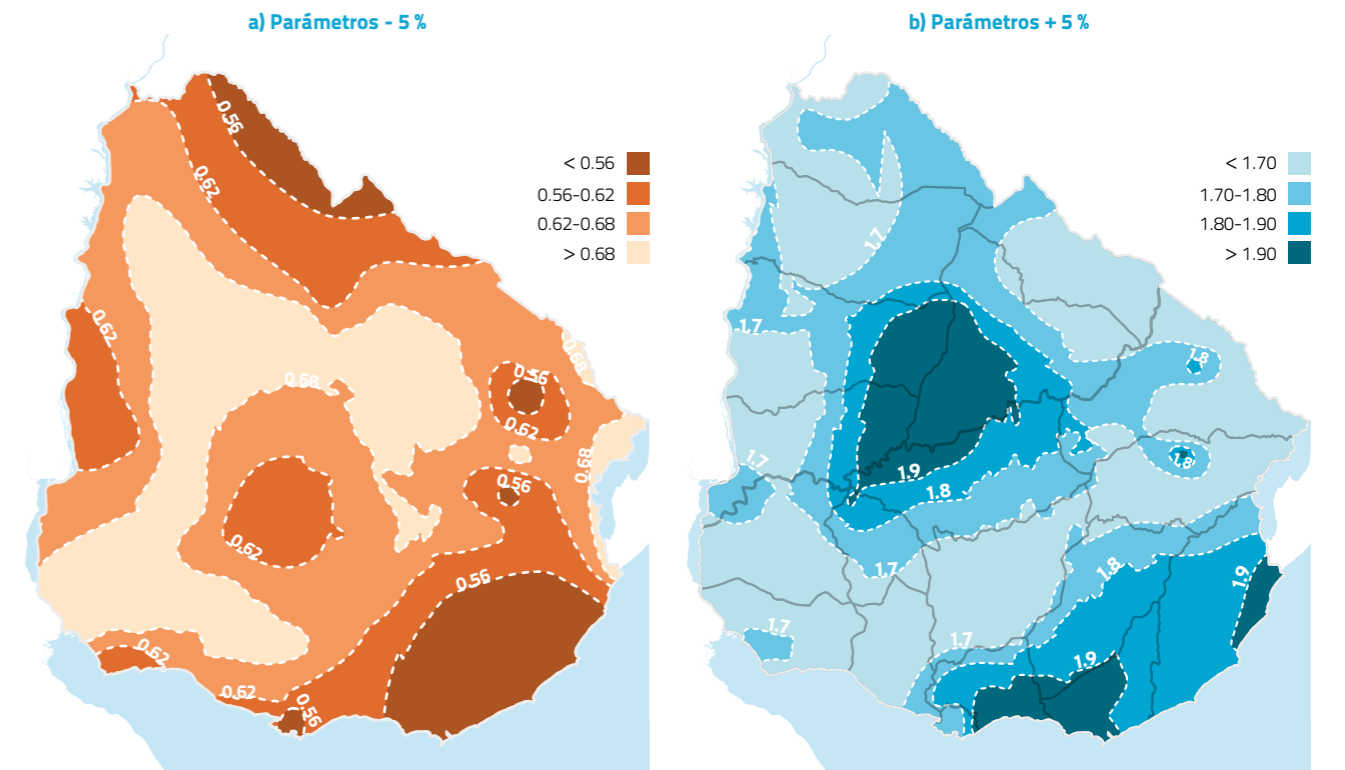
**Figura 9.15** | Relación para el período de retorno (meses) de rachas mayores a 30 días entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios (+/- 5 %) y con parámetros climatológicos

Por último se repite el análisis para rachas secas mayores a 40 días, comparando primeramente los períodos de retorno deducidos de los registros observados en cada estación con los simulados para los parámetros climatológicos (figura 9.16) y realizando luego un análisis de sensibilidad a los parámetros del modelo (figura 9.63). La habilidad del modelo sigue siendo buena aun para estos eventos más extremos, mostrando una dispersión comparable a la observada en la figura 9.60 para las rachas mayores a 30 días.

La figura 9.17, en comparación con la figura 9.15, evidencia que la sensibilidad climática a una misma variación de los parámetros del modelo es más pronunciada cuanto más extremos y menos frecuente son los eventos analizados. La reducción/aumento de los períodos de retorno de rachas secas es de aproximadamente 40/70 % en el caso de rachas mayores a 40 días, mientras que era de 30/55 % aproximadamente para las rachas mayores a 30 días.



**Figura 9.16** | Nubes de puntos para el período de retorno (meses) de rachas secas mayores a 40 días de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos



**Figura 9.17** | Relación para el período de retorno (meses) de rachas secas mayores a 40 días entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios (+/- 5 %) y con parámetros climatológicos

Se repitió el mismo análisis para las rachas secas mayores a 30 días limitando la fecha de finalización de las mismas al período noviembre-abril. Se compara la probabilidad de ocurrencia en un año dado entre las series producidas por el generador de clima con parámetros climatológicos en comparación con las series observadas (un punto por estación). Nuevamente se observa que el generador es capaz de simular razonablemente bien este estadístico. (Figura 9.18)

Se realizó nuevamente un análisis de sensibilidad de +/- 5 % en los parámetros del generador de clima y se calculó el impacto en la probabilidad de ocurrencia de rachas secas mayores a 30 días en el período cálido. Los resultados se muestran en la figura 9.19 como cocientes entre la probabilidad de ocurrencia en los escenarios considerados y el simulado con parámetros climatológicos. En este caso, valores menores/mayores a la unidad implican probabilidades menores/mayores y por tanto rachas secas de dicha longitud menos/más frecuentes. Es así que en los resultados del análisis de sensibilidad con parámetros del generador de tiempo reducido en un 5 % obtenemos probabilidades de ocurrencia de rachas secas mayores en un 40 %, aproximadamente. En el caso opuesto (con parámetros aumentados un 5 %) la probabilidad de ocurrencia de rachas secas se reduce aproximadamente un 30 %.

No se presentan escenarios del período de retorno de tormentas pues no se consideró satisfactoria la capacidad del generador de tiempo de reproducir ese estadístico particular que, a diferencia de los estadísticos anteriores, muestra mayor sensibilidad a la distribución de amplitudes de lluvia.

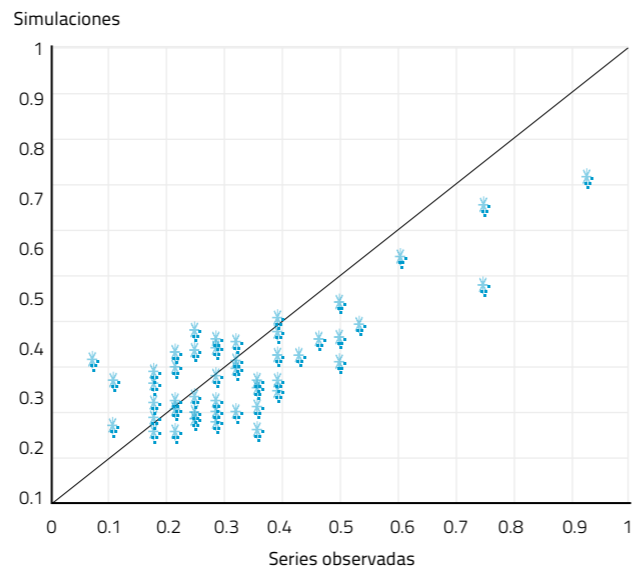


Figura 9.18 | Nubes de puntos para la probabilidad de ocurrencia en el período cálido de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos

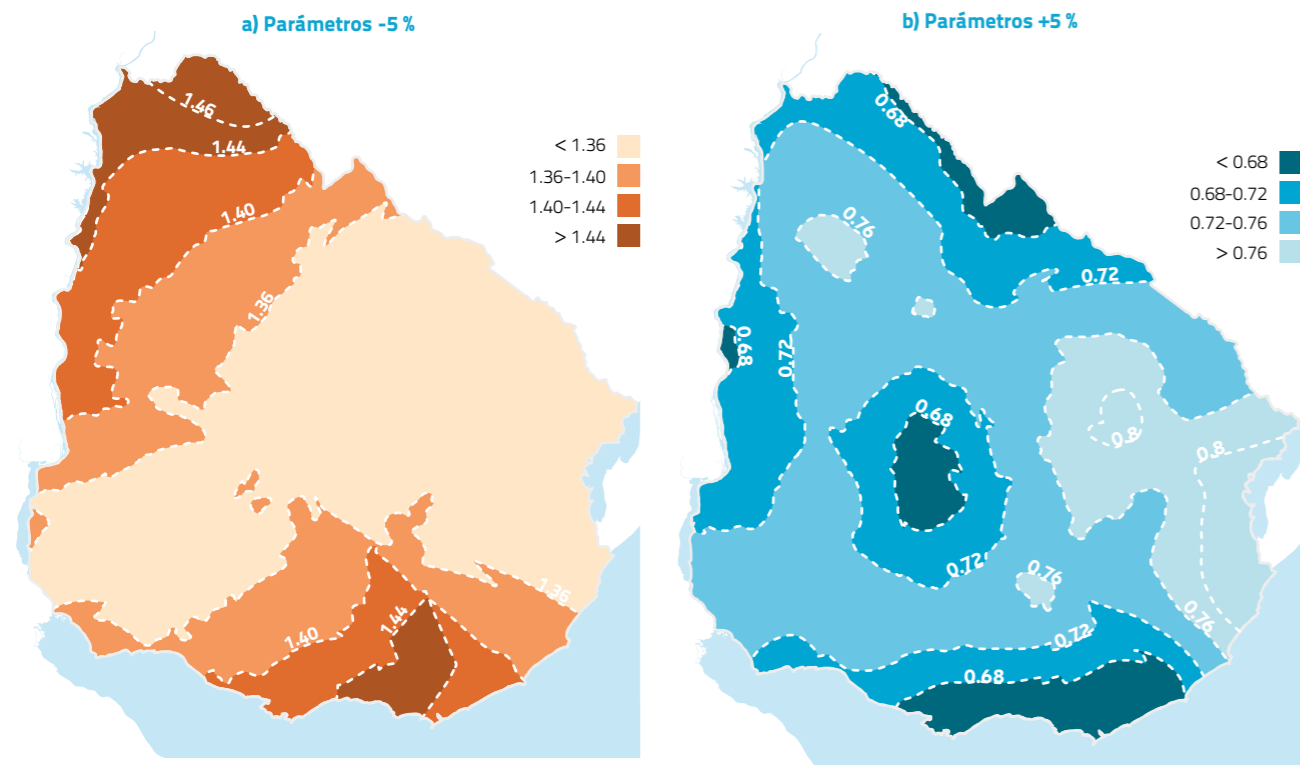


Figura 9.19 | Relación para la probabilidad de ocurrencia de rachas secas mayores a 30 días en el período cálido entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios (+/- 5 %) y con parámetros climatológicos

### 9.3.7 | Escenarios para la gestión de los recursos hídricos

Los escenarios presentados en la sección anterior refieren a variables meteorológicas, con alguna incidencia del balance de agua en el suelo. Los mismos no pueden ser relacionados directamente con la gestión de los recursos hídricos, aunque sí influyen indirectamente el escurrimiento. Los escenarios planteados son más fácilmente relacionables con el sector agropecuario que se ve afectado más directamente por el balance de agua en el suelo. Este sector representa, además, un alto porcentaje de la demanda de agua de escurrimiento superficial, demanda a ser gestionada por la autoridad en materia de agua. En consecuencia, la eventual concreción de los citados escenarios sobre la gestión del recurso no es inmediata.

Por estas razones, en el desarrollo de los modelos de gestión se considera un tipo adicional de escenarios relacionados específicamente con la gestión del recurso y del cual pueden emerger con más naturalidad medidas accionables. En particular, se realiza un diagnóstico de presión sobre los recursos hídricos según un mapeo de oferta (obtenido en el Balance Hídrico Nacional) versus demanda (separando demanda en tomas directas de los cursos y autorización de embalses de agua superficial). A partir de este diagnóstico, se establece un análisis de sensibilidad semejante al aquí presentado, cuyos resultados permiten señalar los aspectos y regiones de mayor vulnerabilidad en relación a la gestión que habrá que priorizar en las medidas de adaptación.

## 9.4 | Análisis sobre la adaptabilidad

En esta sección presentamos un análisis, siguiendo la metodología FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), que pretende diagnosticar la capacidad de adaptabilidad actual de la gestión de los recursos hídricos en Uruguay. En primer lugar en el análisis FODA se incluyen sólo aquellos aspectos que, en el sentido amplio y transversal en que entendemos el cambio climático, están relacionados con la capacidad adaptativa que es necesario construir. En segundo lugar, al hacer un análisis FODA hay que delimitar el sistema de organismos gestores del agua que diagnostica con el objetivo de distinguir lo que está fuera, sobre lo cual no se tiene incidencia (amenazas y oportunidades), de lo que sí se puede modificar y trabajar (fortalezas y debilidades). La delimitación no es sencilla en este caso, pero a la vez es muy importante. Obviamente la DINAGUA está dentro del sistema por tener la responsabilidad de la gestión de los recursos hídricos, pero no se puede restringir el sistema a una unidad del Estado. Además de otras muchas unidades estatales con incidencia (por ejemplo, DINOT, DINAMA, DNM, DGRN, SINAE), hay empresas públicas directamente involucradas (por ejemplo, OSE y UTE), Gobiernos departamentales y, en la composición de COASAS, de los Consejos Regionales y de las Comisiones de Cuenca y Acuíferos, una multiplicidad de otros actores sociales de muy diverso tenor.

Tampoco se puede caer en el extremo de incluirlo todo, pues acabaríamos analizando la adaptabilidad de las ciudades, del sector agropecuario íntegramente o el industrial, etc. Son pocas las actividades que no dependen en alguna medida directamente del

agua. Para mantener funcionalidad, hay que delimitar el sistema en algún lado y el límite será necesariamente arbitrario y también ambiguo.

En este trabajo se adopta como criterio incluir dentro del sistema a la Comisión de Cuencas, como representante de la demanda por los recursos y termómetro de la percepción social y cultural imperante. Con ello no queremos incluir íntegramente a todos los sectores de actividad allí representados, sobre cuyo devenir hay poca capacidad de actuar, pero sí incluir aquellos aspectos que son abordables desde tales espacios.

### 9.4.1 | Amenazas

Generalmente se conceptualiza al cambio climático como una amenaza. La razón es simple, en sistemas muy ajustados a los recursos actuales, cualquier modificación representa una crisis, aun cuando a la larga signifique una oportunidad. Los cambios en el clima se perciben sobre todo como modificaciones en la frecuencia (o período de retorno) de eventos climáticos esporádicos o extremos. Y, justamente, estos eventos son los que en general determinan la gestión de los recursos hídricos, las condiciones medias son de menor interés.

Muchas veces, las modificaciones en la frecuencia de eventos pueden ser absorbidas por los sistemas sin mayor estrés, pero hay ciertas circunstancias donde esto no se cumple. Por ejemplo, cuando se cruzan umbrales que modifican el comportamiento cualitativo. Si un acuífero que venía siendo explotado a un ritmo menor a la recarga sufre una reducción de esta última (por motivos climáticos o de cambio en el uso del suelo), o por un aumento de la demanda, puede cruzar el umbral de sobre-explotación, lo cual genera un cambio cualitativo en la situación.

Se presentan a continuación las amenazas detectadas:

- A |** Incremento de la demanda de agua, sobre todo por el sector agropecuario, en escenarios de aumento del déficit hídrico.
- B |** Intensificación agropecuaria (debido a cambios en la estructura de precios) que puede aumentar la contaminación difusa y la demanda de agua aun en escenarios de condiciones climáticas estacionarias si se vuelve rentable la incorporación de riego en sistemas en que no lo era.
- C |** Aumento en el número de regiones (tramos de cursos de agua) en que la oferta de agua para tomas directas está ya saturada con las autorizaciones existentes, lo cual inhabilita a satisfacer el crecimiento de la demanda bajo esta modalidad, obligando a pensar en otras alternativas.
- D |** Aumento del número de situaciones en que las autorizaciones de aprovechamiento solicitadas se encuentran en serie (aguas arriba o aguas abajo) de autorizaciones ya existentes, tomas o embalses. Esto puede suceder a escalas pequeñas o de macro-cuencas, como es el caso por ejemplo de la autorización de nuevos aprovechamientos en la cuenca de Rincón del Bonete.
- E |** Incremento del costo de la tierra y en general de otras barreras socio-económicas y ambientales para la ubicación de

nuevos embalses, lo cual crecientemente limita o dificulta este tipo de alternativas de aprovechamiento.

- F** Aumento del número de situaciones en que se ha superado o se está alcanzando la capacidad del cuerpo de agua como medio receptor. Esto ocurre generalmente por un aumento de las cargas (puntuales o difusas) pero puede también ser consecuencia de una reducción de los caudales, modificación de condiciones climáticas como la temperatura que afecte al ecosistema o cambios en la normativa que vuelvan más exigentes los umbrales de concentraciones admitidas.

## 9.4.2 | Oportunidades

Como ya se ha explicitado anteriormente, los cambios (entre ellos el climático) también generan oportunidades. Muchas son en realidad la contracara de las amenazas; lo mismo sucederá con las fortalezas y las debilidades. Se enumeran a continuación las oportunidades que se consideran más relevantes:

- El dinamismo adquirido por el sector agropecuario, que se presentó como una amenaza en cuanto al potencial aumento en la demanda de agua y de la contaminación difusa, representa también una oportunidad.
- El interés por el agua, bien canalizado, puede generar el cambio necesario para viabilizar las obras y el contexto institucional y cultural que permita una gestión adaptativa. El caso del riego de arroz en Uruguay es un ejemplo de cómo es posible desarrollar estos cambios.
- Uruguay tiene una posición privilegiada en el contexto internacional en cuanto a sus recursos naturales. Su escala, además, lo transforma en un candidato natural a planes piloto de adaptación al cambio climático. La abundancia de agua (desde el punto de vista del contexto internacional) y la forma de producción de alimentos, también son características únicas del país que, bien aprovechadas, pueden ofrecer una serie de oportunidades que deben ser tenidas en cuenta a la hora de planificar la gestión de un recurso tan valioso y simbólico como el agua.
- Las tendencias observadas en el clima regional recientemente muestran un aumento en la precipitación durante la temporada cálida. Aunque esto es perfectamente compatible con potenciales aumentos de condiciones de déficit hídrico (debido a la variabilidad temporal de la precipitación en diversas escalas y al aumento de la demanda atmosférica), no deja de constituir una oportunidad a la hora de gestionar embalses de agua de escorrentía.
- El desarrollo de tecnologías de sensores remotos, redes de monitoreo distribuidas de bajo costo y redes de comunicación accesibles en todo momento, presentan una oportunidad clara para dar un salto cualitativo en la generación de información en tiempo real (monitoreo) para apoyo de la gestión.

## 9.4.3 | Debilidades

La mayoría de las amenazas presentadas anteriormente podrían resumirse en una: los aumentos en la demanda y la variabilidad y/o reducción en la oferta de agua están cruzando el umbral de la abundancia a la escasez. En efecto, Uruguay es un país que por tener un clima templado y una baja densidad de población no ha adquirido una cultura de cuidado del agua o, en otros términos, una cultura de gestión de riesgos asociados al agua. Muchas de las debilidades del sistema que se mencionan a continuación son consecuencia de esta realidad y presentan el desafío de estar arraigadas culturalmente, lo que dificulta los cambios.

La reciente incorporación explícita del acceso al agua en la Constitución ha afianzado la conciencia sobre ese derecho. Sin embargo, no se ha logrado promover con éxito la actitud complementaria de responsabilidad en su uso. Esto constituye un escollo social importante en la instrumentación de muchas medidas.

Existe falta de transparencia en la información en todos los ámbitos, públicos y privados. La dificultad en el acceso a la información pertinente generada por personas jurídicas e individuales es indicación de que persiste un sentido de apropiación de la información que revela a su vez que aún no ha madurado el sentido de responsabilidad colectiva sobre el agua. Más allá de la transparencia en el acceso a la información, hay una clara debilidad en la generación, comunicación y organización de la misma en bases de datos.

El centralismo de Montevideo ha sido una debilidad desde siempre de la administración pública. En el caso de DINAGUA cuenta desde hace mucho tiempo con oficinas regionales y, más cerca en el tiempo, con Consejos Regionales y Comisiones de Cuenca y Acuíferos, pero persiste en muchos sentidos un exceso de centralismo en las formalidades y flujo de expedientes. Esta debilidad, que tiene consecuencias mucho mayores a las abordadas en este informe (una muy clara es la lentitud de los trámites), es particularmente perjudicial en el contexto de cambio climático, pues la adaptación siempre tiene tenores locales que se hacen difíciles de instrumentar en una estructura centralizada.

Tal vez la debilidad más importante y más generalizada a superar en los procesos de adaptación al cambio climático son las rigideces en la gestión. La centralización mencionada anteriormente es, en el fondo, un ejemplo de rigidez. Pero las mismas pueden ser de tipo técnico (parámetros que hay que rever o eliminar), de procedimiento, legales, etc. En las recomendaciones se hacen sugerencias sobre aspectos a flexibilizar, una estrategia clave para la generación de adaptabilidad.

## 9.4.4 | Fortalezas

Como ya fue indicado anteriormente, las fortalezas son muchas veces la contracara de las debilidades, sobre todo cuando hay ya en marcha procesos de transformación. Una de las características primordiales de la adaptación al cambio climático es que requiere de enfoques transversales y por ende necesita de la existencia de una institucionalidad acorde. La instrumentación de consejos regionales y comisiones de cuenca, si bien incipientes, constituyen una fortaleza notoria en este sentido.

Las experiencias de las juntas regionales de riego en aquellas regiones con tradición de riego (generalmente vinculadas al sector arrocero) constituyen también un aprendizaje cultural y de funcionamiento que hay que capitalizar.

El nivel de formalización de las autorizaciones de agua en Uruguay, si bien siempre imperfecto, es destacable a nivel regional y constituye una fortaleza. Las experiencias del MGAP con el SNIG y los planes de uso del suelo, y de DINAGUA con los recientes relevamientos de aprovechamientos de agua, constituyen un paso más que ayuda, por un lado, a disponer de mayor información y, por otro, a generar una cultura de buenas prácticas en la gestión de los recursos naturales.

La línea de trabajo en inundaciones urbanas dentro de DINAGUA incorpora ya el abordaje de gestión de riesgos que se promueve en este informe para la adaptación al cambio climático. Si bien es muy poco lo que se puede decir a partir de la información disponible sobre tendencias en eventos de lluvias intensas a nivel multihorario, el abordaje actual en planificación territorial y experiencias incipientes de monitoreo y alerta en tiempo real (por ejemplo Durazno) constituyen fortalezas en relación a la adaptabilidad de las medidas frente a eventuales escenarios.

La existencia del 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, representa un contexto ideal para el fortalecimiento de capacidades y coordinación de esfuerzos con países limítrofes en el caso de aguas transfronterizas a través del Comité Intergubernamental de la Cuenca del Plata (CIC).

## 9.5 | Recomendaciones

Como se ha dicho, los escenarios presentados son de carácter exclusivamente hidro-meteorológico y la vulnerabilidad en sentido amplio tiene otras dimensiones que escapan a lo estrictamente climático e hidrológico pero que han sido incluidas en el análisis FODA y también se tienen en cuenta en las recomendaciones.

Se pretende detectar líneas de acción concretas que reduzcan la vulnerabilidad, manteniéndose alerta a las amenazas, corrigiendo las debilidades y potenciando fortalezas y oportunidades. La priorización espacial de algunas de las medidas recomendadas se define tras el análisis de los modelos de gestión con los criterios expuestos en los apartados anteriores, que atañe directamente a la gestión del agua y señalará aquellas cuencas y cursos donde la vulnerabilidad del recurso es mayor y por ende la vulnerabilidad socio-económica asociada también lo será.

A continuación se describen las principales recomendaciones:

### Cuantificar y reducir incertidumbres mejorando el "conocimiento hidro-climático"

**Incorporar una red de monitoreo continuo, orientado a la gestión, que sea accesible al público en tiempo real.** Incluir exigencias de monitoreo a los usuarios asociado a las autorizaciones de derechos de uso del agua.

**Explorar nuevas tecnologías de monitoreo y transmisión de datos.** Estas medidas tienden a generar, lentamente, una cultura de transparencia y responsabilidad en el uso del agua, a la vez que viabilizan la incorporación de modalidades de autorización condicionales tal como se presenta más abajo.

**Mantener una línea de desarrollo de capacidad de modelación con énfasis en atender los problemas que surgen de la gestión.** Aquí se destaca el monitoreo y modelación de caudales mínimos que son decisivos a la hora de gestionar el recurso y sobre los cuales tenemos muy poca información. En este tema también se debe explorar la conexión con las aguas subterráneas.

### Identificar intervenciones tecnológicas y de infraestructuras

Flexibilizar criterios técnicos y legales en la adjudicación de derechos de agua. Por ejemplo, incorporar derechos condicionales a determinado criterio de monitoreo (que debe existir y poder verificarse), derechos acoplados entre más de una solicitud (por ejemplo, embalse para garantía de tomas; embalse en cuenca de aporte de autorización existente).

Evaluación continua de criterios a nivel de las comisiones de cuenca. Revisión de condiciones de la autorización en renovaciones de acuerdo a evaluación general en la cuenca y cambios que puedan haber ocurrido en la oferta y/o demanda de agua. Mantener esta capacidad de adaptación continua es clave. Se deben explicitar reglas claras para viabilizar nuevas tecnologías como embalses multi-propósito. Por ejemplo, condiciones de concesión del recurso y asociación público-privada, expropiación de terrenos, posibilidad y modalidad de cobro de canon, posibilidad de transporte por los cursos, etc. En los primeros proyectos, DINAGUA inevitablemente deberá co-liderar el proceso, respaldada en la transparencia de explicitar las reglas de juego.

### Identificar intervenciones de políticas y arreglos institucionales

La gestión integral de los recursos hídricos es, por sí misma, un tema transversal y la nueva institucionalidad en construcción (COASAS, Consejos Regionales, Comités de Cuenca) empieza a reflejar este aspecto. Si se le suma la mirada del cambio climático, el tema se vuelve aún más transversal y pone en cuestión si el presente arreglo institucional es capaz de afrontar estos desafíos. La responsabilidad de la gestión del agua está hoy en una dirección nacional dentro de un ministerio, pero hay dependencias de otros ministerios, con otra perspectiva e intereses, fuertemente involucradas.

Recomendamos analizar la conveniencia de generar un arreglo institucional que pueda tener una visión más balanceada para afrontar los desafíos de adaptación. Las razones a favor y en contra de una medida de este tipo exceden a la temática del cambio climático, simplemente señalamos que ayudaría a tener una institucionalidad con mayor capacidad adaptativa.

El proceso de adaptación continua se desarrolla fluidamente a nivel local, donde la flexibilidad, capacidad de atender las particularidades y el acceso a la información es mayor. La descentralización de la gestión de los recursos hídricos (ya encaminada) es por ello una medida positiva en el proceso de adaptación y debe ir acompañada de una provisión adecuada de herramientas técnicas (de monitoreo y modelación) en apoyo a la gestión, dado que generalmente no se tiene la escala suficiente a nivel local para desarrollarlas. Como se mencionó anteriormente, una de las debilidades del sistema es la falta de una cultura que fomente la responsabilidad en el uso del agua. También se señaló como amenaza el tema de la aceptación social de nuevos emprendimientos (por ejemplo, embalses) debido a su impacto ambiental. Estos y otros aspectos ponen de manifiesto la necesidad de un trabajo de educación, comunicación y difusión a largo plazo. El mismo debe llevarse a cabo con los socios que corresponda en cada caso: entidades públicas (por ejemplo OSE, DINAMA, intendencias) o privadas (ONGs, asociaciones de productores, etc.).



# 10.0

---

**PROYECCIONES Y  
ASUNTOS CRÍTICOS**

# 10.0

## PROYECCIONES Y ASUNTOS CRÍTICOS

Se presenta un análisis de escenarios climáticos en base a las tendencias de variabilidad climática a nivel nacional y se analizan las tendencias a futuro en los sectores vinculados al agua. Esta información podrá ser insumo para el planteo de escenarios prospectivos en mayor detalle a nivel de cuenca y acuífero, lo cual se desarrollará en los planes a esta escala. Posteriormente se presentan los principales asuntos críticos por grupo temático.

### 10.1 | Escenarios hidroclimáticos

En base a los resultados presentados en el capítulo Variabilidad y Cambio Climático, considerando la importancia de comprender la variabilidad climática actual y mejorar la capacidad de adaptación para afrontar cambios climáticos futuros, se toman los siguientes escenarios:

- E0** | Precipitación (P) y Evapotranspiración potencial (ETP actual)
- E1** | Precipitación resultante incrementando un 5 % el valor actual (P actual + 5 %) y manteniendo ETP actual (ETP actual)
- E2** | Precipitación resultante disminuyendo un 5 % el valor actual (P actual - 5 %) y manteniendo ETP actual (ETP actual)
- E3** | Precipitación actual (Pact) y ETP actual incrementada un 10 % (ETP actual + 10 %)

Para la generación de escenarios se simuló series sintéticas de 100 años a partir de una serie de datos históricos de 30 años de precipitación y evapotranspiración potencial (ETP).

De esta forma se obtiene la precipitación media mensual con un incremento de 5 % y una reducción de 5 % (figura 10.1) y la ETP con un incremento de 10 % (figura 10.2) para todo el país.

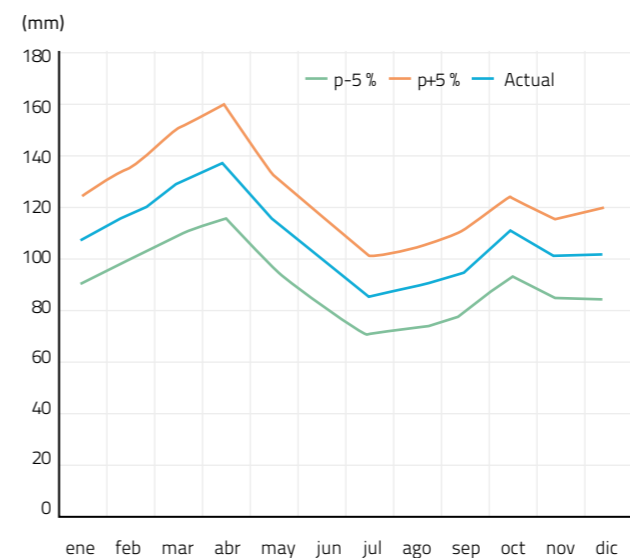


Figura 10.1 | Precipitación media (mm) actual incrementada 5 % y disminuida 5 % para todo el país | Fuente: DINAGUA-INYPSA

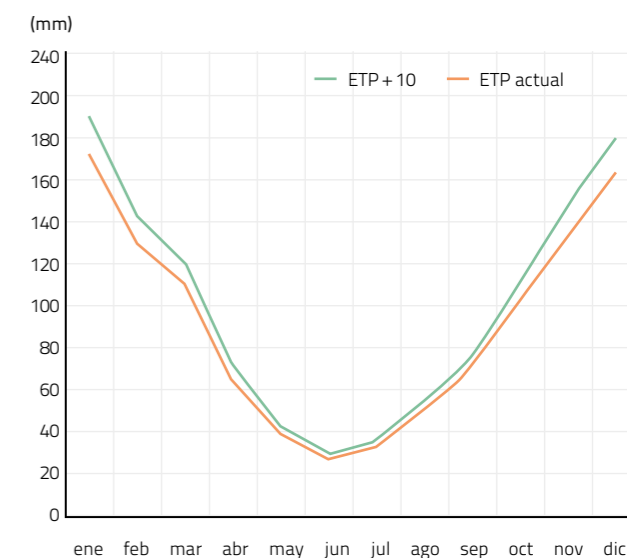


Figura 10.2 | ETP media mensual (mm) actual e incrementada 10 % para todo el país | Fuente: DINAGUA-INYPSA

Con las series sintéticas mensuales de 100 años de precipitación y de ETP se simula el modelo de Témez con los parámetros que se obtuvieron en el balance hídrico superficial, obteniéndose las series de aportaciones y de evapotranspiración real (ETR) anuales a nivel nacional, que se resumen en la siguiente tabla 10.1. Para los escenarios **E0**, **E1**, **E2** y **E3** se presenta la proporción del valor anual de la ETR y la escorrentía y la distribución mensual de la precipitación, ETP, ETR y escorrentía (figura 10.3), respectivamente para cada escenario. En el caso del escenario actual (E0) estos datos se presentan con mayor detalle en el capítulo Recursos Hídricos.

El balance hídrico se realizó además para cada una de las 314 cuencas de Nivel 3 a efectos de su utilización para evaluar el posible déficit y permitir simular la asignación local de las aguas.

Variable	E0 - serie 1981 - 2012	E1	E2	E3
Precipitación (mm)	1.3108	1.508,2	1.095,6	1.293,2
ETP (mm)	1.085,3	1.075,9	1.076,0	1.184,6
ETR (mm)	871,4	9.54,9	848,1	948,6
Escorrentía (mm)	439,4	554,1	247,9	345,2
Aportación (m³/s)	2.457,7	3.101,1	1.386,5	1.930,7
Q específico (l/s-km²)	139	17,6	7,9	10,9
<b>Aportación total (hm³/s)</b>	<b>77.507,1</b>	<b>97.795</b>	<b>43.724,6</b>	<b>60.886,2</b>

Tabla 10.1 | Componentes anuales del balance hídrico superficial para el territorio de Uruguay de la serie histórica 1981-2012 y para los escenarios considerados | Fuente: DINAGUA-INYPSA

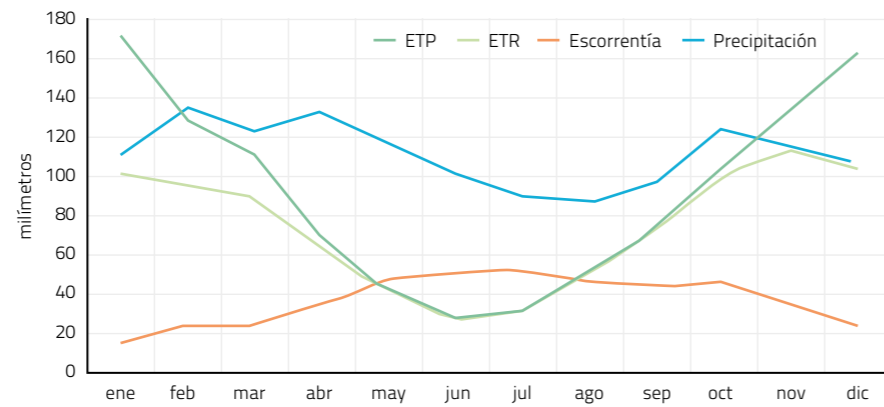
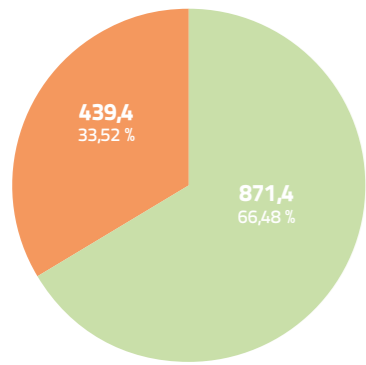


Figura 10.3 | Valor anual de ETR y escorrentía (izq) y distribución mensual de precipitación, ETP, ETR y escorrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 0 Fuente: DINAGUA-INYPSA

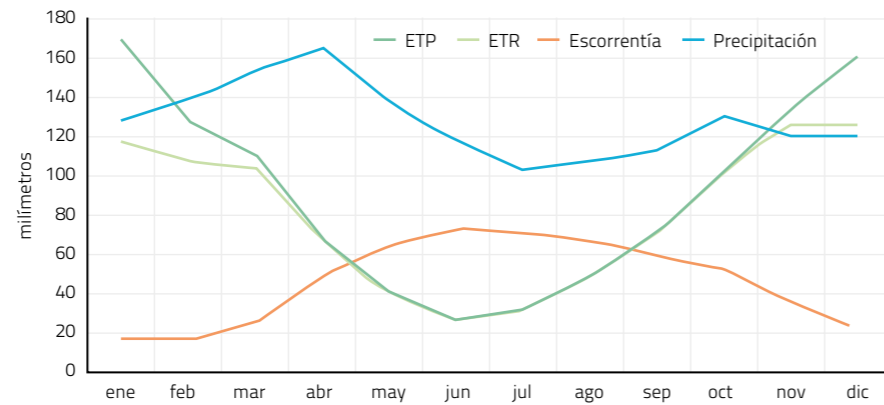
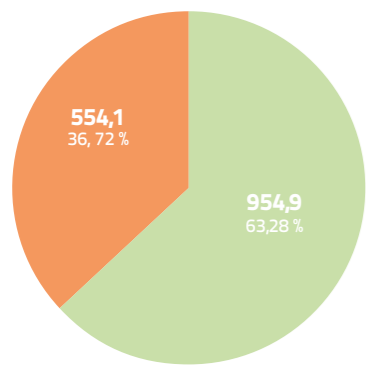


Figura 10.4 | Valor anual de ETR y escorrentía (izq.) y distribución de precipitación, la ETP, ETR y escorrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 1 Fuente: DINAGUA-INYPSA

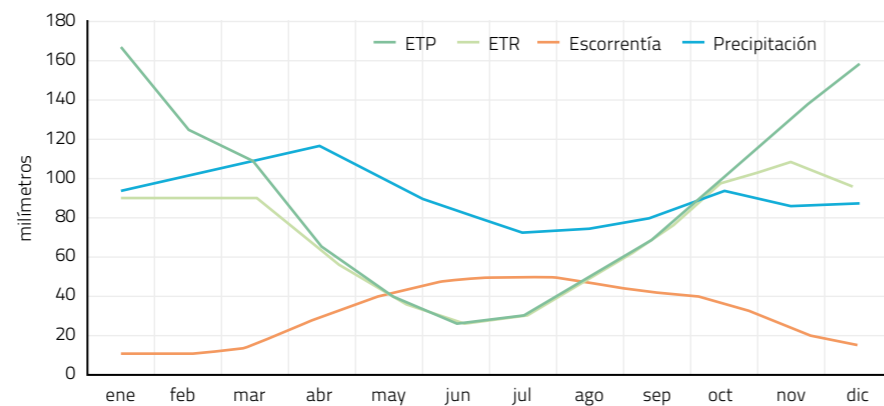
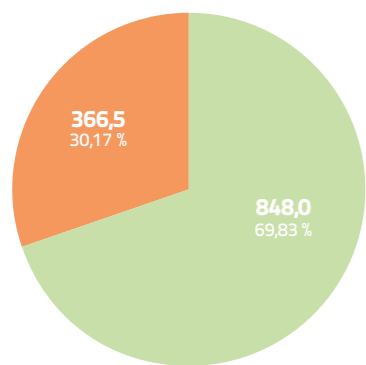


Figura 10.5 | Valor anual de ETR y escorrentía (izq.) y distribución mensual de precipitación, la ETP, ETR y escorrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 2 Fuente: DINAGUA-INYPSA

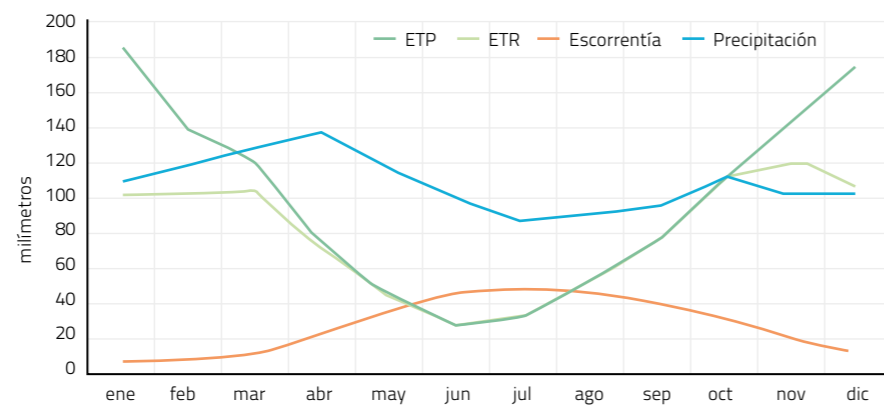
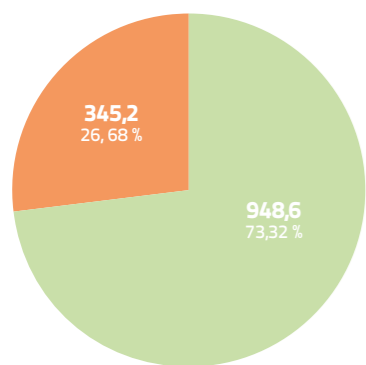


Figura 10.6 | Valor anual de ETR y escorrentía (izq.) y distribución mensual de precipitación, la ETP, ETR y escorrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 3 Fuente: DINAGUA-INYPSA

## 10.2 | Proyecciones del uso del agua

En el subcapítulo "Disponibilidad de los recursos hídricos superficiales" se identifican algunas zonas del país con restricciones para incrementar los caudales a extraer por tomas directas con los criterios actualmente aplicados. Por lo tanto, si se requiere aumentar en esas zonas los caudales captados, deberá recurrirse necesariamente a la generación de reservas mediante embalses, para poder dar cierta garantía a los aprovechamientos que requieran el uso de agua con fines de riego, abastecimiento a poblaciones o uso industrial, o recurrir a la extracción de agua subterránea, aunque sus caudales son limitados. En este sentido se deberá prestar especial atención a que las obras se realicen con adecuados procesos de construcción y de manejo posterior, con el fin de minimizar los posibles impactos ambientales.

Respecto a los usos basados en la construcción y operación de obras de almacenamiento y/o regulación, las estadísticas de referencia pueden basarse en la regionalización de los datos disponibles o en modelos de balances hídricos (ver capítulo Recursos Hídricos). De todas maneras, los valores medios de los escurrimientos acumulados anuales no dan adecuada cuenta del riesgo asociado a un determinado proyecto de aprovechamiento. En la medida en que mayoritariamente se ha tendido a la operación de obras individuales, cada proyecto ha debido considerar en su diseño el nivel de riesgo de falla admisible en relación con las dimensiones del emprendimiento y los costos de inversión necesarios. Así, las restricciones en estos casos se han orientado a que las dimensiones de las obras guarden relación con los escurrimientos anuales previstos y con los volúmenes de la demanda proyectada. Además, para estos proyectos se imponen caudales de servidumbre en verano correspondientes con las limitantes preexistentes aguas abajo, es decir, las obras de almacenamiento no deben imposibilitar el establecimiento aguas abajo de otros aprovechamientos por tomas directas en condiciones normales. Por otra parte, el uso eficiente del agua debe ser un requisito exigible a la hora de realizar proyectos y operar los sistemas, sea para riego, procesos industriales o abastecimiento a poblaciones.

### Agua potable

A continuación, se presenta el volumen de agua elevada por año diferenciado para cada región hidrográfica en base a información proporcionada por OSE (año 2014).

A ese volumen se lo incrementa un 10 % (criterio conservador) para estimar la demanda a la fuente de agua por región hidrográfica, considerando las siguientes hipótesis:

- La población urbana de cada cuenca tiene una cobertura media del 98 %
- La población rural tiene una dotación de agua bruta de 150 l/hab/día
- Las pérdidas de agua no cambian su comportamiento
- Se incrementa a un 100 % la cobertura de agua potable a nivel país
- Se asume un crecimiento en la demanda únicamente asociado al crecimiento poblacional, crecimiento relevado por INE

No se prevé un aumento importante de la demanda de agua para las poblaciones. Éste acompañará el crecimiento demográfico y es posible que tenga aumentos diferenciales si la población continúa migrando internamente hacia las grandes ciudades.

En la zona sur del país, la prioridad del uso del agua será en la cuenca del río Santa Lucía para el abastecimiento a poblaciones. Si bien no se espera un incremento importante de la demanda, la disponibilidad de agua en la cuenca es baja y ya se requiere de la construcción de nuevas reservas para el Sistema Metropolitano de Montevideo.

Región hidrográfica	Agua elevada (hm <sup>3</sup> )	Agua demandada (hm <sup>3</sup> )
Río Uruguay	62	68
Laguna Merín	11	12
Río de la Plata y Frente Marítimo	274	302
<b>Totales</b>	<b>347</b>	<b>382</b>

Tabla 10.2 | Distribución de la demanda anual por región hidrográfica

Año	Río Uruguay	Laguna Merín	Río de la Plata y Frente Marítimo	Total (hm <sup>3</sup> )
2015	72	13	314	399
2020	74	14	320	407
2025	75	14	326	414
2030	76	14	331	421
2035	77	14	336	427

Tabla 10.3 | Demanda anual estimada incrementada un 10 % para el 100 % de cobertura del país por región hidrográfica

## Agua para el sector agropecuario

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca está llevando a cabo un proyecto de desarrollo de la agricultura regada en el Uruguay, en cuyo marco se ha redactado el documento: *Estrategia de Desarrollo de la Agricultura Regada en Uruguay* (enero 2015).

En el análisis presentado en este documento se parte de una situación inicial, con un área bajo riego de 181.000 ha de arroz y de 55.000 ha de otros cultivos (excluyendo horti-fruticultura y caña de azúcar), y se elaboran tres escenarios de crecimiento del área bajo riego (tendencial, medio y alto) hasta el año 2045, sin discriminar la distribución espacial. Con el objeto de estimar la demanda de agua para riego agrícola asociada a estos escenarios de crecimiento se han considerado las siguientes hipótesis:

- Del incremento del área regada estimado por el MGAP, se estima que el 70 % corresponde a cultivos agrícolas y el 30 % al riego de pasturas.

- Se toma como referencia las dotaciones de agua promedio por hectárea incluidas en la resolución del MGAP del 14/05/2003, "Aprobación de normas técnicas sobre el uso del agua para riego", la cual es utilizada por DGRN-MGAP en la aprobación de los planes de uso de suelo y agua. (Tabla 10.4).
- Para el riego del arroz se asigna el promedio ponderado por área sembrada en la última zafra. Para el resto de los cultivos, el consumo asignado es el promedio a nivel país.
- Los criterios de dotaciones de agua son independientes del método de riego, asumiéndose un promedio de dotación de agua de los posibles sistemas a ser utilizados: superficial (eficiencia 50 %), aspersión (70 %) o localizado (85 %).
- En el caso particular de los cultivos agrícolas (maíz), el promedio se construye excluyendo el sistema de riego localizado (utilizado en pequeñas áreas).

### Necesidad bruta de riego (mm)

Cultivo	Zona Sur			Zona Este			Zona Norte		
	S	A	L	S	A	L	S	A	L
Maíz	736	526	433	454	324	267	824	589	485
Manzano	-	-	562	-	-	303	-	-	665
Durazno	-	-	440	-	-	180	-	-	526
Tomate	714	510	420	322	230	189	-	-	476
Pastura	778	556	-	582	416	-	1.008	720	-
Naranja	-	-	627	-	-	222	-	-	625
Arroz	1.500	-	-	1.200	-	-	1.500	-	-

S = Superficial | 50 % eficiencia      A = Aspersión | 70 % eficiencia      L = Localizado | 85 % eficiencia

Tabla 10.4 | Dotación de agua por hectárea y por tipo de cultivo (Res. MGAP del 14/05/2003)

Cultivo	Ciclo (días)	Zona Sur			Zona Este			Zona Norte		
		S	A	L	S	A	L	S	A	L
Maíz	110	0,77	0,55	0,46	0,48	0,34	0,28	0,87	0,62	0,51
Manzano	260	-	-	0,25	-	-	0,13	-	-	0,3
Durazno	200	-	-	0,25	-	-	0,1	-	-	0,3
Tomate	160	0,52	0,37	0,26	0,23	0,17	-	-	-	0,34
Pastura	180	0,5	0,36	-	0,37	0,27	-	0,65	0,5	-
Naranja	280	-	-	0,26	-	-	0,1	-	-	0,26
Arroz	-	1,8	-	-	1,6	-	-	1,8	-	-

S = Superficial | 50 % eficiencia      A = Aspersión | 70 % eficiencia      L = Localizado | 85 % eficiencia

Tabla 10.5 | Caudal ficticio continuo (l/s)

De la aplicación de los supuestos anteriormente mencionados resulta la demanda de agua en m<sup>3</sup> para los tres escenarios considerados: tendencial (tabla 10.6), medio (tabla 10.7) y alto (tabla 10.8). Para comparar estas demandas con la disponibilidad debemos tener en cuenta la situación actual y la incertidumbre que suma el considerar diferentes escenarios climáticos. Ya se ha visto además que los usos actuales y la disponibilidad varían de una región a otra y que los permisos de riego ya otorgados suman en todo el país volúmenes del orden de los 3.600 hm<sup>3</sup>. Por otra parte, existe una restricción en la Cuenca del río Negro debido a los requerimientos de uso de las centrales hidroeléctricas de UTE que condicionan no sólo la captación por toma directa sino también la construcción de embalses para reserva de agua.

Crecimiento tendencial (año)	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Área bajo riego (sin arroz) (ha)	60.800	68.050	75.300	82.550	89.800	97.050
Área cult. agrícola (70 %) (ha)	42.560	47.635	52.710	57.785	62.860	67.935
Área cult. pasturas (30 %) (ha)	18.240	20.415	22.590	24.765	26.940	29.115
Dotación cult. agríc. (m <sup>3</sup> /ha)	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755
Dotación cult. pasturas (m <sup>3</sup> /ha)	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767
Demanda total (sin arroz) (hm <sup>3</sup> )	368	412	456	500	540	588
Área de arroz bajo riego (ha)	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000
Demanda total arroz (hm <sup>3</sup> )	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534
Crecimiento tendencial demanda	2.902	2.946	2.990	3.034	3.078	3.122

Tabla 10.6 | Estimación de la demanda anual correspondiente al crecimiento del área de riego en el escenario de crecimiento tendencial

Crecimiento medio (año)	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Área bajo riego (sin arroz) (ha)	74.816	107.351	151.253	204.759	234.986	271.656
Área cult. agrícola (70 %) (ha)	52.371	75.146	105.877	143.331	164.490	190.159
Área cult. pasturas (30 %) (ha)	22.446	32.205	45.376	61.428	70.496	81.497
Dotación cult. agríc. (m <sup>3</sup> /ha)	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755
Dotación cult. pasturas (m <sup>3</sup> /ha)	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767
Demanda total (sin arroz) (hm <sup>3</sup> )	453	650	916	1.241	1.424	1.646
Área de arroz bajo riego (ha)	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000
Demanda total arroz (hm <sup>3</sup> )	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534
Crecimiento medio demanda	2.987	3.184	3.450	3.7755	3.958	4.180

Tabla 10.7 | Estimación de la demanda anual correspondiente al crecimiento del área de riego en el escenario de crecimiento medio

Crecimiento alto (año)	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Área bajo riego (sin arroz) (ha)	90.830	163.661	232.154	285.506	324.256	363.006
Área cult. agrícola (70 %) (ha)	63.581	114.563	162.508	199.854	226.979	254.104
Área cult. pasturas (30 %) (ha)	27.249	49.098	69.646	85.652	97.277	108.902
Dotación cult. agríc. (m³/ha)	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755	5.755
Dotación cult. pasturas (m³/ha)	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767	6.767
Demanda total (sin arroz) (hm³)	550	992	1.407	1.730	1.965	2.199
Área de arroz bajo riego (ha)	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000	181.000
Demanda total arroz (hm³)	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534	2.534
Crecimiento alto demanda	3.084	3.526	3.941	4.264	4.449	4.733

**Tabla 10.8** | Estimación de la demanda anual correspondiente al crecimiento del área de riego en el escenario de crecimiento alto

De acuerdo a las proyecciones, se prevé el aumento de la demanda para riego agrícola de cultivos tradicionalmente de secano. Es de esperar que el riego de cultivos como maíz y soja se implemente en aquellas zonas donde actualmente se concentra la producción de estos cultivos y donde existan posibilidades de contar con el agua suficiente. Por esta razón entendemos que la posibilidad de aumento del riego se concentrará en la cuenca del río Uruguay, donde se ubica el 88 % del área dedicada a cultivos de verano. En esta zona, sin aumentar el área sembrada, se podrán obtener mejores rendimientos proveyendo el agua necesaria en épocas de lluvias escasas. Las tierras arrosables se encuentran acotadas y en esas áreas se continuará con el riego de arroz, pero sin aumento de la demanda. El riego de praderas se distribuirá en todas las cuencas, en función de las disponibilidades y los costos asociados.

El MGAP ha iniciado estudios con el objetivo de analizar el aprovechamiento con fines de riego en las cuencas de los ríos Arapey, San Salvador y Yí, en todos los casos considerando la necesidad de recurrir a embalses para asegurar los caudales requeridos para ese uso.

Con respecto al consumo de agua para abrevadero de ganado, la proyección del rodeo nacional es difícil de estimar dadas las características del sector y la coyuntura de los precios agrícolas repercutirá en el área destinada a la ganadería. Lo que es claro que ha sucedido en estos últimos tiempos es una mejora en los índices productivos y a su vez una disminución real de la edad de faena. En base al comportamiento histórico de los últimos 20 años, asumimos que el rodeo nacional no tendrá variación significativa las próximas décadas.

## Nuevas obras de generación hidroeléctrica

En materia de hidrogenación en pequeña escala o Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH), UTE y la Dirección de Energía del MIEM han promovido la elaboración de estudios de posibles localizaciones analizando todos los cursos de agua del país. Se analizó la entidad de las obras civiles necesarias para represar las aguas, el equipamiento adecuado y los impactos ambientales derivados. Se estableció un ordenamiento de sitios posibles, según determinados parámetros de selección. Se deduce que la viabilidad de una PCH está condicionada a que las mismas se instalen en obras ya construidas y/o en presas con fines múltiples. En efecto, el factor preponderante de los costos resulta ser la obra civil, la que normalmente implica la construcción de un cierre muy extenso, dada la topografía del país. El MIEM ha propuesto que para las represas de uso mixto (generación hidroeléctrica y riego) con capacidad de generación menor a 10 MW la prioridad de uso sea para riego, de esta forma se genera energía eléctrica cuando el agua se usa para regar o cuando hay excedentes.

Por fuera de la hidroeléctrica convencional, UTE tiene en fase de estudio tres sitios para instalar usinas de acumulación y bombeo. Estas obras contribuyen a cubrir las oscilaciones del sistema en virtud de la creciente potencia eólica a instalar.

## Agua para el sector industrial

Para la planificación de la política energética del MIEM, CINVE construye escenarios socioeconómicos para 2012-2035, en base a datos obtenidos en 2013. La proyección del PIB para los diferentes sectores se muestra en la tabla 10.9 y se especifica para los ramos de la industria manufacturera en las tablas 10.10.

### Cuentas nacionales (variación anual del PIB y PB sectoriales)

Año	PIB Uruguay	Actividades primarias	Construcción	Transporte y comunicaciones	Comercios, restaurantes y hoteles	Industria manufacturera	Otros servicios
2013-2015	3,4 %	1,4 %	-0,8 %	8,3 %	3,6 %	2,6 %	3,0 %
2016-2020	3,7 %	3,6 %	-1,4 %	7,9 %	2,2 %	2,9 %	3,9 %
2021-2025	3,7 %	2,6 %	0,6 %	8,5 %	2,8 %	2,6 %	2,7 %
2026-2030	3,7 %	1,6 %	1,6 %	9,7 %	3,4 %	2,1 %	2,7 %
2031-2035	3,5 %	2,2 %	1,1 %	8,7 %	2,7 %	2,5 %	2,6 %

**Tabla 10.9** | Proyecciones escenario central para los diferentes sectores  
Fuente: CINVE, 2013

### Industria manufacturera (variación anual de los VAB sectoriales)

Año	Otras industrias alimenticias	Papel	Metálicas, maquinarias y equipos	Textil y cueros	Cemento, cal y yeso	Frigoríficos
2013-2015	1,2 %	18,1 %	2,4 %	-7,3 %	4,5 %	4,8 %
2016-2020	5,0 %	3,2 %	-1,0 %	2,2 %	-2,2 %	3,6 %
2021-2025	4,3 %	2,3 %	0,5 %	0,8 %	0,6 %	4,0 %
2026-2030	3,1 %	3,0 %	1,5 %	-1,0 %	1,6 %	4,0 %
2031-2035	3,7 %	3,3 %	1,1 %	-0,1 %	1,1 %	4,3 %

### Industria manufacturera (variación anual de los VAB sectoriales)

Año	Industria láctea	Química, caucho y plástico	Bebidas y tabaco	Otras industrias manufactureras
2013-2015	6,4 %	1,3 %	2,7 %	1,7 %
2016-2020	5,3 %	3,7 %	0,7 %	3,0 %
2021-2025	5,1 %	3,7 %	1,0 %	3,2 %
2026-2030	5,1 %	3,7 %	1,8 %	3,1 %
2031-2035	5,5 %	3,0 %	1,3 %	3,2 %

**Tablas 10.10** | Proyecciones escenario central para los diferentes ramos de la industria manufacturera  
Fuente: CINVE, 2013



En la figura 10.7 se muestran las proyecciones del escenario central y de los escenarios alternativos de máxima y de mínima para algunos ramos seleccionados, teniendo en cuenta el uso de agua, en donde se observa un aumento estimado de los sectores papel, frigorífico, industrias química y láctea. Sin embargo, no se prevé que la asignación de agua para el sector industrial aumente considerablemente en forma generalizada y dado los volúmenes considerados, los mismos no afectan a la evaluación. Por otra parte, los grandes emprendimientos industriales que requieren caudales importantes (pulpa de celulosa, agua de enfriamiento de centrales térmicas) requieren un estudio de impacto ambiental previo.

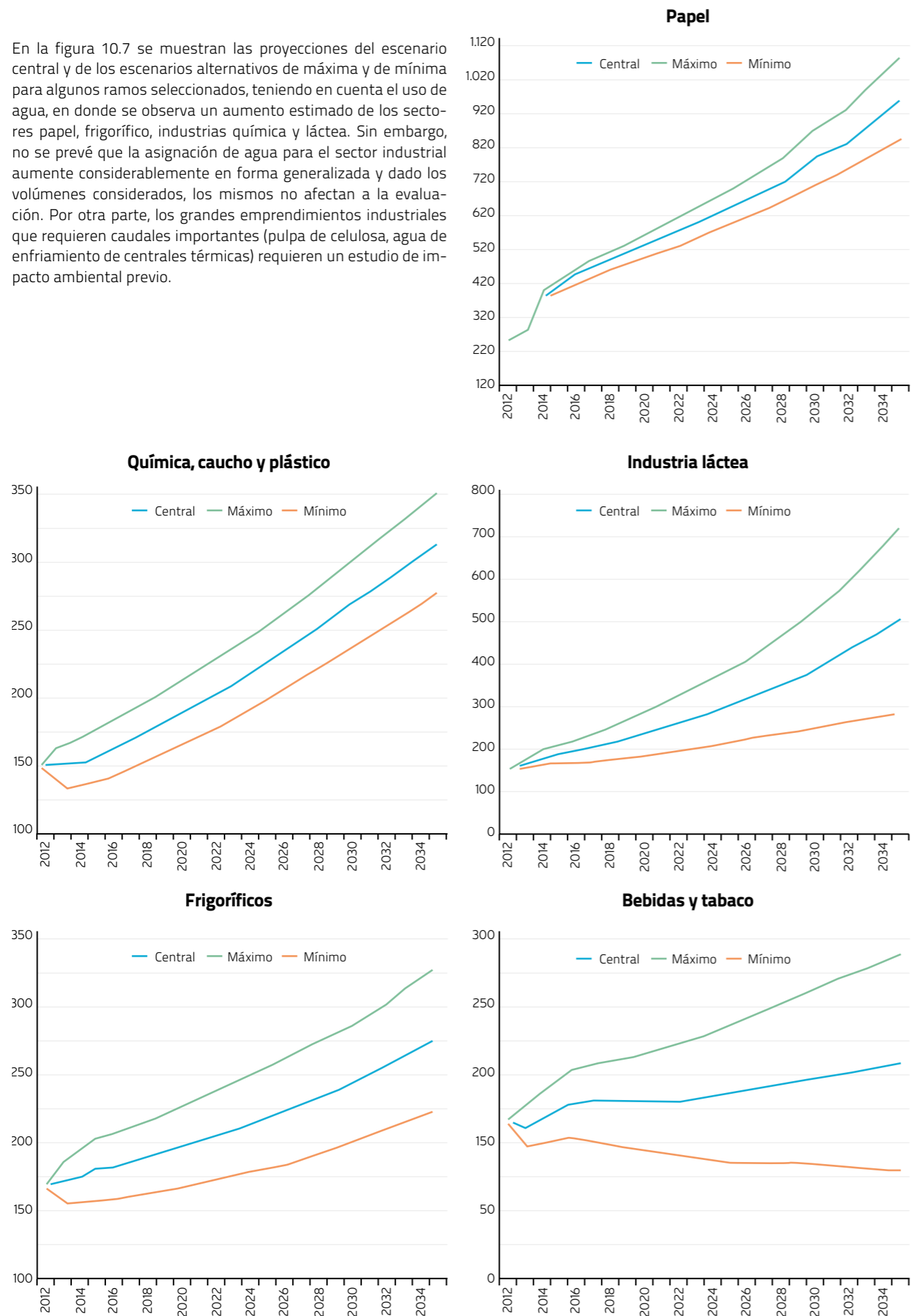


Figura 10.7 | Proyecciones de escenarios central y de máxima y mínima según ramo | Fuente: CINVE, 2013

## Agua en cantidad y calidad

Considerando las condiciones de deterioro de la calidad del agua en varios puntos del país (que se analizan en el capítulo de "Recursos hídricos") y las tendencias en el cambio de uso del suelo y de uso del agua, que constituyen fuentes de presión sobre los ecosistemas acuáticos (identificadas en el capítulo de "Usos e impactos vinculados a los recursos hídricos"), es necesario un manejo adecuado de la cuenca que incluya control de vertidos, medidas mitigatorias del enriquecimiento de nutrientes, sedimentos y otros contaminantes que llegan a los cuerpos de agua y medidas de recuperación, así como acciones para la protección de acuíferos, sumado a la integración de cantidad y calidad de aguas en los proyectos de aprovechamiento y devolución de agua en el sistema.

En el caso de que el crecimiento de la demanda necesite de la construcción de embalses para ser satisfecho, previo a la construcción de las obras y sumado a los estudios de impacto ambiental correspondientes, será necesario implementar zonas de amortiguación y restringir determinadas actividades para minimizar los transportes de nutrientes hacia los nuevos embalses, además de contar con planes de uso y manejo del suelo en las cuencas de aporte y exigir requerimientos para el manejo de las aguas embalsadas. El régimen hidrológico natural es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y para sostener su biodiversidad e integridad y, por consiguiente, para mantener los servicios ecosistémicos que se traducen en beneficios para la sociedad. En este sentido, la aplicación de caudales ambientales, reconocida mundialmente como una herramienta de gestión integrada de los recursos hídricos, permite establecer cuánto del régimen hidrológico natural y en qué calidad de un ecosistema estuarino y dulceacuícola, como por ejemplo un río, debería seguir fluyendo aguas abajo y hacia la planicie de inundación para sostener los valores característicos del ecosistema y el bienestar humano (Tharme, 2003, Conferencia de Brisbane, 2007).

Actualmente, los caudales ambientales no están incorporados como herramienta de gestión y las experiencias de aplicación son escasas. Resulta un desafío incorporar nuevas herramientas para mejorar el sistema de asignación de agua de forma que considere un marco de conservación del régimen hidrológico. Asimismo, es necesario estimular la aplicación en casos de estudio que permitan efectivizar el proceso de incorporación como herramienta de gestión. A la vez que es importante fortalecer el monitoreo hidráulico, ecológico y socioeconómico.

## Perspectivas para la gestión

Un mejor conocimiento y acceso a la información permitirá actualizar y ajustar los datos de base (balances hídricos, monitoreos de usos y caudales circulantes, parámetros de calidad) pero también los criterios y restricciones a imponer en la operación de los sistemas hidráulicos y en la regulación y control. La incorporación progresiva de información en tiempo real y el desarrollo de modelos conceptuales y matemáticos para la gestión también permitirá analizar nuevos escenarios para la utilización de la información disponible y la toma de decisiones, así como también brindará opciones para establecer reglas de operación y controles para las infraestructuras en uso. Por lo tanto, son desafíos para los próximos años: establecer mecanismos flexibles para adaptarnos a los cambios, hacer una administración eficiente de los recursos, mitigar los efectos de los eventos extremos, incorporar la gestión de riesgos frente a la variabilidad y el cambio climático y contemplar acciones para el manejo de la calidad de las aguas.

## 10.3 | Asuntos críticos

En esta sección se presentan las principales problemáticas detectadas en el análisis del diagnóstico y de las tendencias y proyecciones de uso del agua que dificultan el alcance de los objetivos del Plan Nacional de Aguas. Los problemas, identificados como asuntos críticos, se agrupan en temáticas según los objetivos del Plan que incluyen la gestión integrada para el desarrollo humano y sostenible y del riesgo hídrico, y las herramientas y capacidades necesarias para su aplicación.

A partir de los asuntos críticos identificados y de los objetivos buscados, en los programas y proyectos del Plan se proponen líneas de trabajo que actúan sobre las principales causas de los problemas con el fin de minimizarlas y llegar al logro de los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

### Grupo temático: Sustentabilidad de la cantidad y calidad del agua

Problema	Principales causas
<b>1</b> Desequilibrio entre la oferta y la demanda	Oferta de agua afectada por la variabilidad interanual y las diferencias estacionales de los volúmenes disponibles
	En algunas cuencas la disponibilidad de agua por toma directa no es suficiente para satisfacer las demandas actuales
	Según las proyecciones de demanda, aumentará el riego de los cultivos tradicionalmente de secano así como el riego de pasturas
	Existencia de zonas con poca o nula disponibilidad de agua (subterránea o superficial)
	Falta de análisis conjunto de las aguas superficiales y subterráneas
	Usos no administrados o de difícil cuantificación
<b>2</b> Pérdida de calidad de los recursos hídricos	Escasos estudios de estimación del caudal ambiental
	Cargas provenientes de fuentes difusas (agroquímicos/nutrientes, materia orgánica, material particulado)
	Aumento de la producción agrícola significando una mayor presión sobre la calidad del agua debido al uso intensivo del suelo y al incremento del uso de agroquímicos y su exportación a los cuerpos de agua
	Vertidos e infiltración de efluentes industriales, agroindustriales y domésticos sin tratamiento adecuado
	Cambios en uso del suelo y modificación del régimen hidrológico, erosión, pérdida y degradación de hábitat que llevan a la pérdida de servicios ecosistémicos
	Diseño y manejo inadecuado de obras hidráulicas que puede afectar la eficiencia del uso en cantidad y calidad de agua
	Actividades antrópicas en las áreas de recarga de acuíferos y en el entorno a las obras de aprovechamiento
	Potenciales impactos en la salud por problemas de calidad de agua   Falta de estudios de salud y contaminación
<b>3</b> Soluciones de saneamiento individual poco efectivas	Extracción de áridos de los cauces más allá de las tasas de reposición
	Prácticas inadecuadas o accidentes en el manejo de cargas peligrosas
	Pozos negros no impermeables que infiltran en condiciones no controladas
	Sistemas de recolección y disposición por barométricas insuficientes y muchas veces inadecuadas para prestar un servicio efectivo
<b>4</b> Impactos del escurrimiento de las aguas en las ciudades	Vertidos de aguas grises a cunetas, vía pública y cuerpos de agua
	Conexiones irregulares de drenaje pluvial a redes separativas de saneamiento
	Modelos de urbanización que a menudo ignoran las aguas y su comportamiento
	La gestión de la ciudad aún no tiene en cuenta la cuenca hidrográfica como unidad territorial

### Grupo temático: Agua y riesgos asociados

Problema	Principales causas
<b>5</b> Impactos de eventos extremos, sequías e inundaciones, en zonas rurales y urbanas	Escasos instrumentos y dificultades de aplicación para la gestión integral del riesgo
	Escasa información para el diseño de infraestructura pluvial urbana, estudios de inundabilidad de padrones, evaluación inmediata de las inundaciones urbanas, evaluación de eventos intensos de corta duración en el marco de la variabilidad y el cambio climático
	Baja capacidad de resiliencia de viviendas e infraestructura situadas en zonas inundables e insuficiente inversión para obras de drenaje y prevención
	Información insuficiente y falta de desarrollo de sistemas de alerta temprana de inundaciones en algunos sectores del país
<b>6</b> Potenciales riesgos asociados a la infraestructura hidráulica	Escasa capacidad para prevenir y mitigar situaciones de déficit hídrico
	Falta de regulación de alcance nacional sobre seguridad de presas
	Obras de defensa contra las aguas que alteran el régimen hidrológico, sin regulación adecuada

### Grupo temático: Herramientas y capacidades para la gestión integrada

Problema	Principales causas
<b>7</b> Normativa dispersa y desactualizada	Parte de la normativa no recoge los nuevos conceptos de gestión de los recursos hídricos y los avances del conocimiento
	Superposición de competencias y vacíos legales
<b>8</b> Debilidad de herramientas y procedimientos administrativos para la gestión	Desactualización de las herramientas para planificación y gestión
	Baja articulación entre los diferentes procedimientos administrativos relacionados a la gestión de los recursos hídricos, incluyendo todas las actividades vinculadas al agua en el territorio
	Requisitos de información y procedimientos desactualizados para gestionar permisos y concesiones que enlentecen y dificultan los trámites
	Baja capacidad de control y seguimiento de la ejecución de obras y de los derechos de usos del agua otorgados
<b>9</b> Información insuficiente	Ausencia de incentivos para uso eficiente
	Sistemas de información con baja convergencia, interoperabilidad y accesibilidad
	Bases de datos en algunos casos incompletas
	Dificultades para desarrollo, operación y mantenimiento de los sistemas de información
<b>10</b> Debilidad inter e intra institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos	Programas de monitoreo desactualizados con escasa coordinación entre las redes hidrométrica, meteorológica y de calidad de aguas superficial y subterránea
	Bajo conocimiento de los caudales y volúmenes efectivamente usados
	Estructura y capacidades técnicas y operativas para la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos no adaptadas a los nuevos requerimientos
<b>11</b> Debilidad en la divulgación, formación e investigación en la temática del agua frente a los nuevos desafíos para la gestión	Ámbitos de participación en desarrollo
	Gestión sectorial con baja coordinación interinstitucional
	Debilidad en las estrategias de comunicación que promuevan la participación activa
	Baja articulación entre los requerimientos para la gestión y la investigación y formación de recursos humanos

# 11.0

**DIRECTRICES, PROGRAMAS,  
PROYECTOS Y METAS**

# 11.0

## DIRECTRICES, PROGRAMAS, PROYECTOS Y METAS

### 11.1 | Programas y proyectos

Los programas y proyectos se formulan en base a los objetivos del Plan, considerando el diagnóstico, los asuntos críticos identificados y las directrices como orientadoras de acciones estratégicas.

Estos programas y proyectos, a su vez, se nutren de todos aquellos programas, proyectos y actividades que son llevados a cabo por las instituciones que inciden directa o indirectamente en el uso, manejo y conservación del agua.

Los programas se agrupan según la lógica de generación de valor (figura 11.1). Los tres primeros programas se relacionan directamente con los tres objetivos del plan y son los impactos y resul-

tados esperados, proponen acciones para la gestión integrada de las aguas haciendo énfasis en la dimensión sustentable y de riesgo. Los programas 04, 05, 06 y 07 son los productos y procesos que contribuyen a lograr los impactos y resultados; incluyen los instrumentos de gestión, los planes de gestión integrada y el sistema de información y modelos. Los programas 08, 09 y 10 tienden a generar las capacidades de base para el logro de los objetivos: monitoreo de cantidad y calidad, fortalecimiento y coordinación interinstitucional, y educación e investigación.

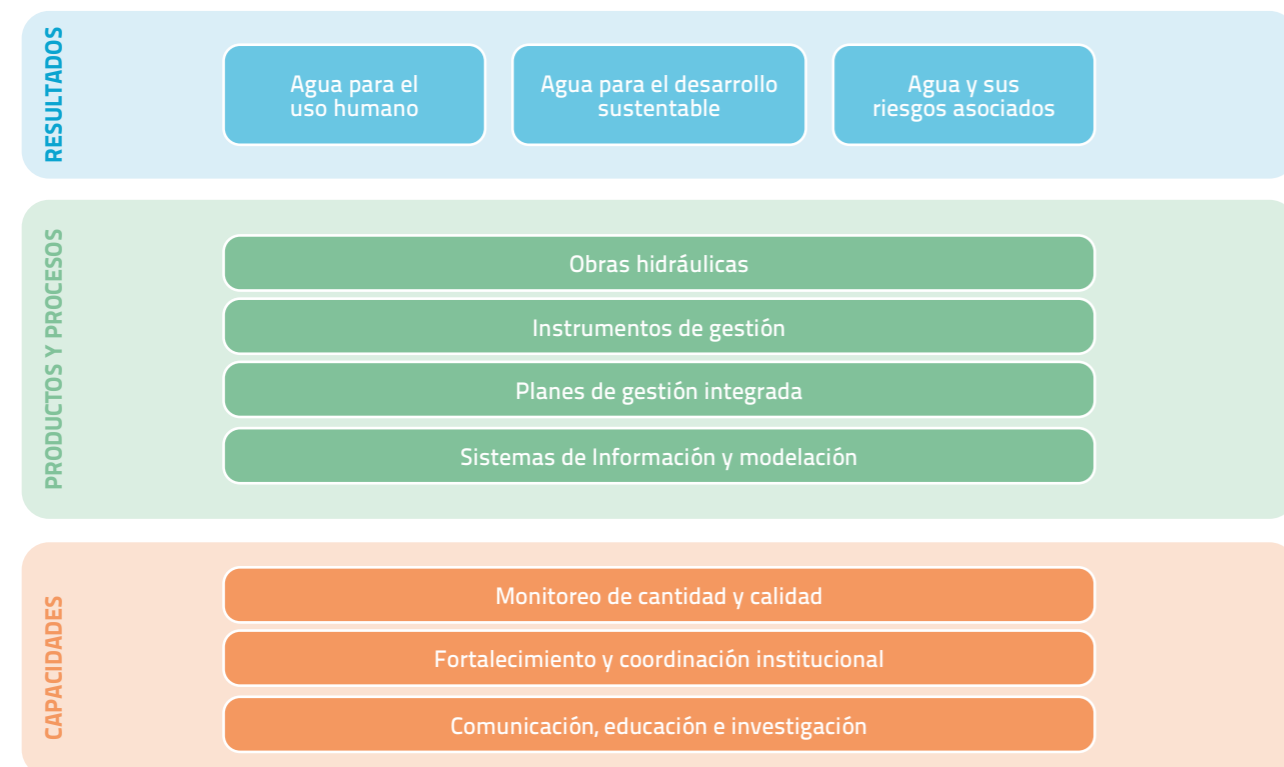


Figura 11.1 | Mapa estratégico

Para cada programa se presenta su objetivo y su fundamentación.

Dentro de cada programa se incluyen proyectos con diferentes líneas de acción para la concreción de los objetivos y mejora de la gestión; algunos son continuación de trabajos ya iniciados, otros proponen nuevas actividades.

Los proyectos constan de una descripción, la definición de los responsables por su ejecución, los actores principales que aportarán para su implementación y las metas para su concreción.

	Programa		Descripción	Proyectos
Impactos y resultados	P01	Agua para el desarrollo sustentable	Incorpora la dimensión ambiental a la gestión integrada de los recursos hídricos mediante medidas de preservación, mitigación de los impactos y restauración de los ecosistemas, gestión del riesgo de impactos puntuales, aplicación de caudales ambientales, y uso eficiente del recurso agua y producción sustentable. Tiene como principal objetivo proteger a los ecosistemas acuáticos y amortiguar o minimizar los impactos sobre el ciclo hidrológico y la calidad del agua causados por fenómenos naturales y actividades humanas y fenómenos naturales en las cuencas y acuíferos.	<p>P01/1   Medidas de preservación, mitigación de impactos y restauración de ecosistemas en las cuencas y acuíferos</p> <p>P01/2   Gestión del riesgo de impactos puntuales</p> <p>P01/3   Aplicación de caudales ambientales</p> <p>P01/4   Uso eficiente del agua</p> <p>P01/5   Recursos naturales y producción sustentable</p>
		Agua para el Uso Humano	Incluye aspectos de salud vinculados con el uso y manejo de las aguas de cuidado, atención de la calidad y cantidad de las aguas para consumo humano y abarca el objetivo de avanzar hacia el acceso universal a los servicios de agua potable y saneamiento y al manejo sustentable del drenaje de aguas pluviales.	<p>P02/1   Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje Urbano</p> <p>P02/2   Agua y salud</p> <p>P02/3   Planes de seguridad de agua</p>
		Agua y sus riesgos asociados	Desarrolla instrumentos y modelos para prevenir y gestionar los riesgos ocasionados por inundaciones y sequías.	<p>P03/1   Sistemas de alerta temprana de inundaciones</p> <p>P03/2   Implementación de instrumentos de gestión de riesgo de inundaciones</p> <p>P03/3   Directrices e instrumentos para la gestión de sequías</p>
Productos y procesos	P04	Diseño y gestión de obras hidráulicas	Propone avances para la implementación de criterios y herramientas de gestión de riesgo en el diseño y gestión de las obras hidráulicas.	<p>P04/1   Seguridad de represas</p> <p>P04/2   Obras de defensa</p>
		Instrumentos específicos de gestión	Introduce cambios en la modalidad de trabajo y en los instrumentos necesarios para facilitar la gestión integrada. Incluye la armonización del marco legal para la gestión de los recursos hídricos, la reingeniería de procesos internos de la DINAGUA y el análisis de los posibles instrumentos económicos a utilizar.	<p>P05/1   Armonización del marco legal para la gestión de los recursos hídricos</p> <p>P05/2   Actualización de la gestión</p> <p>P05/3   Instrumentos económicos para la gestión</p>
		Planes de gestión integrada de recursos hídricos	Propone el logro de planes para la gestión de los recursos hídricos en distintas escalas a nivel territorial: de regiones hidrográficas, cuencas, acuíferos y zonas urbanas, y para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo las cuencas y/o acuíferos transfronterizos.	<p>P06/1   Planes de gestión integrada de recursos hídricos de las tres regiones hidrográficas, cuencas y acuíferos</p> <p>P06/2   Planes de aguas urbanas</p> <p>P06/3   Gestión de cuencas y acuíferos transfronterizos</p>
Capacidades	P07	Sistemas de información y modelos	Reúne y organiza datos para constituir información que, apoyada en modelos conceptuales y matemáticos, soporta la toma de decisión para la planificación y la gestión de los recursos hídricos.	<p>P07/1   Sistema de Información Ambiental</p> <p>P07/2   Sistema de Información Hídrica</p> <p>P07/3   Modelos conceptuales y matemáticos de cuencas y acuíferos</p> <p>P07/4   Salas de situación y pronóstico de corto y mediano plazo</p>
		Monitoreo de cantidad y calidad	Establece un sistema de redes de monitoreo para realizar un seguimiento del estado, de la cantidad y de la calidad de los recursos hídricos de las aguas superficiales y subterráneas, mediante el conocimiento de variables hidro-meteorológicas y ambientales.	<p>P08/1   Sistema de monitoreo en cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas</p>
		Fortalecimiento y coordinación institucional	Propone fortalecer al MVOTMA y en particular a la DINAGUA e incrementar la coordinación interinstitucional para llevar a cabo la gestión de las aguas en consonancia con las disposiciones de la Ley de Política Nacional de Aguas.	<p>P09/1   Readecuación de la estructura y las capacidades técnicas y operativas del MVOTMA</p> <p>P09/2   Fortalecimiento técnico y del ámbito participativo de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y de las Comisiones de Cuenca y Acuíferos</p>
Capacidades	P10	Educación para el agua, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades	Promueve la cultura del agua, la formación y capacitación permanente para el desarrollo de diferentes disciplinas vinculadas con los recursos hídricos y el desarrollo de investigaciones e innovaciones que contribuyan a mejorar su gestión.	<p>P10/1   Educación para el agua</p> <p>P10/2   Comunicación</p> <p>P10/3   Promoción de líneas de investigación e innovación</p> <p>P10/4   Formación y capacitación permanente de los recursos humanos</p>

# P01

## AGUA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

### OBJETIVO

Proteger los ecosistemas acuáticos y minimizar los impactos sobre el ciclo hidrológico y la calidad del agua causados por fenómenos naturales y actividades humanas en las cuencas y acuíferos.

### FUNDAMENTACIÓN

El agua es un factor determinante para el desarrollo del país. Ese desarrollo debe ser armonioso y contemplar los aspectos ambientales, sociales y económicos. El deterioro de la calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos, que intensifica las limitaciones de disponibilidad del recurso hídrico, genera preocupación en la sociedad y conflictos entre los usuarios. La actividad antrópica en el territorio, los cambios en el uso del suelo, la modificación del régimen hidrológico y la erosión natural, y fundamentalmente antrópica, inciden sobre la morfología de los cauces, la calidad de cursos de agua y la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, los usos del suelo en las áreas de recarga de acuíferos y el régimen de extracción impactan sobre la calidad y cantidad de las aguas subterráneas. La política de aguas pone énfasis en incluir la prevención del deterioro de la calidad del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos.

En este sentido, se requiere aplicar herramientas de gestión que ofrezcan soluciones a las problemáticas de pérdida de servicios ecosistémicos, que repercuten en la calidad y disponibilidad del agua, buscando prevenir y revertir los procesos de degradación, estableciendo medidas de preservación, mitigación de impactos y restauración en las cuencas y los acuíferos.

Por otra parte, desde los ámbitos de participación corresponde analizar la situación en cada cuenca y generar acuerdos para la aplicación de las medidas.

Se trata de un tema muy complejo y a raíz de ello existen múltiples aspectos a tener en cuenta. Se requerirá de investigación, desarrollo y experiencias de campo.

En este programa se incluyen líneas de trabajo para el análisis y la propuesta de las herramientas a aplicar.

La implementación a nivel de cuenca (estudios, programa, aplicación en el territorio) formará parte de los planes de gestión de cuencas y acuíferos.



Casupá, Florida

## DESCRIPCIÓN

Se formularán directrices que aporten a la incorporación de la conservación y uso sustentable del agua y de los ecosistemas a nivel de cuencas y acuíferos en la gestión integrada de los recursos hídricos, a fin de articular con calidad del ambiente, áreas protegidas, estrategia de biodiversidad, ordenamiento territorial y compromisos internacionales como la Convención Ramsar y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, entre otros.

Se establecerán objetivos de calidad para la protección de los ecosistemas acuáticos de aplicación a todos los cuerpos de agua del país, a partir de los cuales se pautarán los planes, programas y acciones que se desarrollen en torno a la evaluación y control de las fuentes de contaminación de las aguas. Si bien existe una propuesta en este sentido para la modificación del Decreto N° 253, se prevé la revisión y ajuste de la normativa y el ajuste de objetivos en base al avance en el conocimiento y la aplicación de los mismos.

Se elaborarán criterios para establecer y articular medidas de gestión que se aplican actualmente y las que resulten necesarias para la preservación, mitigación de impactos y restauración de ecosistemas en las cuencas y medidas de protección de acuíferos.

Las medidas de preservación apuntan a la conservación de los ecosistemas en la cuenca y sus servicios ecosistémicos asociados (ej.: medidas aplicadas en los planes de áreas protegidas, estrategia nacional para la conservación de la biodiversidad y del bosque nativo, así como también otras medidas a desarrollar como la estrategia de conservación de humedales y algunas acciones vinculadas a medidas de mitigación). Entre las medidas de mitigación se encuentran: mecanismos para minimizar impactos de fuentes de contaminación puntuales (por ejemplo, tratamiento de efluentes como se exige para las industrias) y difusas (zonas de amortiguación, que se disponen en forma de franja a lo largo de la red hidrográfica; y prácticas recomendables asociadas a los planes de uso y manejo del suelo que se desarrollan en el proyecto 1.3), acciones recomendadas para la gestión de obras hidráulicas (diseño y manejo adecuado de obras y uso eficiente del agua), acciones de mitigación de impactos en zonas urbanas e instrumentos de ordenamiento territorial. También se incluyen medidas de restauración de ecosistemas naturales (ej. bosque nativo, humedales) y de remediación de ecosistemas acuáticos y de obras hidráulicas.

Los criterios establecerán bases para el relevamiento de información, identificación del origen de las cargas contaminantes y su cuantificación, identificación de las áreas de mayor valor ecológico y tramos sometidos a presión, identificación de zonas a preservar y restaurar, definición de medidas, estrategias de implementación y de priorización. Se establecerán indicadores de los procesos y herramientas para el seguimiento y control.

Para el caso de los acuíferos, el conocimiento actual de las zonas de recarga es escaso y requiere investigación en la mayoría de los casos. Se identificarán los criterios para el desarrollo de las actividades en el territorio en áreas de recarga y en el entorno de las obras de captación de aguas subterráneas. Es necesario insistir y profundizar

en la protección de las zonas de recarga de los acuíferos, incorporando medidas de protección a los instrumentos de gestión de las instituciones competentes (planes de ordenamiento territorial) y elaborar programas específicos de protección.

La implementación para cada cuenca y acuífero formará parte de los planes específicos de gestión integrada de cuencas y de acuíferos. En una primera etapa se trabajará en cuencas prioritarias utilizadas como fuente de abastecimiento de agua para las poblaciones, como la del río Santa Lucía y las de las lagunas del Sauce y del Cisne donde actualmente se están aplicando medidas de acción. Se continuará con la implementación efectiva, se realizará el seguimiento de este proceso y se extenderá a otras cuencas. Se requiere un seguimiento continuo y actualizaciones periódicas de la metodología aplicada en función del avance en el conocimiento y de los resultados prácticos.

En este marco se continuará articulando y profundizando con otros instrumentos de la gestión que contribuyen a mejorar el impacto y los resultados sobre la conservación del ambiente como la evaluación de impacto ambiental, la evaluación ambiental estratégica, los permisos de vertidos u otros, cuando corresponda.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA

**Actores clave** | Direcciones del MVOTMA (DINAGUA, DINAMA, DINOT, DINAVI) y SNRCC, MGAP, MIEM, MRREE, Gobiernos departamentales y locales, unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación (UdelaR, INIA), usuarios y sociedad civil.

## METAS

**Año 1** | Formulación de directrices para incorporar la conservación y uso sustentable del agua en la GIRH. Formulación de objetivos de calidad para la protección del ecosistema. Evaluación de la implementación de los planes de acción en cuencas del río Santa Lucía, laguna del Sauce y laguna del Cisne.

**Año 2** | Elaboración de criterios para establecer medidas de gestión para la preservación, mitigación de impactos y restauración de ecosistemas en las cuencas y medidas de protección de acuíferos. Revisión y ajuste de la normativa y objetivos.

**Años 2-5** | Implementación de criterios establecidos y seguimiento de las recomendaciones definidas, revisión y ajuste de metodologías.

**Años 2 y siguientes** | Incorporación de medidas mitigatorias y de conservación en los planes de cuenca y acuífero.

## ETAPA

**En ejecución** | Revisión de normativa. Definición de valores objetivos de calidad (Mesa Técnica del Agua) e implementación de planes de acción en cuencas del río Santa Lucía, laguna del Sauce y laguna del Cisne.

## DESCRIPCIÓN

En el análisis de los riesgos a los que están sometidos los cuerpos de agua ameritan un tratamiento especial debido a eventos puntuales de poca probabilidad de ocurrencia y de alto impacto, como ser derrames intencionales o accidentales de sustancias peligrosas (hidrocarburos, productos químicos) o altas concentraciones de materia orgánica (lixiviado de basuras, líquidos residuales industriales, etc.), y es necesario contar con protocolos para disminución de riesgos y mitigación de impactos.

En particular el transporte fluvial, terrestre o aéreo de sustancias peligrosas debe ser objeto de especial atención en el análisis de impacto de descargas a los cuerpos de agua o áreas de recarga de acuíferos.

El proyecto tiene como objetivo generar estos protocolos de gestión del riesgo de impactos puntuales con la participación de todas las instituciones involucradas, para su aplicación a nivel nacional y su inclusión en los planes de gestión de cuencas y acuíferos.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA

**Actores clave** | DINAGUA, DINAMA, MTOP, MDN, SINAE, MGAP, MIEM, Gobiernos departamentales y locales.

## METAS

**Año 1** | Creación de grupo de trabajo y formulación de líneas de acción.

**Año 2** | Protocolos para atención de riesgos de impactos puntuales elaborados. Difusión.

**Año 3** | Herramientas para gestión de riesgo disponibles en todo el territorio.

## ETAPA

**Iniciado en 2017**

## DESCRIPCIÓN

La aplicación de caudales ambientales es reconocida mundialmente como una herramienta de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH). El caudal ambiental establece cuánto del régimen hidrológico natural y en qué calidad de un ecosistema estuarino y dulceacuícola, como por ejemplo un río, debería seguir fluyendo aguas abajo y hacia la planicie de inundación para sostener los valores característicos del ecosistema y el bienestar humano (Tharme, 2003, Conferencia de Brisbane, 2007). Este proyecto comprende el desarrollo de una estrategia interinstitucional de aplicación de caudales ambientales como herramienta de GIRH para la aplicación a corto plazo con información e instrumentos disponibles, realizando los ajustes necesarios para incorporarlo en la gestión; y mejorar la aplicación metodológica, la capacidad institucional y la apropiación de la temática a mediano y largo plazo.

## La estrategia de trabajo incluye:

- a | Revisión de instrumentos actuales e información disponible: relevamiento de antecedentes, revisión de criterios actuales, revisión de asignación de derechos de aguas, medidas en momentos de escasez, instrumentos vinculados como EIA, EAE, planes de áreas protegidas, criterios para vertidos.
- b | Definición de criterios y ámbitos de aplicación y propuesta de implementación.
- c | Evaluación de implicancias en la gestión: normativa, instrumentos de gestión, mejoras necesarias en la red de monitoreo de cantidad y de calidad de agua, mediciones de uso del agua y necesidades de investigación y difusión.
- d | Capacitación a nivel institucional para incorporar los conceptos básicos y metodológicos, integrando experiencias nacionales y regionales.
- e | Desarrollo de un programa de investigación y aplicación de caudales ambientales en casos de estudio replicables en otras cuencas. Para esto, es necesario, según el método de aplicación, aplicar cálculos hidrológicos, desarrollar modelación hidrológica e hidrodinámica, relevamiento de campo que alimente la modelación, monitoreo ecológico, análisis socioeconómico y análisis integrado.
- f | Comunicación para la aplicación y la apropiación de la temática y difusión de lecciones aprendidas. Fortalecimiento de los ámbitos de participación y Juntas de Riego como espacios de difusión, resolución de conflictos y toma de decisión acordada.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA, DINAMA)

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA, unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación, UdelaR, UNESCO.

## METAS

**Año 2** | Desarrollo de estrategia de aplicación de caudales ambientales y capacitación.

**Años 2-3** | Implementación de la estrategia en cuencas de estudio.

**Años 2-5** | Aplicación a casos de estudio.

**Año 5 y siguientes** | Extensión de la aplicación.

## ETAPA

**En ejecución** | iniciado en 2016

## DESCRIPCIÓN

Formulación de estrategia para promover los diferentes usos del agua de forma eficiente. El agua es un factor de desarrollo que es utilizado con diferentes intereses y por diferentes sectores. Este programa se focaliza en la promoción de tecnología, buenas prácticas, programas/proyectos y acciones puntuales que permitan optimizar el uso del agua, disminuir la demanda, evitar pérdidas, reutilizar, cosechar, almacenar, tratar, etc.

Sobre la base de que aproximadamente el 80 % del agua se utiliza en el sector agropecuario, principalmente para riego, las acciones que contribuyan a mejorar la eficiencia del riego son consideradas claves. Como ejemplo, la Estrategia de Fomento del Desarrollo del Riego del MGAP busca crear las condiciones favorables para el desarrollo del riego garantizando el uso sostenible de los recursos naturales y una mayor adaptación a la variabilidad climática actual y a los cambios climáticos futuros, así como la promoción de los planes y las buenas prácticas de riego.

A nivel del sector industrial y energético se promoverán las acciones y tecnologías que permitan favorecer la eficiencia en el uso del agua en procesos industriales, en el diseño de sistemas de tratamiento y/o equipos, o de generación de energía.

A nivel de la población en general se promoverán las acciones tendientes a hacer más eficiente el uso del agua relacionado principalmente con las prácticas culturales de consumo y reúso.

Asimismo, se promueve el desarrollo de programas de investigación, innovación y capacitación para el uso eficiente del agua y la difusión de la importancia del uso eficiente del agua.

Como antecedentes de acciones que van en este sentido se encuentra el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el sector agropecuario.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA, DINAMA)

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA, MGAP, MIEM, MINTUR, UTE, CTM, OSE, Gobiernos departamentales y locales, unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación (UdelaR, INIA), instituciones educativas, Grupo de desarrollo del riego<sup>106</sup>, Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, sistema educativo (ANEP, etc), organizaciones sectoriales.

## METAS

**Año 1** | Planteo de estrategia para promover el uso eficiente del agua incluyendo indicadores de seguimiento.

**Años 2-5** | Promoción y difusión de tecnología y buenas prácticas para el uso eficiente del agua y de programas de investigación e innovación.

**Años 5-10** | Evaluación de resultados; replanteo de investigación hacia sectores necesarios y continuación de promoción y difusión de tecnologías y buenas prácticas.

## ETAPA

**En curso**

106 | <http://www.grupodesarrolloriego.uy/>

**DESCRIPCIÓN**

En este proyecto se incluyen trabajos desarrollados por el MGAP que atienden a la conservación en cantidad y calidad del agua y su uso sustentable, relacionados con el uso del agua y suelo, productos agroquímicos y enmiendas orgánicas que sin un uso adecuado puedan afectar la calidad de suelos y aguas.

- Planes de Uso y Manejo Responsable de Suelos (DGRN) para áreas de cultivos de secano mayores a 50 ha. Objetivo principal: control de la degradación y erosión hídrica de suelos
- Planes de Lechería Sostenible (PLS) (DGRN). Objetivo principal: control de la degradación y erosión hídrica de suelos y planificación de fertilización y buenas prácticas para el reúso de efluentes.
- Planes de Uso de Suelos y Aguas para proyectos de riego (DGRN) y Normas Técnicas de riego, que exigen una planificación de rotación para evitar erosión y el uso eficiente de agua.
- Buenas Prácticas Agrícolas para la horticultura y fruticultura (DIGEGRA) que implican la conservación del recurso suelo, el uso eficiente de agua y la implementación del Programa Regional de Manejo de Plagas (DIGEGRA, DGSSAA), que fomenta prácticas de control de plagas y manejos preventivos para minimizar el uso de productos fitosanitarios.
- Código Nacional de Buenas Prácticas Forestales (DGF) que, entre otros, establece recomendaciones generales y procedimientos específicos para la conservación de recursos hídricos.
- Uso responsable de agroquímicos (DGSSAA).
- Desarrollo e implementación de la Estrategia de Fomento de Desarrollo de la Agricultura regada, que incluye temas de sustentabilidad y uso eficiente del agua. En este marco se está llevando a cabo el "Estudio de caracterización de los ríos Yí, San Salvador y Arapey con fines de riego" para desarrollar una metodología de análisis del territorio que planifique la implementación del riego en dichas cuencas.

Gran parte de los proyectos mencionados arriba forman parte de una política ya implantada y su principal desafío es mantenerla. En particular este es el ejemplo de los Planes de Uso y Manejo Responsable de Suelos (PUSA) donde ya el 100 % de la agricultura está bajo planes aprobados y las tareas actuales consisten en la fiscalización de su cumplimiento.

**RESPONSABLES**

**Unidades ejecutoras del MGAP**

**METAS**

**Año 1-2 |** Definición de otros aspectos técnicos dentro del PUSA con énfasis en su fiscalización. El 100 % de los establecimientos lecheros de la cuenca del río Santa Lucía con PLS presentado. Actualización de la base de datos de proyectos de riego del MGAP y cierre de la consultoría en las cuencas de los ríos Yí, San Salvador y Arapey.

**Años 2-3 |** Implementación de los PLS en el sur del río Negro. Mejora de los procesos administrativos para la aprobación de los proyectos de riego y su fiscalización.

**Años 2-5 |** Aplicación a casos de estudio.

**Año 5 y siguientes |** Extensión de la implementación de los PLS.

**ETAPA****En ejecución**

Muchos de estos proyectos ya están en distintas etapas de ejecución a nivel nacional.







Termas del hotel Horacio Quiroga | Salto

# P02

## AGUA PARA EL USO HUMANO

### OBJETIVOS

Asegurar la disponibilidad y gestión adecuada de agua para uso humano.

### FUNDAMENTACIÓN

El agua es esencial para la vida. El abastecimiento de agua en cantidad y calidad, el saneamiento adecuado y la higiene son necesarios para la vida y la salud de las personas y por consiguiente el acceso al agua potable y al saneamiento son derechos humanos fundamentales.

Uruguay está muy cerca de alcanzar la universalización en el acceso al agua potable. La cobertura de saneamiento alcanza al 94 % de los hogares, el 59 % cuenta con red de alcantarillado (servicio prestado en Montevideo por la intendencia departamental y en el interior por OSE) y el resto con saneamiento estático con problemas de gestión. La mayoría de los sistemas colectivos tiene planta de tratamiento de aguas residuales. Los problemas de las aguas pluviales afectan de manera importante a más de 60 ciudades del país, pero es un tema sin consideración previa específica en la legislación nacional. En este escenario, los principales desafíos a atender para alcanzar el objetivo de este programa son: aseguramiento de la disponibilidad de agua potable para la población dispersa, protección de las fuentes de agua, eficiencia en el manejo del agua, conexión de todas las viviendas con frente a redes de alcantarillado existentes, ampliación de los servicios colectivos de saneamiento, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales, soluciones de saneamiento estático ambientalmente sustentables y económicamente eficientes, gestión sustentable de las aguas pluviales desde la fuente hasta la descarga, tendiendo a una gestión integrada de todas las aguas urbanas.

Además, se requiere trabajar en el manejo adecuado de las aguas dentro de la vivienda promoviendo la higiene y contar con herramientas para monitorear y evaluar el impacto en la salud de las personas vinculado a la disponibilidad y calidad de los sistemas de agua y saneamiento, en su entorno cotidiano y en situaciones de excepción.

Los proyectos que se desarrollan dentro de este programa atienden la universalización del acceso al agua y saneamiento mediante la implementación del Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje Urbano, al desarrollo y profundización de aspectos vinculados a la salud de la población relacionados con el agua y a la incorporación de la metodología de los Planes de Seguridad de Agua como herramienta promovida por la OMS para evaluación y gestión del riesgo vinculado a la calidad y cantidad del agua utilizada para el abastecimiento a las poblaciones.

La implementación a nivel de cuenca (estudios, programa, aplicación en el territorio) formará parte de los planes de gestión de cuencas y acuíferos.

## DESCRIPCIÓN

El Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje Urbano tiene como objetivo coordinar actores y recursos para viabilizar el acceso universal y sustentable al agua potable, saneamiento y drenaje de aguas pluviales, garantizando eficiencia, eficacia y calidad de los servicios, tendiendo a una gestión sostenible y responsable de las aguas y a la mejora del hábitat de la población.

Serán lineamientos del Plan:

- Avanzar hacia a la universalización con servicios sustentables, eficientes y de precio justo (prestación en régimen de eficiencia).
- Asegurar la universalidad del acceso al agua apta para consumo humano haciendo énfasis en la población rural dispersa.
- Avanzar en la universalidad del acceso al saneamiento, haciendo énfasis en los hogares más vulnerables.
- Mejorar la calidad de vida en las ciudades a partir del manejo sustentable de sus aguas pluviales.
- Atender los principios de equidad, universalidad, continuidad, eficiencia, asequibilidad y seguridad como criterios rectores que tutelen el acceso y la utilización del agua.
- Promover la incorporación de instrumentos innovadores en la gestión de las aguas.
- Tener en cuenta las especificidades locales, las tecnologías más apropiadas y la gradualidad y progresividad para la implementación
- Promover el uso responsable y ambientalmente sustentable del recurso agua.

Será materia del Plan:

- Formular las directrices nacionales para agua potable, saneamiento y aguas pluviales.
- Incorporar la planificación y la evaluación sistemática como herramientas de la política nacional en la búsqueda de soluciones integrales y apropiadas.
- Diseñar programas y proyectos con metas establecidas para alcanzar los objetivos previstos.
- Estimar los costos económicos y financieros que permitan implementar los programas y proyectos, en particular para alcanzar de forma eficiente las metas de universalización procurando la forma de financiamiento.

- Proponer modificaciones necesarias al marco institucional y marco legal para la aplicación efectiva de los programas y proyectos
- Servir de guía para la definición de los planes de aguas de las distintas localidades, en consonancia con los instrumentos de planificación urbana.
- Promover un proceso de toma de decisiones de forma consensuada entre los actores del Estado, los usuarios y la sociedad civil.
- Contemplar para su formulación la consonancia con las demás políticas nacionales y departamentales vinculadas, en particular, con los planes de cuencas, así como con las políticas ambientales, territoriales, sociales y económicas.

Para el año 2030 la meta del Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje Urbano será alcanzar el acceso universal al agua potable y el acceso a saneamiento adecuado para toda la población.

## RESPONSABLES

Coordina | MVOTMA - DINAGUA

Actores clave | SNAAC, MSP, OSE, Gobiernos departamentales y locales, UdelaR y otros actores vinculados al sector.

## METAS

Año 1 | Formulación del plan.

Año 2 | Aprobación del plan.

## ETAPA

## En ejecución

## DESCRIPCIÓN

El agua es fundamental para la vida y la salud. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable, que respete la dignidad humana. Es un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos.

Al incluir el abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la comunidad mundial ha reconocido la importancia de su promoción como intervenciones en el desarrollo. Es por eso que los enfoques del manejo ambiental de la salud deben incorporarse en las estrategias de gestión integral de los recursos hídricos.

Este Plan Nacional de Aguas ha puesto énfasis en la mejora de la calidad de las aguas que se utilizan como fuente de abastecimiento a las poblaciones y en generar estrategias para alcanzar la cobertura universal de agua potable y el acceso al saneamiento. También promueve metodologías de vigilancia y control de los sistemas de distribución de agua como los planes de seguridad de agua.

Pero no será suficiente la cobertura universal de servicios de agua y saneamiento ni su gestión eficiente si no se acompaña con la promoción de hábitos higiénicos y con la educación formal e informal, que estimule a las personas a hacer un manejo adecuado de las aguas para ingesta, higiene personal y preparación de alimentos, así como para tener los cuidados necesarios en el manejo de las aguas residuales a nivel domiciliario y particularmente en instituciones de enseñanza y centros de salud, incluyendo también precauciones para el contacto con el agua con fines recreativos.

Por otra parte, no se dispone a nivel nacional de estudios sistemáticos que vinculen enfermedades de posible origen hídrico (tanto microbiológico como químico) con sus causas, o que permitan establecer estrategias para patrones de consumo de sustancias contenidas en el agua (por ejemplo flúor) o adoptar indicadores locales para la vigilancia de la calidad de las aguas naturales y potables.

Este proyecto propone implementar estrategias para avanzar en estos aspectos, mediante una serie de trabajos multidisciplinarios con una perspectiva de salud y desarrollo social (MSP, MIDES), donde participen las direcciones del MVOTMA, instituciones de formación e investigación (UdelaR, LATU), MEC, responsables de los servicios de agua y saneamiento (OSE, intendencias departamentales) y organismos de contralor como URSEA.

## RESPONSABLES

Coordina | MSP, MVOTMA, DINAGUA

Actores clave | MIDES, direcciones del MVOTMA, MEC, UdelaR, LATU, OSE, Gobiernos departamentales y locales, URSEA.

## METAS

Año 1 | Creación de grupo de trabajo y diseño de un programa para el abordaje de estudios epidemiológicos, patrones de consumo y posible incorporación de indicadores locales de calidad de agua.

Año 2 | Inicio de implementación del programa diseñado, mediante acuerdos, convenios, cooperación internacional. Implementar programas de educación y difusión de hábitos higiénicos y manejo seguro de las aguas. Esta línea de acción está fuertemente vinculada con el proyecto de educación y comunicación.

## ETAPA

## En ejecución

**DESCRIPCIÓN**

"El medio más efectivo de asegurar de forma consistente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua, es a través de un abordaje de evaluación y gestión del riesgo que incluya todos los pasos del abastecimiento del agua desde la fuente al consumidor" (Bartram J., 2009). Este abordaje promovido por la OMS se denomina Plan de Seguridad de Agua.

La metodología considera que las amenazas que pueden representar un riesgo potencial para la salud pública pueden ocurrir en cualquier parte del sistema de abastecimiento de agua, incluyendo la fuente de agua, el tratamiento, las redes de distribución y las instalaciones domiciliarias (Bartram J., 2009).

Teniendo en cuenta las especificidades de un sistema dado, un Plan de Seguridad de Agua debe proporcionar un marco de referencia para identificar los peligros, evaluar y gestionar los riesgos, incluidas las medidas de control, monitoreo y planes de gestión (en condiciones de rutina y excepcionales), así como la documentación relativa a todas las etapas del sistema de abastecimiento de agua. En esencia, un Plan de Seguridad de Agua es un documento o una serie de documentos para la correcta gestión basada en el conocimiento del sistema de abastecimiento de agua, que comprende tres componentes fundamentales: valoración holística del sistema, identificación de las medidas de control para los peligros identificados y gestión de planes de acción (Iriburo, A. *et al.*, 2012). Es aplicable a todo tipo de sistemas de abastecimiento de agua, independientemente de su tamaño o complejidad.

OSE viene promoviendo esta metodología de trabajo en los principales núcleos poblados del país, que actualmente se ha implantado en siete sistemas (Colonia, Dolores, Florida, Mercedes, Minas, Salto, Tacuarembó). En este proyecto se generalizará la aplicación a todo tipo de abastecimiento de agua para uso humano, incorporando además la participación de otros actores a nivel nacional y local para su formulación, divulgación y gestión.

Además, esta metodología de identificar peligros, evaluar y gestionar riesgos puede adaptarse para la planificación y gestión de cuencas.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | OSE

**Actores clave** | URSEA, MVOTMA

**Intervienen** | SINAE, CECOED, C.C.A, actores locales

**METAS**

**Año 3** | Aplicación de Planes de Seguridad de Agua en 15 sistemas nuevos, totalizando 22 sistemas.

**Año 8** | Aplicación de Planes de Seguridad de Agua en 30 sistemas nuevos, totalizando 52 sistemas.

**ETAPA**

**Iniciado**





Inundaciones en ciudad de Paysandú | Paysandú

# P03

## AGUA Y SUS RIESGOS ASOCIADOS

### OBJETIVOS

Gestionar el riesgo hídrico y minimizar los impactos ocasionados por las inundaciones y las sequías.

### FUNDAMENTACIÓN

La variabilidad en el régimen hídrico de nuestro país determina situaciones con exceso o escasez de agua que impactan y condicionan el desarrollo social y económico de la población, por lo cual es oportuno y necesario desarrollar la gestión del riesgo hídrico.

La gestión de riesgo es un proceso social complejo a través del cual se pretende lograr una reducción de los niveles de riesgo existentes en la sociedad y fomentar procesos de construcción de nuevas oportunidades de producción y establecimiento en el territorio en condiciones de seguridad y sostenibilidad aceptables. El aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente, en general, debe desarrollarse en condiciones de seguridad dentro de los límites posibles y aceptables para la sociedad en consideración. Se concibe al riesgo como la relación entre una amenaza y la vulnerabilidad de la sociedad que recibe el impacto, es decir, como una condición latente o potencial, cuyo grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes. En esta visión, el riesgo es una condición dinámica, cambiante y teóricamente controlable.

Desde el año 2000 el 73 % de los eventos registrados por el Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) son de origen hidrometeorológico, de los cuales el 62 % corresponden a inundaciones, habiendo sido afectados alguna vez, 18 de los 19 departamentos del país. Para reducir los riesgos de inundación es necesario llevar adelante una gestión integrada del riesgo que genere instrumentos para prevenir y mitigar los daños, a la vez que para prever el evento. En este sentido, el programa propone desarrollar los sistemas de alerta temprana para poder anticipar en magnitud, duración y fecha las inundaciones y el impacto esperado. Asimismo, se debe fortalecer la capacidad de gestión de las áreas inundables para lo cual es necesario contar con mapas de riesgo de inundaciones y la implementación de otros instrumentos de reducción del riesgo a nivel de todo el territorio nacional.

Otro tema a considerar en este programa es la gestión del riesgo de sequía debido a que tiene consecuencias negativas muy importantes sobre la sociedad: impactos en las fuentes de agua para la población, impactos socio-económicos porque afecta la producción de energía, la agricultura, la ganadería, el turismo, el transporte y los usos industriales entre otros. En el sector agropecuario la Asociación Rural del Uruguay estimó las pérdidas directas por la sequía de los años 2008/2009 en más de 800 millones de dólares.

Para minimizar los impactos ocasionados por las sequías es necesario cambiar el paradigma tradicional centrado en una gestión de crisis reactiva a uno centrado en un enfoque proactivo basado en riesgos, orientado a aumentar la capacidad de respuesta y adaptación del país y crear así una mayor resiliencia ante futuros episodios de sequía, para lo cual se propone la generación de directrices para la gestión de sequías y la definición e implementación de una serie de herramientas para la prevención.

## DESCRIPCIÓN

Los sistemas de alerta temprana (SAT) generan conocimiento e información sobre el riesgo para la mejor planificación de la respuesta y los procesos posteriores. Permiten anticipar en magnitud, fecha y duración las inundaciones y dimensionar los impactos esperados. Se fundan en la conexión entre pronósticos meteorológicos con la modelación hidrológica para tener una alerta continua.

El objetivo del proyecto es llevar adelante acciones tendientes al desarrollo de un sistema de alerta temprana de inundaciones (con prioridad en ciudades con riesgos de inundación alto) y establecer una coordinación entre estos sistemas y los operados por CTM, UTE y OSE, generando de esta forma un sistema nacional de alerta temprana.

El país cuenta con avances que serán la base de este proyecto:

- Sistema de alerta del río Yí, proyecto UdelaR, INUMET, SINAE y DINAGUA coordinado por la Facultad de Ingeniería. Se trata de un modelo hidrológico-hidrodinámico de paso diario con utilización de información horaria de precipitación y caudal. El modelo incorpora pronósticos de precipitaciones y se realizan actualizaciones de los resultados del modelo cada seis horas.
- Sistema de pronósticos de afluencia al embalse de Salto Grande. Se trata de la implementación del sistema Delft-FEWS de la fundación Deltares (Holanda). Es un sistema complejo que modela la hidrología e hidrodinámica del río Uruguay y provee pronósticos de caudal de afluencia al embalse cada tres horas. Cuenta con una arquitectura moderna en servidores de base de datos (de todo el río Uruguay), modelos, gestión interna y difusión.
- Sistema de alerta temprana de UTE asociado a las represas hidroeléctricas del río Negro.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA-DINAGUA

**Actores clave** | SINAE, INUMET, CTM, UTE, OSE, UdelaR, Gobiernos departamentales, MGAP.

## METAS

**Años 1 y 2** | Completar y mejorar los sistemas de alerta de las ciudades de Durazno, Artigas/Quaraí y Treinta y Tres. Poner en conocimiento y coordinar acciones con CTM, UTE y OSE para definir el Sistema Nacional de Alerta de Inundaciones.

**Año 2** | Implementar modelos de alerta de inundaciones para Río Branco.

**Años 3-10** | Implementar modelos en otras ciudades y áreas rurales.

## ETAPA

**Iniciado en 2016**

## DESCRIPCIÓN

Este proyecto actualmente en curso busca fortalecer la capacidad de gestión de las áreas inundables mediante la elaboración de mapas de riesgo de inundaciones en todas las ciudades con problemas de inundación, así como generar una caja de herramientas acorde a las características de cada zona en el marco de la propuesta de directrices nacionales de inundación y drenaje urbano.

Los mapas son instrumentos de gestión que identifican y representan en forma gráfica los agentes generadores de riesgos de inundación, la vulnerabilidad de la población y de las actividades potencialmente afectadas y el impacto potencial sobre éstas. Al mismo tiempo, resumen las medidas a implementar. Por lo tanto, su elaboración para cada ciudad incluye el análisis de información antecedente, la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos (que se reflejan en un mapa de amenaza), estudios sociales (que se resumen en un atlas de vulnerabilidad) y urbanísticos (que se traducen en las propuestas incluidas en el mapa de riesgo).

La realización de estos mapas se dificulta muchas veces por la falta de información de base, en particular hidrológica y topográfica, la que debe ser obtenida específicamente para su elaboración.

DINAGUA ya ha avanzado en este proyecto, habiendo realizado hasta el momento 18 mapas de amenaza, ocho atlas de vulnerabilidad y seis mapas de riesgo, de los cuales cuatro han sido incorporados a planes locales de ordenamiento territorial.

Es importante que ante una amenaza las poblaciones sean capaces de resistir, adaptarse y recuperarse de sus efectos, se requiere que las mismas identifiquen sus riesgos y generen estrategias acordes a sus necesidades.

En este proyecto se propone realizar las siguientes actividades para todo el territorio nacional:

- Proponer directrices nacionales de inundaciones y drenaje urbano con el objetivo de habilitar el desarrollo de políticas nacionales y locales convergentes con el marco regulatorio nacional y orientar la implementación de manera coordinada y contemplando los avances teóricos conceptuales y tecnológicos.
- Elaborar mapas de amenaza con formato estandarizado de las ciudades en las que se cuenta con información hidráulica y topográfica suficiente.
- Realizar estudios hidráulicos e hidrológicos de los cursos de agua que no cuentan con información suficiente.
- Relevamientos topográficos.
- Instancias de coordinación con técnicos locales y población.

- Propuesta de medidas a implementar según zonas de riesgo y elaboración de mapas y propuestas.
- Incorporación de medidas al plan local de ordenamiento territorial.
- Generar y difundir información de calidad para la toma de decisiones a nivel político, técnico y de la población en general
- Identificación en el Registro de Propiedad del Ministerio de Educación y Cultura y en la Dirección Nacional de Catastro de los padrones que se han identificado como inundables.
- Evaluación de predios para conformar cartera de tierras.
- Diseñar e implementar medidas de adaptación de stock habitacional en zonas de riesgo medio y bajo.

Si bien el proyecto en curso se diseñó para atender la problemática de las inundaciones en áreas urbanas, se aplicará una metodología similar para las áreas rurales, estableciendo directrices, definiendo zonas de riesgo y proponiendo medidas a implementar para prevenir y mitigar el impacto de las inundaciones, lo que se iniciará a mediano plazo.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA-DINAGUA

**Actores clave** | MVOTMA (DINOT/DINAVI/SNRCC), MGAP, MEC, MDN, Dirección Nacional de Catastro, Gobiernos departamentales y locales.

## METAS

**Años 1-2** | Información existente sobre zonas inundables difundida a la población. Aprobar la propuesta de directrices de inundaciones y drenaje urbano.

**Años 3-4** | Protocolos de medidas de adaptación en zonas urbanas de riesgo medio o bajo y verificación en un caso.

**Años 3-5** | Padrones inundables inscriptos en registro en las ciudades con mapas de riesgo.

Elaborar directrices y generar herramientas para implementar la gestión de riesgo de inundaciones en áreas rurales.

**Años 1-10** | Informes de inundabilidad de padrones y vivienda a solicitud de DINAVI e intendencias departamentales.

**Año 10** | Treinta mapas de riesgo elaborados.

## ETAPA

En ejecución

## DESCRIPCIÓN

El propósito de este proyecto es contar con directrices para la gestión de la sequía en todo el territorio nacional, cambiando el enfoque de gestión de crisis reactiva a un enfoque proactivo basado en riesgo y la implementación de herramientas de actuación frente a un déficit hídrico. Como antecedente, desde el año 2008 el MGAP viene trabajando en alertas tempranas y asistencia en sequías agropecuarias.

Las directrices permitirán contar con un marco para el análisis y la toma de decisiones en todo el territorio nacional. Serán elaboradas en forma participativa por el SINAIE, ministerios, en particular DINAGUA y los Consejos Regionales y Comisiones de Cuencas y Acuíferos, INUMET, intendencias, INIA, UTE, OSE, CTM y se aplicarán en todo el territorio nacional.

En forma paralela, se continuará con el desarrollo de herramientas para realizar esta gestión del riesgo de sequía, teniendo en cuenta diferentes aspectos, entre ellos:

- La conservación y eficiencia en el uso del agua (reducción de la demanda).
- La disponibilidad de obras de almacenamiento de agua para mejorar la oferta.
- La utilización eficiente de los recursos de agua subterránea.
- La reutilización y reciclaje de agua.
- El conocimiento de la vulnerabilidad de los distintos usuarios frente al déficit hídrico.
- El fortalecimiento institucional.
- La educación y sensibilización de los usuarios en la preparación ante sequías para desarrollar capacidad adaptativa y resiliencia.

A escala nacional, con un enfoque interinstitucional e involucrando de manera particular a los actores locales, se trabajará en:

- Mapas de riesgo de sequías de aguas superficiales.
- Mapas de accesibilidad a las aguas subterráneas.
- Relevamiento y difusión de buenas prácticas (en concordancia con el Programa 01).
- Identificación y priorización de acciones a ser consideradas en los ámbitos participativos (comisiones de cuenca).
- Identificación de necesidades de desarrollo de conocimiento (necesidades de monitoreo, modelación, relevamiento de aguas superficiales y subterráneas) que permitan mejorar las herramientas para la toma de decisión.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA/SNRCC)

**Actores clave** | SINAIE, OSE, MGAP, MIEM, OPP-MEF, MDN, INUMET, UdelaR, Gobiernos departamentales y locales, consejos regionales y comisiones de cuencas y acuíferos.

## METAS

**Años 1 y 2** | Completar, documentar, publicar y difundir los mapas de riesgo, mapas de accesibilidad y relevamiento de buenas prácticas realizado para la zona centro sur, como piloto a nivel nacional. Elaboración de propuestas de nuevos instrumentos.

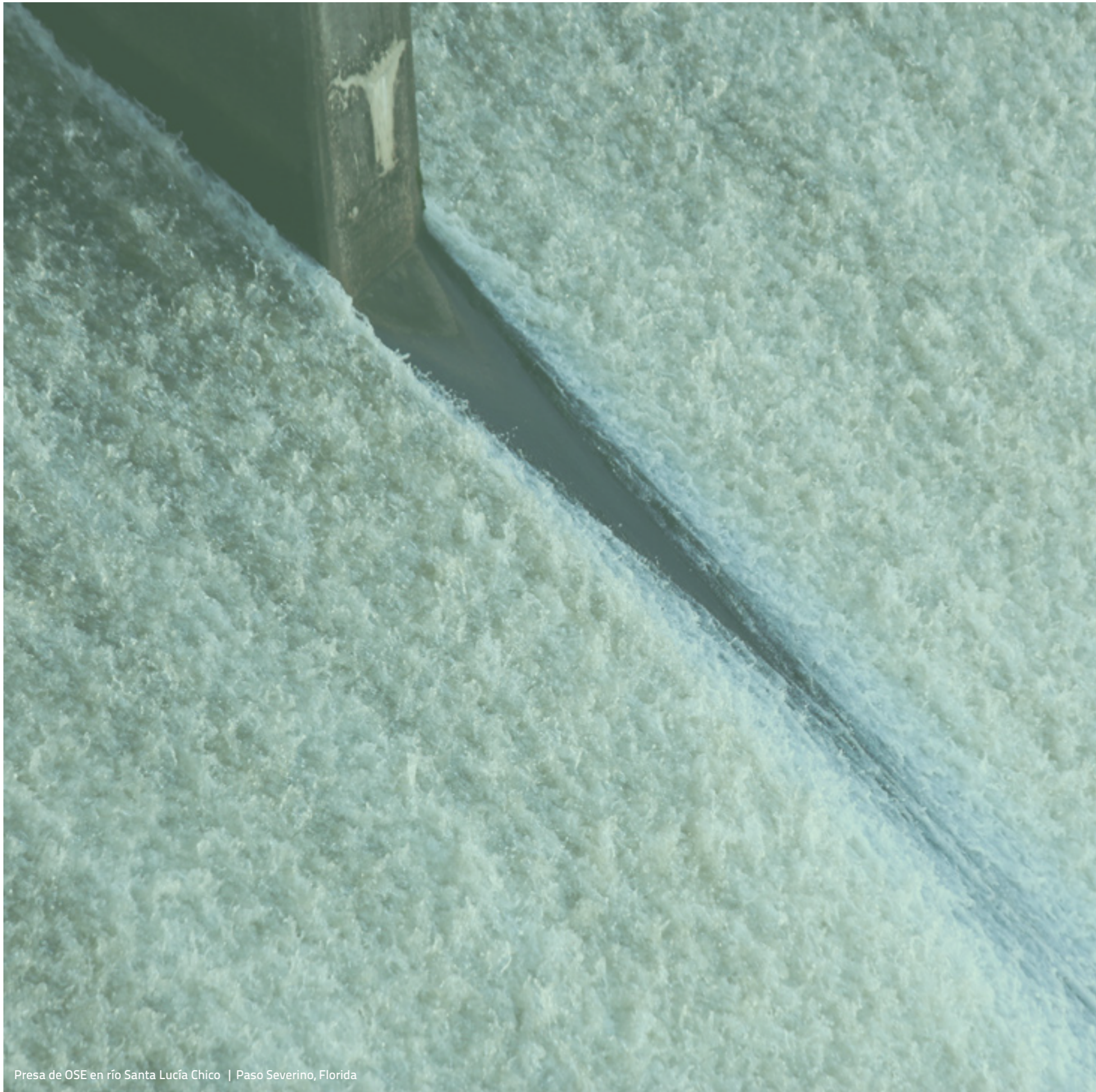
**Año 2** | Directrices para la gestión del riesgo de sequía hidrológica finalizadas.

**Años siguientes** | Aplicación de los instrumentos en el resto del país.

## ETAPA

En ejecución





# P04

## DISEÑO Y GESTIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

### OBJETIVOS

Contar con criterios y herramientas para aplicar en el diseño y gestión de las obras hidráulicas con el fin de disminuir los riesgos asociados a la gestión de los recursos hídricos.

### FUNDAMENTACIÓN

Es competencia del MVOTMA, entre otras instituciones, supervisar, vigilar y regular todas las actividades y obras públicas o privadas relativas al estudio, captación, uso, conservación y evacuación de las aguas, tanto del dominio público como privado, incluyendo requisitos para evaluaciones ambientales y estudio de impacto de obras hidráulicas.

En este programa se busca incorporar la gestión de seguridad de represas en las políticas de reducción del riesgo, así como analizar toda la problemática asociada con las obras de defensa contra las aguas.

## DESCRIPCIÓN

Para minimizar los eventuales riesgos ocasionados por la operación, manejo incorrecto o fallas estructurales de las represas públicas y privadas del país se requiere contar con un marco regulatorio de aplicación a nivel nacional que contemple el concepto de seguridad de presas en el diseño, construcción y gestión de las obras, así como en los procesos de aprobación por parte del MVOTMA y de otros organismos competentes.

En este sentido, se entendió necesario la creación de un Comité Nacional de Seguridad de Represas como forma de impulsar avances en la elaboración de normativa técnica de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de represas, incorporando los criterios más modernos a nivel mundial en materia de seguridad.

Entre los cometidos del Comité se destacan:

- a |** Estimular investigaciones técnicas y científicas y contribuir a la capacitación de profesionales promoviendo buenas prácticas en la ingeniería de represas.
- b |** Impulsar avances en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de represas.
- c |** Contribuir a la elaboración de un marco legal que considere los requisitos mínimos que deben cumplir las represas públicas y privadas, a efectos de garantizar condiciones de seguridad durante sus distintas fases (construcción, operación y abandono) de manera de reducir los riesgos asociados.
- d |** Considerar la elaboración de planes de acción durante emergencias para las presas que lo requieran y propiciar la transferencia de conocimientos a los encargados de proyectar, construir y/u operar represas con distintos fines, hacia una mejora continua.

Se formulará una propuesta de marco regulatorio recabando la opinión de técnicos especialistas y actores claves, así como de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos. Promulgado el marco regulatorio, se incorporarán los requerimientos para las obras nuevas y existentes por parte de los responsables de su diseño, construcción, gestión y abandono.

## RESPONSABLES

Comité Nacional de Seguridad de Represas integrado por SINAIE, MVOTMA, MTOP, OSE, MIEM, UTE, CTM, UdelaR y otros actores relacionados.

## METAS

**Año 1 |** Formalización del Comité Nacional de Seguridad de Represas.

**Año 3 |** Versión final de propuesta de marco regulatorio aprobado.

**Año 4 |** Instrumentación e incorporación en los procesos de diseño, construcción y gestión de las presas.

**Año 5 |** Revisión y ajustes de los procesos y de la norma.

## ETAPA

Inicio previsto para el año 2017

## DESCRIPCIÓN

A iniciativa de la Dirección Nacional de Aguas y del Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca de la laguna Merín se generó un Grupo de Trabajo integrado por autoridades y organismos competentes en la materia que elaboraron un proyecto de reglamentación del artículo 152 numeral 6° del Decreto Ley N° 14.859 del 15 de diciembre de 1978 (Código de Aguas) que se encuentra en proceso de aprobación, cuyo principal objetivo es regular la construcción de las obras de defensa.

Este proyecto generará un marco regulatorio, una metodología de gestión y un inventario de las obras de defensa contra las aguas. El marco regulatorio contendrá los derechos y obligaciones implícitos en la construcción de las obras de defensa contra las aguas, así como un procedimiento para solicitar las autorizaciones.

Promulgado el marco regulatorio y definidas las metodologías de gestión, serán ejecutadas por las distintas áreas del MVOTMA y las principales instituciones competentes (MGAP y MTOP). Se capacitará a las oficinas regionales de la DINAGUA y otras unidades organizativas para llevar adelante el proceso de regularización y aprobación de las obras hidráulicas de defensa. También se trabajará con los usuarios, así como con los espacios de participación existentes (Consejos Regionales en Recursos Hídricos y Comisiones de Cuencas).

Este proyecto está relacionado a otros programas del Plan, la mejora y reformulación de los procesos administrativos de gestión, al sistema de información hídrica, creación de marcos normativos, y espacios de resolución de conflictos a nivel de cuencas, entre otros.

## RESPONSABLES

**Coordina |** MVOTMA (DINAGUA/SNRCC)

**Actores clave |** MGAP-DGRN, MTOP-DNH, intendencias departamentales, usuarios, consejos regionales y Comisiones de Cuenca.

## METAS

**Años 1-2 |** Aprobación del Proyecto de Reglamentación del numeral 6 del Art. 152 del Código de Aguas. Creación de un inventario de obras de defensa a nivel nacional. Analizar y definir metodologías de gestión. Adecuar las capacidades de la DINAGUA para el estudio y aprobación de proyectos de este tipo.

**Año 3 |** Revisar el marco normativo (posible modificación de los artículos 150, 151 y concordantes del Código de Aguas).

**Años 3-5 |** Implementar los procesos de gestión de obras de defensa.

## ETAPA

En ejecución





Planta potabilizadora de OSE en Laguna del Cisne | Salinas, Canelones

# P05

## INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS DE GESTIÓN

### OBJETIVOS

Mejorar la modalidad de trabajo, la información y los instrumentos disponibles, para efectivizar la gestión integrada de los recursos hídricos.

### FUNDAMENTACIÓN

Para gestionar los recursos hídricos de forma integrada, es necesario una revisión de la modalidad de trabajo y el planteo de una mejora de la gestión que por un lado optimice y articule los procedimientos administrativos y sus vías de comunicación y por otro lado incorpore herramientas eficaces para la gestión. En este sentido se requiere contar con un cuerpo normativo armonizado y actualizado de acuerdo a los principios que plantea la Ley de Política Nacional de Aguas, adecuado a la evolución del conocimiento científico y tecnológico y a los cambios en las actividades que se desarrollan en el territorio.

Por su parte, los trámites que se realizan ante la DINAGUA, como las autorizaciones de obras y derechos de uso, requieren de un análisis técnico y jurídico y armonización con intervenciones de otras instituciones como planes de uso y manejo del suelo, autorizaciones de vertido e impacto ambiental. Es necesario revisar los procesos administrativos para optimizarlos y articularlos. En particular, se aplicará la tecnología disponible para facilitar toda la tramitación relacionada con la gestión de los recursos hídricos, aspecto que actualmente se está desarrollando en la reformulación del Sistema de Información Hídrica.

También se avanzará en el conocimiento de la disponibilidad de los recursos hídricos; caracterización de los usuarios, demandas y usos reales del recurso hídrico; desarrollo de modelos de simulación para la toma de decisiones de planificación y de gestión con una visión integrada; revisión de prioridades y criterios a ser incorporados en dichos modelos, entre otros.

Además se analizarán los instrumentos económicos disponibles para mejorar la gestión de los recursos hídricos, como por ejemplo la incorporación del canon y la revisión de multas, sanciones y exoneraciones que se vienen aplicando.

## DESCRIPCIÓN

Dado que la evolución del conocimiento científico y tecnológico y los cambios en las actividades que se desarrollan en el territorio requieren una adaptación permanente del marco normativo, el proyecto propone diseñar y aplicar una metodología para facilitar la actualización de las normas en forma armoniosa y continua.

En particular, la implementación de los planes de gestión de recursos hídricos a diferentes escalas requerirá de nueva normativa de carácter nacional, departamental o municipal.

Asimismo, es necesario generar una normativa adecuada para la incorporación de nuevas tecnologías disponibles (por ejemplo, imágenes satelitales, drones, etc.) para modernizar la gestión y optimizar recursos en los procesos de control y fiscalización.

Como metodología de trabajo se propone la creación de un grupo técnico, con miembros del MVOTMA, delegados de otras instituciones, especialistas y miembros de asociaciones y sociedades civiles, para la elaboración de las distintas propuestas, interactuando con las autoridades competentes y difundiendo todos los proyectos en los ámbitos de participación existentes.

Se propone cuatro líneas de trabajo:

- 1 | Revisión y armonización del marco jurídico vigente para su compatibilización con los enfoques actuales de gestión de las aguas y los avances del conocimiento. Analizar posibles modificaciones al Código de Aguas.
- 2 | Revisión y actualización del Decreto N° 253, a partir del proyecto de modificación existente. Este decreto y sus modificaciones contienen disposiciones para la clasificación de los cuerpos o cursos de agua según sus usos preponderantes, los estándares de calidad para cada uno de los usos definidos y los estándares para vertidos de efluentes al alcantarillado público, cursos de agua o infiltración en el terreno.

Estas disposiciones han sido objeto de una revisión y se está analizando una propuesta técnica que contiene un cambio de enfoque, proponiendo, en lugar de una clasificación de acuerdo al uso del agua, objetivos de calidad para la protección del ecosistema acuático de aplicación a todos los cuerpos de agua del país. Se requiere una actualización de la propuesta y la posterior aprobación.

- 3 | Revisión y modificación de reglamentaciones del MVOTMA y eventualmente otras instituciones vinculadas con los procedimientos para la gestión de las aguas, el ambiente y el territorio. En el corto plazo, se requiere generar o adecuar reglamentaciones del MVOTMA y otras instituciones para actualizar instrumentos ya existentes o resolver situaciones conflictivas o no reguladas ya identificadas. Por ejemplo la revisión de los crite-

rios para exigencia de aprobación ambiental previa y el estudio de impacto ambiental de obras y acciones relacionadas con la gestión de las aguas.

- 4 | Analizar y proponer mecanismos a aplicar para asegurar la revisión y actualización continua de la normativa en función de los avances del conocimiento y los requerimientos que surjan en la aplicación de planes y programas para la gestión integrada de los recursos hídricos.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA

**Actores clave** | MGAP, MTOP, MIEM, UdelaR, OSE, otros usuarios, sociedad civil.

## METAS

**Años 1 y 2** | Revisión del marco legal para la armonización. Propuesta de modificación del Decreto N° 253/79.

**Años 2-5** | Revisión de reglamentaciones. Propuesta de modificación del Código de Aguas.

**Años 5-15** | Propuestas de reglamentaciones varias.

## ETAPA

**En ejecución**

## DESCRIPCIÓN

Se implementará la modernización de la gestión de las aguas en todos sus aspectos y a diferentes niveles, involucrando a todos los actores y reformulando las modalidades de trabajo, con especial atención a la implementación de los programas y proyectos de este Plan de aguas. Se revisarán los procedimientos internos de trabajo de DINAGUA, MVOTMA y de otras instituciones vinculadas al agua, con el objetivo de optimizar y articular las autorizaciones de obras y derechos de uso con otras herramientas que inciden en la gestión como los planes de uso y manejo del suelo, autorizaciones de vertido, estudios y evaluación de impacto ambiental, así como los procedimientos para fiscalización y control de cumplimiento de la normativa. Es necesario además introducir tecnología que contribuya a mejorar la gestión como los Sistemas de Información Geográfica, análisis de imágenes satelitales, utilización de drones, entre otros.

Con el fin de aumentar la eficiencia y mejorar el sistema se avanzará hacia la informatización de los trámites en forma electrónica en coordinación con AGESIC. En ese sentido ya se ha desarrollado una experiencia piloto de cuatro trámites, en su etapa de ingreso de solicitud externa por parte de los interesados.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA)

**Actores clave** | direcciones de MVOTMA, MGAP, MTOP, MIEM AGESIC, usuarios.

## METAS

**Año 1** | Revisión de la modalidad de trabajo y planteo de mejoras en la gestión. Revisión de los procedimientos administrativos y propuesta de mejoras.

**Año 3** | Plan de informatización de todos los trámites de DINAGUA implementado.

**Años 2-5** | Incorporación de los cambios en la gestión. Optimización de los procedimientos administrativos.

## ETAPA

**En ejecución**

**DESCRIPCIÓN**

El logro de los objetivos propuestos para la gestión integrada de los recursos hídricos requiere acciones de todos y cada uno de los usuarios, que deben coordinarse para administrar un recurso acotado, finito, sobre todo en época de estiaje cuando su utilización es más demandada y supera la oferta. La ausencia de incentivos para el uso eficiente y coordinado producirá conflictos e ineficiencias notorias, con alto riesgo de sobreexplotar el recurso afectando negativamente el ambiente.

La posibilidad de aplicar instrumentos económicos como el cobro por el uso se encuentra establecida en el Código de Aguas del año 1979, reiterada en la Ley de Política Nacional de Aguas en 2009, y explicitada como condición en cada concesión y permiso que se otorga. Además, se requiere el análisis de otros instrumentos como las multas, sanciones y exoneraciones que se vienen aplicando sin consideraciones económicas explícitas. Este proyecto pretende articular una propuesta de cobro de un canon por el uso del agua a través de las siguientes estrategias:

- 1 | Revisión de antecedentes en el uso de multas y sanciones como incentivos económicos y propuesta de ajuste de multas y sanciones.
- 2 | Definición de objetivos, análisis de factibilidad, costos y beneficios de la aplicación de un canon por el uso y vertido de agua, así como incentivos económicos positivos (descuentos, bonificaciones) asociados a mejoras en eficiencia o bajo uso y diseño de una propuesta para su implementación.
- 3 | Lo recaudado por concepto de canon por uso, multas y sanciones se aplicará en proyectos, inversiones e investigación vinculados a la gestión de los recursos hídricos.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA - DINAGUA

**Actores clave** | MVOTMA-DINAMA, AGESIC, MEF, MGAP, MIEM, usuarios.

**METAS**

**Año 1** | Estudios de análisis de antecedentes, factibilidad, costos y beneficios y propuesta de diseño para su consideración por los actores que corresponda. Debe articularse con el resto de las políticas productivas y económicas.

**Año 2** | Diseño de proyectos piloto de implementación de distintos instrumentos económicos.

**Años 3-4** | Implementación de proyectos pilotos en cuencas a determinar.

**Año 5** | Evaluación de resultados de proyectos pilotos; ajustes e implementación en otras cuencas.

**ETAPA**

**Iniciado**





Río Santa Lucía | Montevideo y San José

# P06

## PLANES DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS

### OBJETIVOS

Formular planes de gestión integrada de los recursos hídricos para regiones hidrográficas, cuencas, acuíferos o zonas urbanas, incluyendo cuencas y acuíferos transfronterizos, en base al desarrollo de conocimiento y al involucramiento y compromiso de los distintos actores en todos los niveles.

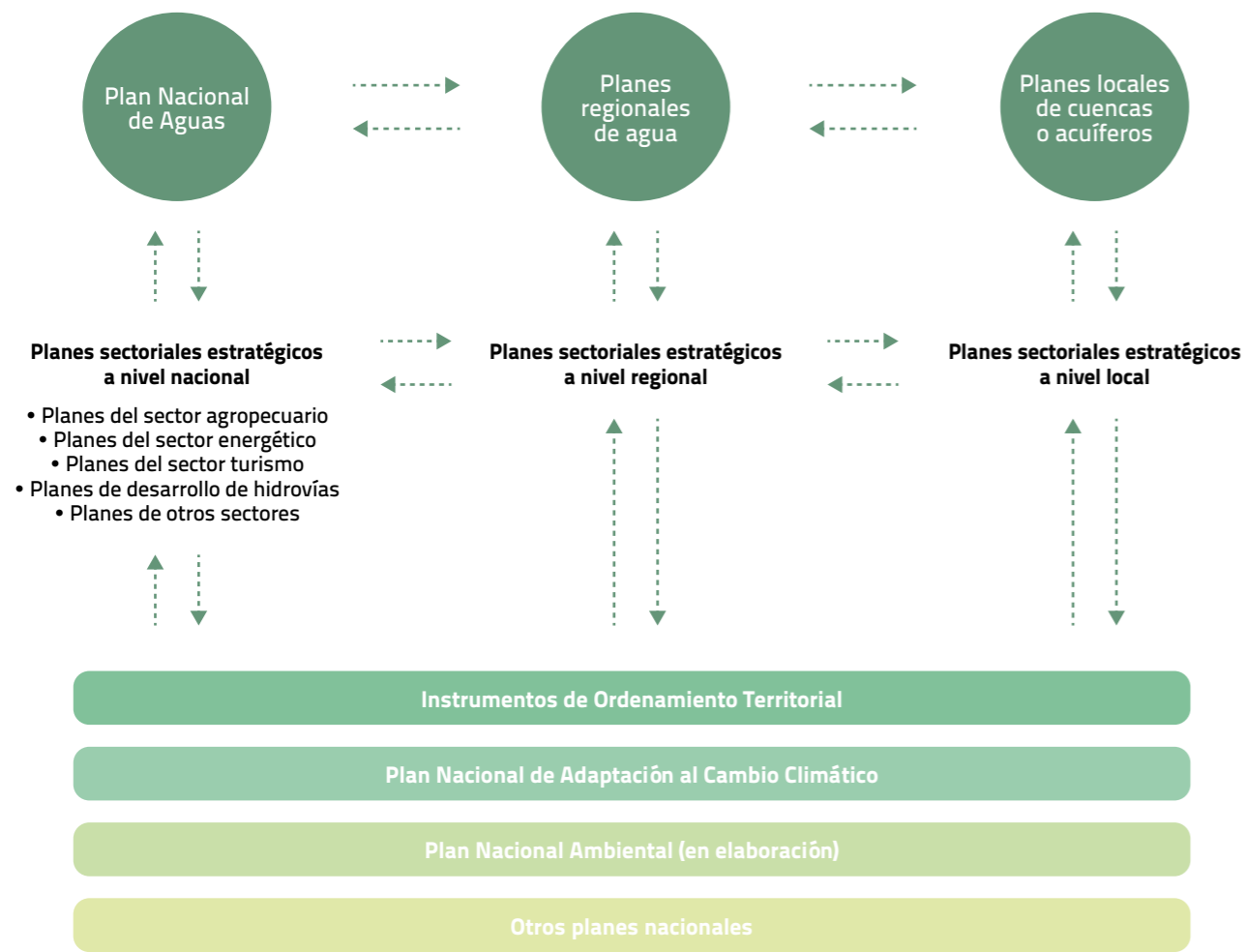
### FUNDAMENTACIÓN

La gestión de los recursos hídricos en el marco conceptual de gestión integrada supone dar respuesta en espacio y tiempo, en cantidad y calidad, a las demandas del recurso hídrico por parte de los distintos usuarios, considerando a su vez los aspectos sociales, económicos, legales y ambientales, de manera de asegurar un uso sustentable de las aguas a largo plazo. En el caso de las cuencas y acuíferos transfronterizos es imprescindible articular las acciones con los países involucrados, lo que implica en muchos casos realizar actividades o acuerdos a nivel regional o internacional.

La concepción e implementación de planes de gestión de recursos hídricos de las tres regiones hidrográficas, que cubren todo el territorio nacional, y de Planes de Cuencas y Acuíferos que serán planteados a diferentes escalas definidas oportunamente y que podrán contener planes locales, como los Planes de Aguas Urbanas (cuyo desarrollo requiere un abordaje específico), constituyen la herramienta fundamental para avanzar hacia una gestión integrada de las aguas en todo el territorio.

Los ámbitos tripartitos de gobierno, usuarios y sociedad civil organizada en los tres consejos regionales de recursos hídricos, con un fuerte apoyo técnico, serán claves para proponer políticas y encontrar soluciones a las problemáticas que surjan en cada región hidrográfica.

Los diferentes tipos de planes existentes en el territorio deberán estar vinculados y armonizados, dentro de las posibilidades, por lo tanto, también serán necesarias instancias de coordinación interinstitucional. Los instrumentos de ordenamiento territorial serán relevantes para la planificación y gestión de las cuencas. Algunos sectores estratégicos para el desarrollo del país que utilizan el recurso hídrico, como por ejemplo los sectores agropecuario, energético, turismo y transporte, requieren de planes específicos que deberán ser elaborados con una adecuada y fluida articulación interinstitucional e interdisciplinaria que permita focalizar, abordar e incorporar los aspectos sectoriales estratégicos desde una gestión integrada de los recursos hídricos. Estos planes estratégicos sectoriales deben estar en concordancia con el Plan de Aguas y deben integrarse a los planes de gestión de recursos hídricos a nivel de región, cuenca, acuífero, urbano, según corresponda.



<b>PROGRAMA 06</b>	<b>Planes de gestión integrada de recursos hídricos</b>	<b>P06</b>
<b>PROYECTO P06/1</b>	<b>PLANES DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA TRES REGIONES HIDROGRÁFICAS Y DE CUENCAS Y ACUÍFEROS</b>	<b>1</b>

**DESCRIPCIÓN**

La planificación a nivel nacional, regional y local se ejerce mediante planes que contengan los lineamientos generales de la actuación pública y privada en materia de aguas. Los planes tomarán en cuenta los criterios de cuenca hidrográfica y de acuífero, los múltiples usos del agua y los diferentes requerimientos para cada uso. Dichos planes son de formulación obligatoria y se evaluarán y revisarán periódicamente (Ley N° 18.610/009).

Los planes de las tres regiones hidrográficas Río Uruguay, Laguna Merín y Río de la Plata y Frente Marítimo y los Planes de Cuencas y Acuíferos serán elaborados en forma participativa con el liderazgo de la Autoridad de Aguas y el asesoramiento de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y de las Comisiones de Cuencas y Acuíferos, según la escala que corresponda. Los planes regionales y locales establecerán sus propios objetivos con los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Aguas y la normativa vigente a nivel nacional, regional y local. Contendrán el estado de situación, proyecciones a futuro, aspectos críticos y definirán las líneas de acción y sus metas para la gestión integrada del agua en el territorio. Se definirán estrategias para su implementación y seguimiento. Los planes serán evaluados, como parte de un proceso de planificación adaptativo.

Se deben concebir los planes de gestión integrada de los recursos hídricos de una forma holística. Asimismo, con el fin de considerar todos los aspectos de la gestión a nivel territorial se establecerán los mecanismos de coordinación, cooperación y difusión necesarios. En particular, se deberán articular con los planes sectoriales o locales con incidencia en el territorio, como por ejemplo; planes de seguridad de aguas, instrumentos de ordenamiento territorial departamentales y regionales, planes de manejos de áreas protegidas, planes de promoción de determinadas zonas turísticas y de recreación, estrategia de fomento del riego, promoción de pequeñas represas para la generación de energía, promoción de hidrovías, promoción de grandes emprendimientos, y cualquier otro plan o estrategia con incidencia territorial.

Como elementos claves, incluirán:

- Mecanismos de articulación con instrumentos específicos para la gestión, por ejemplo: derechos de uso de agua, planes de uso y manejo de suelos, instrumentos económicos, entre otros.
- Desarrollo de las herramientas técnicas específicas cuando corresponda, por ejemplo: redes de monitoreo, sistemas de información, modelos hidrológicos, entre otros.
- Identificación de aspectos que requieran el desarrollo de líneas de investigación y propuesta para su implementación.
- Mecanismos de comunicación y extensión a nivel de territorio para promover una cultura del agua, con derechos y responsabilidades, que tengan como uno de sus principios la importancia de gestionar y cuidar el recurso para futuras generaciones teniendo en cuenta la adaptación a la variabilidad y el cambio climático.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA/SNRCC, CRRH, CC y CA, MGAP, unidades técnicas de instituciones representadas, especialistas e investigadores.

**METAS**

**Años 1-5** | Formulación de planes regionales, de cuenca y acuíferos. Se priorizarán las siguientes: río Santa Lucía, laguna del Sauce, laguna del Cisne, Río Negro, Tacuarembó, Yí, Cebollatí, Cuareim, Sistema Acuífero Guaraní y acuífero Raigón. Sin perjuicio de que simultáneamente se vayan formulando los planes regionales de forma conjunta.

**Años 5-10** | Implementación, evaluación y reformulación de los planes y extensión a otras cuencas y acuíferos.

**ETAPA**

**Iniciado**

<b>DURACIÓN:</b>	<b>Largo plazo</b>	<b>P06/1</b>
------------------	--------------------	--------------

## DESCRIPCIÓN

El Plan de Aguas Urbanas (PAU) es un instrumento que otorga a cada ciudad un modelo dinámico para comprender cómo es su interacción con el agua y cuáles son sus principales conflictos y oportunidades. Considera de forma integral todas las aguas urbanas incluyendo suministro de agua potable y agua bruta, aguas residuales, aguas pluviales, cursos urbanos e inundaciones. Involucra a los actores locales, nacionales e internacionales vinculados a la temática, facilita el consenso entre los actores de diferentes niveles desde el inicio. Mediante el PAU se acuerdan los objetivos, los principios que guiarán las actuaciones, la visión futura de interacción agua y ciudad. Como resultado final, el PAU establece líneas estratégicas y de acción prioritarias junto a una cartera de proyectos con objetivos, plazos y responsabilidades acordados. Además cuenta con un análisis y jerarquización de proyectos en función de criterios como prioridad, duración, plazos, costos, etapabilidad, etc. Tiene asimismo un sistema de indicadores para medir los avances en función de las líneas estratégicas definidas.

Los planes de aguas urbanas se basan en los siguientes principios:

**Integralidad** | Integra los planes ya existentes como los planes de residuos urbanos. El análisis integral es más que la suma de los análisis sectoriales. Permite identificar nuevos problemas y potencialidades lo que redundará en proyectos de actuación diferentes.

**Reflexión, flexibilidad y evaluación continua** | La elaboración de las propuestas con información limitada y los escenarios de incertidumbre, demandan una permanente evaluación y reelaboración continua, creativa y participativa de las mismas. Se propone una cartera de múltiples proyectos coherentes entre sí y adaptados a diversas contingencias financieras que cuentan asimismo con dispositivos de evaluación en cada una de las etapas.

**Interinstitucionalidad** | Ante el convencimiento de que la planificación de las aguas urbanas, trasciende las instituciones, se conforman grupos coordinadores a nivel central y local que lideran el proceso. El diálogo entre las diferentes instituciones con diferentes lógicas de actuación, competencias y objetivos, se organiza en estos espacios.

**Construcción colectiva** | Para la elaboración del diagnóstico y en la definición de las estrategias se convoca a participar a todos los involucrados, como representantes de diferentes instituciones públicas y privadas, organizaciones de la sociedad civil y de diversos ámbitos disciplinares al tiempo que también interviene el público en general. Se rescatan y ponen en valor los diferentes saberes.

**Subsidiariedad en las acciones y fortalecimiento institucional** | Con la intención de generar una estrategia de subsidiariedad, se reconocen capacidades y competencias de las distintas instituciones tendiendo a buscar la solución a los problemas en el nivel más próximo de su origen. Al mismo tiempo se dimensionan las acciones en función de recursos disponibles.

Ya fueron realizados dos planes de aguas urbanas en la ciudad de Young y Salto y se firmó un convenio con la Intendencia de Tacuarembó para la ciudad de Paso de los Toros.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA - DINAGUA

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA/SNRCC, OSE, Gobiernos departamentales y locales.

## METAS

**Años 1-2** | Priorización y etapabilización de las ciudades a nivel nacional (hoja de ruta).

**Años 2-5** | Plan de Aguas Urbanas de Paso de los Toros y de dos ciudades más elaborados en función de la priorización y etapabilización realizada.

**Años 5-10** | Avance en planes de aguas urbanas e implementación acorde a la priorización y etapabilización.

## ETAPA

## En ejecución

## DESCRIPCIÓN

Por la naturaleza transfronteriza de sus recursos hídricos, Uruguay debe necesariamente considerar, para el diseño de sus políticas nacionales relacionadas al agua, la visión integral y regional a la hora de planificar y hacer viable la gestión de los recursos hídricos del país. Por un lado, esto representa un desafío de alta complejidad y por otro la cooperación asegura beneficios a través de acciones conjuntas consistentes con prioridades nacionales, como ser economías de escala y complementación de capacidades técnicas y tecnológicas. Incluye la búsqueda de convergencia de visiones y acuerdos con bases sólidas entre los países en materia de aguas ayuda a la convivencia en paz de la región.

Visto el nivel de cooperación alcanzado a nivel regional, puede afirmarse que actualmente están dadas las condiciones para impulsar la gestión integrada y compartida de las cuencas y acuíferos transfronterizos, dar continuidad a los logros ya alcanzados, cumplir con los compromisos generados y buscar nuevas sinergias y oportunidades de desarrollo sustentable conjunto. En este sentido se plantea avanzar hacia la gestión integrada y conjunta de las cuencas transfronterizas con una serie de actividades:

**Programa WIGOS (WMO Integrated Global Observation System-Sur de América del Sur-Cuenca del Plata)**

- Continuar con la implementación de este programa con el fin de mejorar e integrar las redes hidrometeorológicas de los países de la Cuenca del Plata, con su posible extensión a toda Sudamérica Cuenca del Plata - CIC (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay).
- Generar un sistema de información compartido entre los cinco países de la cuenca.
- Proponer proyectos para el Programa de Acciones Estratégicas.

**Cuenca del río Cuareim-Quaraí (Brasil-Uruguay)**

- Seguir completando y profundizando los estudios y las acciones que se desarrollan en la cuenca en el marco del proyecto piloto ya iniciado, con el objetivo de contar con un plan único de cuenca, considerando a todos los actores y usos, aprobado en forma binacional, adoptando un modelo de gestión conjunta.

**Cuenca del río Uruguay (trinacional: Argentina-Brasil-Uruguay)**

- Promover un ámbito institucional trinacional (argentino, brasileño, uruguayo).
- Analizar la propuesta de creación de un centro de apoyo a la gestión integral del riesgo para la cuenca del río Uruguay.

**Sistema Acuífero Guaraní**

- Recoger la experiencia del proyecto ambiental y desarrollo sostenible y de sus proyectos pilotos Salto-Concordia y Rivera-Santana do Livramento.
- Mejorar y ampliar el conocimiento cuali-cuantitativo del acuífero

**Cuenca Alta del río Negro (Brasil-Uruguay)**

- Promover el vínculo para coordinar la gestión de la cuenca alta del río Negro.
- Replicar las experiencias del Proyecto Piloto del río Cuareim-Quaraí

**Cuenca del Río de la Plata y su Frente Marítimo (Argentina-Uruguay)**

- Retomar el monitoreo conjunto realizado con FREPLATA de las aguas comunes del Río de la Plata y el Frente Marítimo necesario para la realización de evaluaciones sobre el estado de la calidad del agua y el sedimento, en consideración de las tendencias espaciales y temporales.

**Cuenca de la laguna Merín-Lagoa Mirim (Brasil-Uruguay)**

- Continuar con el fortalecimiento de organismos presentes en la cuenca como la Comisión Mixta para el desarrollo de la Cuenca de la laguna Merín (CLM), la cual tiene status de organismo internacional.
- Alcanzar la planificación y gestión conjunta binacional de la cuenca.

## RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA)

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA, MRREE, MIEM, MGAP, MINTUR, MTOP, Gobiernos departamentales, instituciones regionales y nacionales vinculadas a los recursos hídricos, usuarios, sociedad civil.

## METAS

**Años 1-2** | Formular proyectos dentro del Programa de Acciones Estratégicas de la Cuenca del Plata y de la Cuenca del río Cuareim-Quaraí (PAE).

Consolidar el sistema de información compartido entre los países de la Cuenca del Plata.

Concretar la primera reunión trinacional de la cuenca del río Uruguay hacia la creación de un ámbito permanente de coordinación y un programa de acción.

Continuar desarrollando la implementación del programa WIGOS-SAS-CP.

**Años 2-5** | Contar con un modelo de gestión y un plan único de cuenca acordado binacionalmente en la Cuenca del río Cuareim.

Formalizar acuerdos Uruguay-Brasil para planificación y gestión conjunta de la cuenca de la laguna Merín y la cuenca alta del río Negro, recogiendo la experiencia piloto del proyecto Cuareim-Quaraí.

**Años 5 y siguientes** | Planes de cuencas transfronterizas elaborados, gestión conjunta iniciada.

## ETAPA

## En ejecución



Arroyo Canelón Grande | Canelones

# P07

## SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MODELOS

### OBJETIVOS

Contar con un sistema que permita reunir y consolidar datos que se transformen en información y faciliten la toma de decisiones de los diferentes actores de los sectores públicos y privados en relación con el uso, gestión y control de los recursos hídricos.

### FUNDAMENTACIÓN

La información relacionada con los recursos hídricos está vinculada con actividades e insumos generados por otros sectores (ambiental, productivo, económico), que es necesario integrar. El sistema debe proporcionar a todos los actores información para la toma de decisiones en un marco de integración de toda la información generada por las distintas instituciones competentes, facilitando el intercambio y la complementariedad de sus actividades.

Se deberán vincular estrechamente los desarrollos que se formulen en materia de captura y procesamiento de datos básicos (redes de monitoreo y bases de datos hidrometeorológicos) con la modelación y simulación para la gestión de los recursos hídricos (entradas y salidas de los modelos).

Será necesario que los nuevos desarrollos y actualizaciones de los sistemas de gestión de datos de las distintas instituciones con competencia en la gestión de los recursos hídricos y en la gestión del ambiente y del territorio tengan una mayor convergencia e interoperabilidad (infraestructuras y aplicaciones).

Este programa promoverá:

- La convergencia e interoperabilidad entre los sistemas de información oficiales relacionados con los recursos hídricos, el ambiente y el territorio
- El acceso a la información pública relacionada con los recursos hídricos
- La calidad, disponibilidad, presentación, integridad y seguridad de la información generada.
- El proceso de generación y publicación de indicadores sobre el estado, evolución y usos de los recursos hídricos.
- El intercambio de información interna y con otros generadores y usuarios de datos externos.
- El sistema deberá ser constituido en plataforma pública libre.

Se buscará construir un sistema nacional de información de los recursos hídricos que gestione la información de interés, enmarcado en un sistema nacional de gestión que contenga y vincule, además, modelos y aplicaciones de consulta y generación de reportes a usuarios y tomadores de decisión. Este sistema debe ser lo suficientemente flexible para poder atender a las necesidades específicas de cada cuenca de acuerdo a los Planes de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

**DESCRIPCIÓN**

El proyecto consiste en desarrollar un sistema de información integral para distintos tipos de usuarios, al que se pueda acceder por internet, con el fin de mejorar la gestión del MVOTMA en todos niveles, generar información y conocimiento de calidad, intercambiar información por medios remotos con otros generadores y usuarios de datos, e incentivar la participación ciudadana. Esta información será de utilidad para planificación, estudios de impacto ambiental, diseño de nuevos proyectos, análisis de afectación, seguimiento y monitoreo de proyectos y evaluación.

El sistema vincula a las direcciones del MVOTMA (DINAMA, DINAGUA, DINOT, DGS) entre sí y con otras dependencias (ministerios, UdeLaR, otros institutos de investigación, organismos específicos, etc.). También se vinculará con otros sistemas de información como por ejemplo el Sistema Nacional de Información Agropecuaria, el Sistema de Información Territorial, el Sistema de Información Ambiental y el Sistema de Indicadores Ambientales. En aspectos de infraestructura y seguridad informática participará además el área de gobierno electrónico y tecnologías de la información. El proyecto tendrá como foco el desarrollo de infraestructuras y herramientas para compartir la información entre generadores y usuarios de datos. Los diferentes componentes del sistema podrán efectuar operaciones locales o bien ejecutar consultas sobre los datos y ser usados otros componentes del sistema.

Se desarrollarán distintos planes a nivel de seguridad lógica y física, así como, en los aspectos formales y de gestión de seguridad. Se definirá una política de seguridad, clasificación de la información, estándares internacionales basados en las buenas prácticas y procedimientos que establezcan las pautas para el procesamiento seguro de la información.

La información generada y gestionada por los sistemas de información y modelos tendrá carácter público.

**MODALIDAD DE TRABAJO**

El desarrollo del proyecto requiere la participación activa de las autoridades de las direcciones nacionales:

- En la construcción de alianzas entre las distintas direcciones del MVOTMA.
- En la construcción de alianzas con otros organismos.
- En la promoción de la gestión del cambio que conlleva la implementación del proyecto.

La implementación de los distintos productos que se definan en el marco del proyecto requerirá a su vez de la contratación de técnicos o consultorías especializadas.

Se prevé una implementación en etapas progresivas que irán desde la consolidación de los sistemas actualmente operativos en las direcciones del MVOTMA según los parámetros a definir por la dirección del proyecto; la integración progresiva de los sistemas (protocolos para intercambio de datos, herramientas comunes, políticas de seguridad y publicación); la integración progresiva con otros sistemas de datos relacionados.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA

**Actores clave** | direcciones del MVOTMA, IDE/AGESIC, UdeLaR, MGAP, INIA, INUMET, MIEM, intendencias departamentales.

**METAS**

**Año 1** | Formalización del proyecto.

**Año 2** | Elaboración de plan director para el proyecto. Pautas para la actualización, coordinación y convergencia de los sistemas de información existentes. Elaboración de términos de referencia para la ejecución de los productos identificados. Acuerdos y convenios con otras instituciones generadoras de datos. Contrataciones para la ejecución de productos especificados.

**Año 4** | Salida en producción del sistema. Diseño e implementación de procedimientos de monitoreo, evaluación, seguridad, mantenimiento y respaldos, entre otros, requeridos para la sostenibilidad del sistema.

**ETAPA**

**Iniciado**

**DESCRIPCIÓN**

Actualización tecnológica y reingeniería del Sistema de Gestión de Datos de DINAGUA (SGRH) en el marco de la construcción del Sistema de Información Ambiental. Actualmente el SGRH gestiona series estadísticas hidrológicas e información de usos de agua solicitados y registrados, en el futuro, se incorporarán otras categorías de información como, por ejemplo, la ubicación y características de infraestructuras hidráulicas que no están reguladas por la legislación vigente, pero son de interés a los efectos de la evaluación general de los sistemas hídricos. El sistema deberá integrar la información relacionada con los recursos hídricos y los sistemas de agua potable y saneamiento, tal como se menciona en el artículo 9 de la Ley de Política Nacional de Aguas y mantener al día el Inventario de Recursos Hídricos. Asimismo atenderá aspectos relacionados con la descentralización de la gestión y la planificación (Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuenca y Acuíferos). La base de datos podrá ser utilizada por diferentes servidores que contengan sistemas de gestión orientados a diferentes objetivos y almacenará datos de diversa índole, como por ejemplo:

- Datos hidrológicos, meteorológicos, de calidad de aguas, de usos de suelo, aforos, secciones de ríos, curvas altura-caudal (en un futuro curvas caudal-sedimentos, etc.), sitios de monitoreo, entre otras variables de interés.
- Además de ser una base de datos que tenga la capacidad de almacenar series temporales (y sus metadatos) deberá almacenar formatos tipo ráster tales como estimaciones de precipitaciones por radar, satélite o pronósticos climáticos.
- Información sobre ubicación y características de las obras hidráulicas y los distintos usos del agua.

Deberá vincularse estrechamente con los desarrollos que se formulen en materia de modelación y simulación para la gestión de los recursos hídricos (entradas y salidas de los modelos). Se orientará especialmente al establecimiento de mecanismos de intercambio y acceso remoto a datos (servicios web) y/o protocolos de codificación de formatos de datos generados por otras instituciones, como por ejemplo; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), Obra Sanitarias del Estado (OSE), entre otros.

Se deberá basar principalmente en las orientaciones y pautas propuestas en el ámbito del Sistema de Información Ambiental, en particular para la definición de los productos a implementar y las especificaciones técnicas de las contrataciones necesarias.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA)

**Actores clave** | MVOTMA, MGAP, INUMET, OSE, UdeLaR

**METAS**

**Año 1** | Actualización tecnológica del sistema de gestión de datos de DINAGUA (continuación de proyecto en desarrollo).

**Año 2** | Términos de referencia y adjudicación de contratos para reingeniería de gestión de datos DINAGUA. Especificación de productos de integración de información en el marco del Sistema de Información Ambiental, términos de referencia y adjudicación.

**Año 3** | Implementación del sistema y desarrollo del proceso de mejora continua.

**ETAPA**

**En ejecución**



**DESCRIPCIÓN**

Desarrollo e implementación del uso de una serie de modelos para ser utilizados como herramientas en la evaluación, planificación y gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Para evaluar, planificar y realizar la gestión de los recursos hídricos es necesario contar con herramientas para estimar la respuesta de los sistemas ante distintas hipótesis. Con la tecnología disponible, los modelos matemáticos son la herramienta indicada para apoyar la toma de decisiones en la gestión efectiva y eficaz del recurso hídrico.

A partir de la simulación de un modelo de explotación de recursos hídricos, utilizando el software que sea conveniente, se puede analizar la garantía del suministro, incluyendo aspectos de cantidad y calidad de agua, gestionar conflictos entre usos múltiples, apoyar el sistema de asignación del agua y conocer el comportamiento de los eventos críticos (sequías, escasez y degradación de la calidad de las aguas e inundaciones). La utilización de modelos de gestión de la explotación de recursos hídricos requiere y genera información, por lo cual este proyecto se relaciona estrechamente con los programas de monitoreo y sistemas de información. Para llevar adelante ese proyecto será necesario fortalecer la DINAGUA mediante la contratación de recursos humanos para sistemas de modelación y gestión, así como acordar con otros actores (INUMET, usuarios) las modalidades de operación.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA (DINAGUA/DINAMA).

**Otros actores** | INUMET, MGAP, UdelaR, institutos de investigación, usuarios.

**METAS**

**Año 2** | Completar el desarrollo de los modelos que están en proceso, validarlos y explotarlos:

- Cuenca del río Santa Lucía
- Cuenca transfronteriza del río Cuareim/Quaraí
- Sistema Acuífero Guaraní: pilotos Santana-Livramento y Salto-Concordia
- Acuífero Raigón
- Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones para Artigas y Treinta y Tres

**Años 3-5** | Incorporar nuevos modelos:

- Cuenca de la laguna del Sauce
- Cuenca de la laguna del Cisne
- Cuenca transfronteriza de la laguna Merín
- Cuencas de los ríos San Salvador, Yí y Arapey
- Cuenca del río Negro
- Sistema Acuífero Salto-Arapey

**Años 5-10** | Incorporar nuevos modelos de gestión y planificación de cantidad y calidad por cuencas y acuíferos en otras cuencas.

**ETAPA**

**En ejecución**

**DESCRIPCIÓN**

Implementación de sala y/o salas de situación y pronósticos con vistas a realizar el acompañamiento y gerenciamiento de los recursos hídricos.

Se espera que la Sala de Situación y Pronósticos sea un elemento integrador de acciones de gestión de riesgo de eventos hidrológicos críticos, fortaleciendo también la gestión integrada de los recursos hídricos.

La Sala de Situación a nivel nacional permitirá:

- En general, dar seguimiento al funcionamiento de las estaciones de monitoreo; mejorar la comprensión del comportamiento hidrológico de las cuencas, pudiendo visualizar la precipitación e hidrogramas en distintos puntos de la misma al mismo tiempo; caracterizar la situación de las cuencas hidrográficas en relación a la disponibilidad hídrica y atender las demandas hídricas.
- En particular, acompañar las condiciones hidrometeorológicas de las cuencas hidrográficas prioritarias con vistas a apoyar la toma de decisiones en lo que se refiere a minimizar los efectos de las sequías y de las inundaciones. Para ello se utilizan datos de monitoreo de lluvias, niveles y caudales de ríos, operación de los reservorios, previsiones de tiempo y clima, modelos hidrológicos.
- Identificación de vulnerabilidades y el mapeo de áreas de riesgo a nivel país. Con la implantación de otras salas de situación en distintas regiones del país se podría realizar el acompañamiento de forma análoga, diferenciándose en la escala espacial de análisis.

La actuación conjunta de las salas de situación integrará a los equipos técnicos, permitiendo el intercambio de experiencias, y haciendo más eficiente las acciones de monitoreo de la cuenca y monitoreo y alerta de eventos extremos.

En cuencas hidrográficas de regiones transfronterizas se articulará con los demás países para mejorar el acompañamiento y control de los recursos hídricos, teniendo como destaque la estructuración de un programa de monitoreo compartido entre Brasil y Uruguay en las cuencas transfronterizas de la laguna Merín y del río Cuareim, y en la cuenca trinacional del río Uruguay especialmente asociado a la operación de CTM Salto Grande.

Para llevar adelante este proyecto será necesario: propiciar el intercambio de informaciones hidrológicas y de conocimiento técnico, fortalecer los sistemas de información y capacitar profesionales involucrados en la gestión de los recursos hídricos para evaluar y monitorear la situación de las cuencas hidrográficas y el seguimiento de eventos extremos.

**RESPONSABLES**

**Coordina** | MVOTMA - DINAGUA

**Actores clave** | MVOTMA-DINAMA, INUMET, OSE, UTE, CTM, INIA, MIEM, Gobiernos departamentales, SINAIE, usuarios.

**METAS**

**Año 1** | Diseño

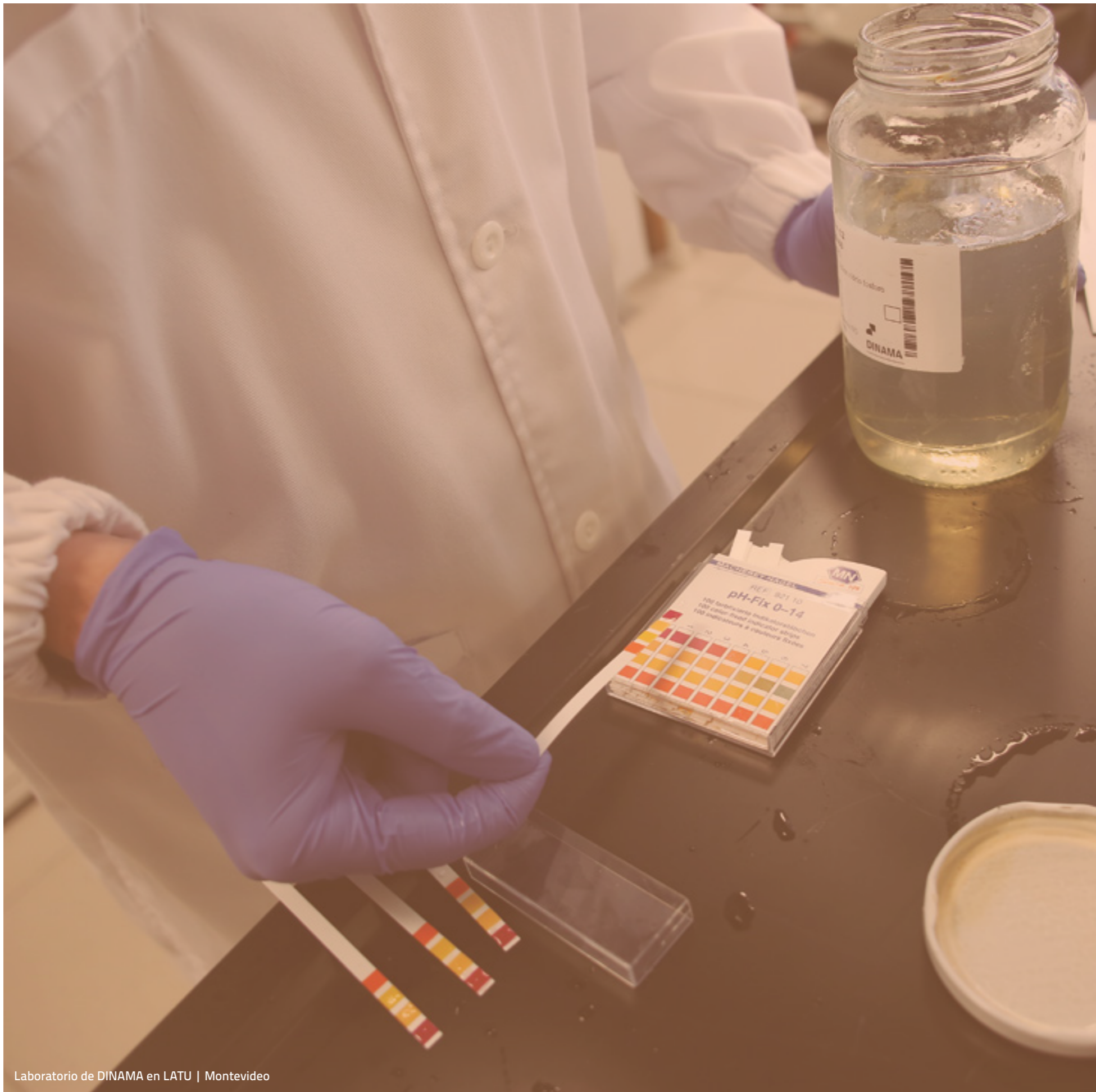
**Año 2** | Implantación

**Años 3-5** | Operación

**Años 5-10** | Evaluación y actualización

**ETAPA**

Inicio en 2017



# P08

## MONITOREO DE CANTIDAD Y CALIDAD

### OBJETIVOS

Establecer un sistema de redes de monitoreo para realizar un seguimiento del estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, mediante el conocimiento de variables hidrometeorológicas y ambientales.

### FUNDAMENTACIÓN

Existe una necesidad de conocer la calidad y cantidad de los recursos hídricos para realizar un uso sustentable de los mismos y adecuar la planificación, la gestión y el control del agua para alcanzar los objetivos propuestos. Desde el punto de vista normativo, tanto el Código de Aguas del año 1979, como la actual Política Nacional de Aguas, establecen la obligatoriedad de monitorear los recursos hídricos por parte del Estado y por los usuarios. El inventario y evaluación de los recursos hídricos debe abarcar: ubicación, volumen, aforo, niveles, calidad, grado de aprovechamiento y demás datos técnicos pertinentes. La información generada por el Estado y por los usuarios es de carácter público y se prevé su integración al Sistema Nacional de Información Hídrica.

Uruguay cuenta con una red de monitoreo pluviométrica e hidrométrica en todo el país, con el fin de conocer el régimen hídrico de los ríos y principales arroyos, desde principios del siglo XX. Ese conocimiento es utilizado para la autorización y gestión de los derechos de agua, navegación, el diseño de represas hidroeléctricas, el diseño de obras hidráulicas, etc.

Asimismo, DINAMA realiza en forma sistemática el monitoreo y la evaluación de la calidad de las cuencas del río Uruguay (zona de influencia de UPM), río Cuareim, río Negro, río Santa Lucía y afluentes de la Cuenca de la laguna Merín, con el objetivo de construir una línea de base de la calidad de agua de los cursos estratégicos del país y realizar el seguimiento de la calidad para detectar posibles cambios y actuar en consecuencia.

Además se desarrollan monitoreos de calidad de las aguas por parte de diversos actores con diferentes propósitos.

En la actualidad se ha constatado la necesidad de ampliar los monitoreos para incluir:

- Las cuencas en cantidad y calidad para dar respuesta a las demandas múltiples
- Régimen de caudales mínimos, eventos de contaminación de las aguas, caudales ambientales, crecidas extraordinarias
- Eventos extremos y apoyo a la toma de decisión
- Las aguas subterráneas en cantidad y calidad
- Las aguas urbanas en cantidad y calidad
- Los reservorios, tanto aquellos de los grandes usuarios como UTE, CTM, OSE y también aquellos emprendimientos multiprediales e individuales para riego

Se ha avanzado en la telemetría mediante la instalación de transmisión de sensores automáticos de precipitación y de nivel. Se cuenta además con una plataforma de almacenamiento y visualización primaria de estos datos. Los propios modelos que se desarrollan para evaluación, planificación, gestión y operación demandan datos y aportan a su vez requerimientos al monitoreo.

## DESCRIPCIÓN

Este proyecto tiene por objeto el diseño del sistema de monitoreo de agua y sedimentos a nivel nacional incluyendo entre otros: definición de objetivos, protocolos de mediciones y muestreos, parámetros a medir, frecuencia, definición de laboratorios, estandarización de los métodos de almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos, análisis de calidad y consistencia de la información recolectada, acuerdos con propietarios o servidumbres, cronogramas y presupuestos.

Dentro de este programa el MVOTMA desarrolla varias acciones relacionadas con el monitoreo automatizado, el "monitoreo manual-tradicional" físico, químico, biológico, la evaluación ecológica de las cuencas y el monitoreo ciudadano o descentralizado.

La información de cantidad y calidad del agua subterránea y superficial, proveniente de las redes de monitoreo existentes en otros organismos a nivel nacional y regional se integrará al sistema de información hídrica y estará vinculada y será analizada a los efectos de utilizarla en los modelos de gestión para facilitar la toma de decisiones y particularmente en los sistemas de alerta temprana.

Se buscará dentro de lo posible aprovechar y potenciar las redes de monitoreo públicas y privadas.

La Mesa Técnica del Agua que reúne a los actores clave abajo mencionados tiene por propósito principal el diseño de un monitoreo de calidad y cantidad de agua a nivel nacional.

El proyecto de diseño implica:

- Coordinar y articular el monitoreo de cantidad con el monitoreo de calidad cuando sea posible
- Incorporar los Planes de Monitoreo; mediciones de componentes del suelo, para completar el entendimiento del balance hídrico y funcionamiento de la cuenca
- Continuar con la modernización de las redes; automatización, telemetría, uso de sensores remotos, imágenes satelitales o radares, entre otros
- Implementar monitoreo de los usos y operación de las obras hidráulicas; con el necesario involucramiento de los usuarios
- Mejora de la estimación de los caudales mínimos
- Incorporar mejoras en las mediciones de calidad de agua, incluir bioindicadores
- Incorporación y capacitación de tecnología de sensores remotos para el monitoreo de los componentes del ciclo hidrológico y la calidad de las aguas y sus diferentes usos

- Fortalecer e implementar las acciones de monitoreo conjuntos con los países vecinos, como por ejemplo monitoreo del Río Uruguay, Río Cuareim, entre otros ríos compartidos.

En aguas superficiales se priorizará el monitoreo de la cuenca del río Santa Lucía y en aguas subterráneas se priorizará el monitoreo de los sistemas acuíferos Guaraní y Raigón.

## RESPONSABLES

**Coordina:** MVOTMA

**Actores principales:** MVOTMA (DINAGUA, DINAMA), INUMET, OSE, UTE, CTM, INIA, MIEM, MDN, Gobiernos departamentales, UdelaR, usuarios, LATU, CEREGAS, MGAP

## METAS

**Año 2 |** Diseño del Sistema de Redes de Monitoreo integrado a nivel nacional.

**Año 3 |** Comienzo y establecimiento de la red y planes específicos de mantenimiento y actualización.

**Año 5 |** Sistema Implementado y actualizado

## ETAPA

**En ejecución**



# P09

## FORTALECIMIENTO Y COORDINACIÓN INSTITUCIONAL

### OBJETIVOS

Fortalecer al MVOTMA y en particular a la DINAGUA e incrementar la coordinación institucional para llevar a cabo la gestión de las aguas en consonancia con las disposiciones de la Ley de Política Nacional de Aguas.

### FUNDAMENTACIÓN

Las disposiciones de la Ley de Política Nacional de Aguas y en particular las que refieren a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos requieren del fortalecimiento de las instituciones responsables, así como de la coordinación entre ellas. Debe existir en las organizaciones una correspondencia entre sus cometidos y los recursos con que se cuenta para llevarlos a cabo, junto a la necesidad de propender a que estos recursos sean sostenibles, de forma de darle continuidad a la estructura propuesta.

La gestión integrada y participativa implica la coordinación y articulación en todos los niveles entre las diversas áreas del MVOTMA, que tienen interacción con la gestión del agua.

En particular, la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) es una dependencia relativamente nueva, en proceso de consolidación, y debe reforzar y sostener sus recursos técnicos y humanos en consonancia con las funciones encomendadas.

Este programa propone la readecuación de la estructura y capacidades técnicas y operativas del MVOTMA y particularmente de la Dirección Nacional de Aguas y el fortalecimiento de los ámbitos de participación ya instalados (Consejos Regionales de Recursos Hídricos y de las Comisiones de Cuencas y Acuíferos).

**DESCRIPCIÓN**

A efectos de mejorar la gestión de las aguas, adaptándose a una gestión integrada y participativa, de acuerdo a políticas definidas y a los lineamientos de este Plan Nacional de Aguas, deben revisarse y adecuarse los procedimientos internos de trabajo del MVOTMA y en particular de la DINAGUA, redefiniendo además su estructura y capacidades técnicas y operativas.

Alcanzar una estructura organizativa adecuada a los desafíos planteados implica definir las capacidades requeridas, ajustar el organigrama y los roles de las distintas unidades de la DINAGUA tanto a nivel central como en las oficinas regionales, cubrir cargos vacantes e integrar eventuales recursos adicionales mediante proyectos específicos.

Es necesario también generar instancias de intercambio y promover trabajos específicos dentro del MVOTMA en torno a la temática de gestión integrada del agua, con la cuenca como unidad territorial y profundizar la interacción de los planes y acciones de las distintas divisiones y direcciones nacionales.

**RESPONSABLE**

MVOTMA

**METAS**

**Año 1 |** Actividades dentro del MVOTMA para divulgar el Plan Nacional de Aguas y acordar modalidades de trabajo para su implementación, en particular fortalecimiento de las capacidades de articulación y coordinación.

Revisión de la estructura organizativa existente de DINAGUA y propuesta de adecuación e implementación de modificaciones

**Años 2 |** Implementación de nueva estructura organizativa

**ETAPA**

**Iniciado**

**DESCRIPCIÓN**

Los consejos regionales de recursos hídricos y las comisiones de cuenca y acuíferos comenzaron a funcionar a partir del año 2012. Actualmente están en funcionamiento tres CRRH y diez CCYA. Las demandas de los participantes de estos espacios son muchas y variadas y los recursos humanos y económicos como para atenderlas, procesarlas y dar respuesta en tiempo y forma son escasos. En tal sentido se entiende prioritario consolidar estos espacios de participación fortaleciendo las capacidades de la Secretaría Técnica, incorporando recursos humanos preferentemente locales, concretando el apoyo de las unidades técnicas de las instituciones miembro, capacitando a los actores locales y regionales y aportando recursos económicos que permitan ejecutar una agenda adecuada a las necesidades de cada cuenca.

Para fortalecer la participación en estos ámbitos es necesario profundizar los vínculos, la articulación y la comunicación entre sus miembros y promover las acciones previstas en el Programa de Comunicación, Educación para el Agua y Desarrollo de Capacidades e investigación.

Para cumplir con este objetivo es necesario:

- Fortalecer la secretaría técnica a nivel local y regional, mediante convenios que permitan la incorporación de los técnicos pertenecientes a las diferentes instituciones y niveles que integran los espacios de participación.
- Preparar documentos para la discusión con los insumos técnicos que aportaron las unidades técnicas correspondientes, con el fin de contribuir a la formulación y posterior implementación y evaluación de los planes de cuenca a nivel local y regional.
- Gestionar y realizar las sesiones pautadas, un mínimo de dos reuniones anuales por ámbito de participación y dentro de las posibilidades aumentar la frecuencia y las reuniones entre las sesiones.
- Articulación intra e inter institucional para realizar los acuerdos que permitan alcanzar los productos previstos en cada caso, generando los proyectos específicos para los diferentes productos acordados.
- Desarrollar un programa de acciones de corto, mediano y largo plazo para fomentar y contribuir a la participación de la sociedad civil en la planificación, gestión y control de las aguas.
- Trabajar en una estrategia de comunicación que permita informar, difundir y acceder a los espacios de participación. En este punto es importante mencionar la relevancia que tiene definir una estrategia de comunicación tanto interna como externa al espacio participativo, con el fin de fomentar la participación informada.

- Articular los diferentes espacios de participación a nivel territorial; liderados por el MVOTMA y por otras instituciones tales como las "Mesas de desarrollo rural", los Consejos Agropecuarios, la Mesa Técnica del Agua, la COTAMA, COASAS, Cuenca Inteligente, entre otros.

**RESPONSABLES**

**Coordina |** (MVOTMA - DINAGUA)

**Actores clave |** direcciones del MVOTMA, CRRH, CC y CA, unidades técnicas de instituciones representadas en los ámbitos de participación, usuarios y sociedad civil en general.

**METAS**

**Años 1-3 |** Diez ámbitos de participación local (CCYA) y tres regionales (CRRH) funcionando y contribuyendo a la planificación, gestión y control de los recursos hídricos.

Al menos siete borradores de planes de gestión acordados en los espacios de participación: río Santa Lucía, laguna del Sauce, laguna del Cisne, Tacuarembó, Cebollatí, Cuareim, Sistema Acuífero Guaraní. Documento diagnóstico de las tres regiones hidrográficas y proyecto de planes regionales.

Contribución al desarrollo de una estrategia de comunicación que mejore la participación en todos los niveles y desarrollo de herramientas específicas como publicaciones, espacios de trabajos virtuales, etc.

Acciones tendientes a fortalecer la participación de la sociedad civil en estos espacios de trabajo (capacitación, instancias de difusión, etc.) con los involucrados.

**Años 3-5 |** Mantenimiento de los espacios actuales de participación apoyando la gestión de los planes definidos. Documento de apoyo a la formulación de los planes restantes.

Creación de nuevos espacios de participación. Implementación de la estrategia de comunicación y desarrollo de las herramientas ad hoc. Implementación de acciones de que contribuyan a la participación social.

Evaluación de la implementación de planes locales y regionales.

**Años 5-10 |** Mantenimiento de espacios actuales de participación y promoción de nuevos. Apoyo a los procesos de planificación, gestión y control.

**ETAPA**

**En ejecución**



Detalle de represa Stewart Vargas en arroyo Miraflores | Lavalleja

# P10

## EDUCACIÓN PARA EL AGUA, COMUNICACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

### OBJETIVOS

Promover la cultura del agua, la formación y capacitación en temas vinculados a la gestión integrada de los recursos hídricos, y favorecer el desarrollo de investigación e innovaciones en este campo.

### FUNDAMENTACIÓN

Los desafíos que presenta la gestión integrada de los recursos hídricos revelan la necesidad de un enfoque global de los temas de educación, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades de todos los actores así como un esfuerzo particular por la integración e intercambio desde las más diversas disciplinas.

La participación de la población en la planificación y la gestión de las aguas implica adoptar una actitud activa que requiere el manejo y conceptualización de información desde la formación temprana a nivel curricular hasta los ámbitos cotidianos de comunicación, potenciando la educación ambiental orientada al fortalecimiento de una cultura del agua, que ponga en valor el relacionamiento de la sociedad con el recurso, su cuidado y aprovechamiento.

También es relevante el papel de la investigación e innovación en temas pertinentes que genera, además de conocimientos, capacidades técnicas y masa crítica necesaria para abordar problemáticas particulares y brinda oportunidades para la formación de nuevos recursos humanos. La coordinación de la investigación en los distintos temas asociados y los espacios interdisciplinarios de trabajo son fundamentales para el avance del conocimiento y la puesta en práctica de la gestión.

### DESCRIPCIÓN

La gestión integrada de las aguas implica compromisos por parte de la ciudadanía y por consiguiente supone que la población cuente con formación, conocimientos e información necesarios para poder participar activamente en la planificación y en la gestión y el control. Es necesario diseñar e implementar una estrategia de trabajo para la inclusión de la temática del agua en la educación a todos los niveles.

Esto requerirá la instalación de ámbitos de articulación específicos en el marco de la Red Nacional de Educación Ambiental (RENEA), involucrando al sistema de educación formal y no formal para la construcción de estrategias comunes para la educación para el agua, que se integren al Plan Nacional de Educación Ambiental (PLANEA).

Dentro de estas estrategias se plantea el diseño de planes piloto de educación, con anclaje territorial en algunas cuencas hidrográficas, que permitan el desarrollo de las líneas educativas considerando las particularidades de cada cuenca y que se articulen en torno a proyectos concretos que contribuyan a la gestión integrada local de las aguas.

### RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA

**Participan** | MEC, RENEA, UNESCO, ANEP, UTEC, UdelaR, Gobiernos departamentales y locales.

### METAS

**Año 1** | Diagnóstico de las capacidades y necesidades de los distintos sectores, usuarios e instituciones en relación a la educación para la gestión integrada.

Elaboración de una propuesta para incorporar el tema del agua en el Plan Nacional de Educación Ambiental (PLANEA).

**Años 2 y 3** | Diseño e implementación de planes piloto de educación, con anclaje territorial en algunas cuencas hidrográficas, que permitan el desarrollo de las líneas educativas considerando las particularidades de cada cuenca y que se articulen en torno a proyectos concretos que contribuyan a la gestión integrada.

**Años 4 y siguientes** | Evaluación de resultados de planes piloto y campañas iniciales. Readecuación de objetivos y actividades.

### ETAPA

Se inicia en 2017

### DESCRIPCIÓN

El proyecto propone desarrollar una comunicación democrática y efectiva en torno al tema del agua, garantizando la circulación de información y saberes disponibles en la sociedad así como el intercambio de miradas, perspectivas, inquietudes y opiniones en torno a la temática. Es necesario generar condiciones para la puesta en valor del agua, la inclusión adecuada de la temática en la agenda pública y su consideración por parte de la sociedad, promoviendo los cambios culturales necesarios para garantizar su mejor uso, cuidado y preservación, asegurando así el ejercicio del derecho humano al agua y el cuidado del ambiente.

El trabajo en esta dirección involucra a actores públicos y privados, sociedad civil y comunitaria. Implica el trabajo conjunto con medios de comunicación y creadores, agentes y gestores culturales mediante acciones tendientes a transversalizar la temática en las distintas esferas del quehacer de la sociedad.

- Desarrollo de estrategias articuladas con los medios de comunicación masiva para asegurar un abordaje adecuado de temática del agua y su promoción.
- Desarrollo de plataformas de innovación, comunicación, intercambio y construcción colectiva de conocimientos en torno a la temática del agua y su gestión.
- Promoción de la producción de contenidos de calidad para su circulación en las diversas modalidades y medios de comunicación.
- Promoción del desarrollo de acciones artísticas y culturales que contribuyan a la sensibilización y reflexión en torno al tema del agua.

### RESPONSABLES

**Coordina** | MVOTMA

**Participan** | MEC, TNU, RENEA, UNESCO, OSE, UdelaR, Gobiernos departamentales y locales, actores privados.

### METAS

**Año 1 y 2** | Diseño de una estrategia de comunicación y acción cultural orientada a la inclusión de la temática en la agenda pública con un tratamiento adecuado y definición de un plan de trabajo en comunicación y cultura.

- Talleres y seminarios orientados a la formación y capacitación de comunicadores, agentes multiplicadores y promotores culturales.

- Generación de contenidos de sensibilización.

- Acuerdos de trabajo conjunto con instituciones públicas y privadas vinculadas a la comunicación y la cultura.

**Años 2 y 3** | Implementación del plan de trabajo.

**Años 4 y siguientes** | Evaluación y readecuación de la estrategia y plan de trabajo.

### ETAPA

Se inicia en 2017

### DESCRIPCIÓN

Para avanzar en el conocimiento necesario para la gestión de las aguas es preciso ofrecer líneas específicas y estímulos orientados a generar sinergias, grupos de investigación e incrementar la cantidad de personas dedicadas a estos temas.

Este proyecto se propone:

- Contar con un espacio de coordinación y articulación de técnicos de las instituciones públicas, institutos de investigación y académicos para analizar, discutir, ordenar y compartir el conocimiento generado en los distintos ámbitos y elaborar una agenda común en temas vinculados al agua. Con este objetivo, se ha avanzado con la formación de la Mesa Técnica del Agua. Este espacio se nutrirá de los aportes de los grupos de trabajo que se formen en los ámbitos de participación como por ejemplo los que han surgido a nivel de las comisiones de cuenca.
- Promover líneas de investigación e innovación orientadas al desarrollo de conocimiento en la temática de agua y que contribuyan a la gestión integrada de recursos hídricos. Involucrar a la ANII en la elaboración de una estrategia en común sobre temas de interés a nivel nacional.
- Promover actividades de investigación e innovación y la aplicación en terreno desde los diferentes ámbitos educativos.

### RESPONSABLES

**Coordina |** MVOTMA

**Participan |** ANII, UTE, UdelaR, INIA, UTU, CONICYT, IIBCE, Instituto Pasteur, LATU, UNESCO, Sistema Nacional de Educación Pública y todas las instituciones vinculadas.

### METAS

**Año 1 |** Consolidar la Mesa Técnica del Agua como espacio de coordinación y articulación en temas vinculados al agua y elaborar una agenda de investigación e innovación.

**Año 2 |** Diseño de estrategias para promoción de líneas de investigación e innovación.

**Año 3 y siguientes |** Formulación de los proyectos de interés.

### ETAPA

**En ejecución**

### DESCRIPCIÓN

Actualmente se requiere ampliar la cantidad de profesionales y técnicos en muchas de las disciplinas que intervienen en el desarrollo del conocimiento de la temática del agua y en su gestión. Por otra parte, los avances tecnológicos, la disponibilidad de nuevas herramientas y los avances en el conocimiento general implican la necesidad de una actualización permanente.

Este proyecto tiene por objeto promover la formación a nivel curricular y la capacitación permanente en disciplinas vinculadas al conocimiento y gestión de las aguas. Se deberán analizar diversas posibilidades, a través de convenios con instituciones de enseñanza, organismos de investigación y organizaciones nacionales e internacionales. Se elaborarán un plan general y un programa anual promovido desde el MVOTMA, orientado a la promoción de la capacitación general y un programa para la formación permanente de los técnicos del MVOTMA y otros actores vinculados al agua.

### RESPONSABLES

**Coordina |** MVOTMA

**Participan |** MEC, RENE, UdelaR, ANEP, UTEC, INEFOP, Gobiernos departamentales y locales.

### METAS

**Año 1 |** Elaboración de un plan general para promover la formación a nivel curricular y la capacitación permanente en la temática de gestión de recursos hídricos. Identificación de fuentes de financiación y cooperación nacionales e internacionales.

**Años 2 y siguientes |** Programa anual de capacitación.

### ETAPA

**Inicio en 2017**



## 11.2 | Metas a mediano, corto y largo plazo

Los programas y proyectos propuestos por el Plan de Aguas impactan en diferentes eslabones de la cadena de creación de valor y procuran logros paulatinos desde su inicio de ejecución a 15 años hacia adelante. El año 2030 es el horizonte del presente Plan de Aguas. Se presenta a continuación una síntesis agregada de la cadencia temporal de las metas previstas que permite observar la evolución esperada en la madurez de los resultados del Plan, aspecto que deberá ser reconsiderado en las sucesivas revisiones del mismo en el marco de su esquema de monitoreo y evaluación.

	Programa	Meta de corto plazo (2 años)	Meta de mediano plazo (5 años)	Meta de año 2030	Visión
Impactos y resultados	<b>P01</b> Agua para el desarrollo sustentable	Directrices para conservación y restauración de ecosistemas, uso sustentable del agua, mitigación de impactos y medidas de protección de acuíferos. Evaluación de planes de acción en cuencas del río Santa Lucía, laguna del Sauce y laguna del Cisne. Estrategias de implementación de caudales ambientales.	Medidas mitigatorias y de conservación incorporadas en los planes de cuencas y acuíferos. Caudales ambientales incorporados como herramienta de gestión.	Evaluación de resultados y actualización.	Gestión sustentable de los recursos hídricos en todo el territorio. Medidas de conservación, restauración y mitigación incorporadas en las acciones de todos los actores.
	<b>P02</b> Agua para el uso humano	Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje urbano formulado. Programa para estudios epidemiológicos, higiene y manejo seguro de las aguas.	Planes de Seguridad de Agua implantados en 22 sistemas.	Acceso universal al agua potable y al saneamiento adecuados. Planes de Seguridad de Agua implantados en 52 sistemas.	Sistema eficiente y sustentable de saneamiento implantado en todo el país. Agua para consumo humano en cantidad y calidad adecuada.
	<b>P03</b> Agua y sus riesgos asociados	Directrices de inundaciones y drenaje urbano aprobadas. Mejora de los sistemas de alerta temprana de inundaciones. Directrices para la gestión de sequías elaboradas.	Ampliación de la implementación de sistemas de Alerta Temprana de inundaciones y aplicación de instrumentos para la gestión del riesgo de eventos extremos.	30 mapas de riesgo de inundación elaborados. Sistema Nacional de alertas tempranas y herramientas para la gestión del riesgo implantadas.	Gestión de eventos extremos (sequías e inundaciones) implementada en todo el territorio.

	Programa	Meta de corto plazo (2 años)	Meta de mediano plazo (5 años)	Meta de año 2030	Visión
Productos y procesos	<b>P04</b> Diseño y gestión de obras hidráulicas	Comité Nacional de Seguridad de Represas instaurado. Reglamentación de obras de defensa aprobada.	Marco regulatorio de seguridad de represas aprobado e implementado. Gestión de obras de defensa implementada.	Seguridad de represas y obras de defensa incorporadas a la gestión de los recursos hídricos.	Gestión de represas y obras de defensa consolidada.
	<b>P05</b> Instrumentos de gestión	Proceso de actualización de la normativa iniciado. Revisión de la modalidad de trabajo y planteo de mejoras en la gestión. Instrumentos económicos: diseño de propuesta para incorporación del canon por uso.	Marco legal actualizado. Trámites administrativos optimizados. Canon implantado.	Actualización de reglamentos y normativas.	Cuerpo normativo armonizado en todos los aspectos vinculados a la gestión de los recursos hídricos. Procesos administrativos ágiles. Instrumentos económicos consolidados y eficientes.
	<b>P06</b> Planes de gestión integrada de recursos hídricos	Planes regionales de río Santa Lucía, laguna del Sauce y laguna del Cisne elaborados y en proceso de implementación. Sistema de información compartido entre los países de la Cuenca del Plata consolidado.	Planes de las cuencas de los ríos Negro, Tacuarembó, Yí, Cebollatí, Cuareim (binacional), Sistema Acuífero Guaraní y acuífero Raigón. Tres nuevos planes de aguas urbanas.	Planes de cuencas, acuíferos y aguas urbanas implementados y formulación de nuevos planes. Evaluación y mejora de las herramientas utilizadas. Gestión integrada para cuencas y acuíferos transfronterizos operativa.	Gestión integrada y participativa de cuencas y acuíferos implantada en todo el país. Planes de aguas urbanas implementados en todas las localidades de más de 1.000 habitantes. Gestión integrada de cuencas y acuíferos transfronterizos consolidada.
	<b>P07</b> Sistemas de información y modelos	Actualización de sistemas de información ambiental e hídrica. Modelos hidrológicos, de calidad y de gestión para las cuencas de río Santa Lucía y río Cuareim, pilotos del Acuífero Guaraní y Raigón desarrollados. Implantación de sala de situación.	Sistemas de información ambiental e hídrica en funcionamiento. Seis nuevos modelos desarrollados.	Ajustes de modelos, extensión de la modelación como herramienta de planificación y gestión.	Sistemas de Información y modelos hidrológicos, de calidad y de gestión interrelacionados y utilizados como herramienta para la planificación y gestión.

	Programa	Meta de corto plazo (2 años)	Meta de mediano plazo (5 años)	Meta de año 2030	Visión
<b>Capacidades</b>	<b>P08</b> Monitoreo de cantidad y calidad	Diseño del Sistema de Redes de Monitoreo integrado a nivel nacional.	Sistema de monitoreo integrado implementado y actualizado.		Monitoreo de cantidad y calidad del agua implantado en todo el país interconectado a sistemas de información y modelos.
	<b>P09</b> Fortalecimiento y coordinación institucional	Adecuación de la estructura de DINAGUA y fortalecimiento de las capacidades de articulación y coordinación dentro del MVOTMA. Aplicación de estrategias para el fortalecimiento de los espacios de participación existentes.	Espacios de participación existentes consolidados y activos en los procesos de planificación y gestión de las cuencas. Creación de nuevos espacios de participación.	Mantenimiento de espacios existentes de participación y promoción de nuevos, aportando a los procesos de planificación, gestión y control.	Dirección Nacional de Aguas fortalecida, articulando la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos. Espacios consolidados, participando activamente en la gestión integrada del agua.
	<b>P10</b> Educación para el agua, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades	Estrategia para la inclusión de la temática del agua en la educación formal y no formal y plan de trabajo para la comunicación formulados. Agenda para la investigación e innovación y plan para la promoción de la formación y capacitación elaborados.	Planes piloto de educación articulados a nivel territorial con actividades de gestión integrada. Estrategia de comunicación implementada. Proyectos de investigación en desarrollo y programas de capacitación activos.	La temática del agua incorporada en todos los niveles de educación formal y ámbitos de educación no formal. Espacios de comunicación establecidos. Programas de capacitación e investigación consolidados.	Existe una sensibilidad compartida en toda la sociedad en torno a la temática del agua. Se cuenta con líneas específicas de investigación en el campo del agua y programas de educación, capacitación y actualización para todos los actores.



**ANEXO**



# ANEXO

## Referencias

- Achkar M., Domínguez A., Pesce F. *Cuencas hidrográficas del Uruguay. Situación y perspectivas ambientales y territoriales*. Programa Uruguay Sustentable. REDES. Amigos de la Tierra. 2014, p. 165.
- Aldunce, Paulina, Neri, Carolina, y Szlafsztein, Claudio. *Hacia la Evaluación de Prácticas de adaptación ante la Variabilidad y el Cambio Climático*. American Institute for Global Change Research National. Belém, NUMA/UFPA, 2008.
- Anuario de Estadísticas de Turismo. MINTUR, 2015.
- Anuario Estadístico del Ministerio de Transportes y Obras Públicas. MTOP, 2011.
- Aplicación de la metodología de evaluación ambiental y social con enfoque estratégico (EASE), IIRSA. BID-CAF [http://www.iirsa.org/admin\\_iirsa\\_web/Uploads/Documents/ease\\_metodologia\\_iirsa.pdf](http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/ease_metodologia_iirsa.pdf), 2009.
- Asuntos limítrofes, Ministerio de Relaciones Exteriores. Actas, informes y documentos de trabajo. MRREE
- Atlas de Cobertura del Suelo del Uruguay. FAO-MVOTMA-DINOT, 2015.
- Baethgen, W. E. y L. Goddard, «Latin American Perspectives on Adaptation of Agricultural Systems to Climate Variability and Change». En D. Hillel and C. Rosenzweig (Eds.): *Handbook of Climate Change and Agroecosystems: Global and Regional Aspects and Implications*. pp 57-72. ICP Series on Climate Change Impacts, Adaptation and Mitigation Vol. 2. Imperial College Press, 2013
- Baethgen, W. E., *Climate Risk Management for Adaptation to Climate Variability and Change*. 2010, pp. 70-76
- Baigorria, G. A., y James W.J., *GiST: A Stochastic Model for Generating Spatially and Temporally Correlated Daily Rainfall Data*. Journal of Climate 23, 2010
- Barros, V., R. Clarke y P. Silva Dias, *El cambio climático en la Cuenca del Plata*. CONICET, 2006, pp. 232
- Beaumont N. J. *et al.*, *Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach*. Marine Pollution Bulletin, 54 (3). 2007.
- Bidegain, Mario *et al.*, "Tendencias climáticas, hidrológicas y oceanográficas en el Río de la Plata y costa uruguaya". *El Cambio Climático en el Río de la Plata*. Parte III, Capítulo 14, Proyectos AIACC. Ed. V.Barros, A. Menéndez, G. Nagy. Buenos Aires, 2005.
- Bilenca, David, y Miñarro, Fernando. *Áreas valiosas de pastizales en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 2004.
- Brazeiro A. *et al.*, Clasificación y delimitación de las ecorregiones de Uruguay. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR. Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/ CIEDUR, 2012, p. 40.
- Brazeiro A., Soutullo A. y Bartesaghi L. Prioridades de conservación dentro de las ecoregiones de Uruguay. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR-Facultad de Ciencias/Vida Silvestre Uruguay/ Sociedad Zoológica del Uruguay/ CIEDUR. 2012, p. 20.
- Brussa C. y Grela I. *Flora arbórea del Uruguay, con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó*. COFUSA. Montevideo, 2007.
- Cambio Climático y Turismo. Medidas de Adaptación y Mitigación*. Proyecto PNUD URU/07/G32. MVOTMA-MINTUR, 2011.
- Cash D., y J. Buizer, *Knowledge-action systems for seasonal to interannual climate forecasting: summary of a workshop*, report to the Roundtable on Science and Technology for Sustainability, Policy and Global Affairs. <<http://books.nap.edu/catalog/11204.html>> The National Academies Press, Washington, D. C., 2005
- Castaño, J.P. *et al.*, *Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009*. Serie técnica 193. INIA, 2011.
- CEPAL. Informe sobre Inversión Extranjera Directa <[http://www.cepal.org/prensa/noticias/comunicados/8/54048/tabla\\_ingresosied\\_ESP\\_actualizacion.pdf](http://www.cepal.org/prensa/noticias/comunicados/8/54048/tabla_ingresosied_ESP_actualizacion.pdf)> 2014.
- Chin, E.H., *Modeling daily precipitation occurrence process with Markov chain*, Water Resources. Res., 1977
- Ciclos anuales y estacionales de parámetros hidrológicos (1980-2004)*. DINAGUA, División Recursos Hídricos, Departamento de Hidrología, 2011
- Clima de cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. MGAP-FAO, 2013
- Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) y el Departamento de Desarrollo Sostenible (DDS) de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (SG/OEA) para el escenario actual y futuro (1961-2100). Estudio para estimar las condiciones de sequía en la Cuenca del Plata a partir del índice SPEI (Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index). 2014.
- Conde D., "Eutrofización, cambio climático y cianobacterias". En: UNESCO. S. Bonilla, Eds. *Cianobacterias. Manual para Identificación y Monitoreo*. Montevideo, 2009.
- Conferencia de Brisbane, <[http://www.eflow.net.org/download\\_documents/brisbane-declaration-spanish.pdf](http://www.eflow.net.org/download_documents/brisbane-declaration-spanish.pdf)> 2007
- Construcción de escenarios socioeconómicos 2012 - 2035 para prospectiva energética*. MIEM y CINVE, 2013
- Cracco M., García Tagliani L., González E., Rodríguez L., Quintillán A. M., "Importancia global de la biodiversidad del Uruguay". Serie Documentos de Trabajo N° 1. Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay (URU/05/001). 2007.
- Cronk J. K. y Fennessy M. S., *Wetland plants, biology and ecology*. Lewis Publishers. Boca Raton FL, USA. 2001, p. 462.
- Cuenta Satélite de Turismo. Anuario 2014. MINTUR, 2014.
- Daily G.C. *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington DC. 1997. p 392.
- Defeo O. *et al.*, *Hacia un Manejo Ecosistémico de Pesquerías. Áreas Marinas Protegidas en Uruguay*. Facultad de Ciencias -DINARA, Montevideo, 2009, p. 122.
- Delegación Uruguaya ante la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín. Informe de Gestión. Periodo 2010-2014.
- Departamento de Desarrollo Ambiental. Intendencia de Montevideo, Programa de monitoreo de cuerpos de agua de Montevideo. Informe del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental. 2010.
- DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario, MGAP, 2014.
- DIEA, Regiones agropecuarias del Uruguay, MGAP, 2015, pp. 38.
- DINAMA, V Informe Nacional a la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica. MVOMTA-, 2014, pp 133.
- Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Política Energética 2005-2030. MIEM, 2005.
- Directrices para una Política Nacional de Gestión de Sequías. Una plantilla para la acción. Programa de Gestión Integrada de Sequías OMM/GWP, 2014.
- EcoPlata. El Río de la Plata. Una revisión ambiental. Un informe de antecedentes del Proyecto EcoPlata*. Wells PG & Daborn GR (Eds). Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canadá, 1998, 256p.
- Ecosystems and Human Well-being*. Island Press, Washington, DC, 2005.
- Estado de situación de los recursos hídricos de la Cuenca del río Negro. Informe técnico. MVOTMA-DINAGUA, 2013.
- Estrategia de desarrollo de la agricultura regada en Uruguay*. MGAP, 2015
- Evaluación de proyectos de riego multiprediales*. MGAP-PPR, 2009
- Evolución de la calidad de la cuenca del Santa Lucía. 10 años de información*. Aguas del Santa Lucía. MVOTMA/DINAMA, Montevideo, 2015.
- Feola, Gabriella, y otros. *Monitoreos de Cromo y Plomo en sedimentos Río Santa Lucía: 8 campañas de muestreo realizadas en el período 2009-2013*. Programa de monitoreo de cuerpos de agua de Montevideo. Informe anual 2014. IM, 2014.
- FREPLATA. *Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats*. PNUD-GEF, 2005.
- Gabriel K.R. y Neumann J., *A Markov chain model for daily rainfall occurrence at Tel Aviv*. Q J R Meteorol, 1962
- Genta J. L. y N. Failache, *Monitoreo y disponibilidad de recursos hídricos en Uruguay*. DINASA - MVOTMA, 2010
- GEO Uruguay: Informe del Estado del Ambiente. PNUD/CLAES/ DINAMA, 2008, pp 350.
- González P. y otros. *Forest and Woodland Systems. Ecosystems and Human Well-being*. Island Press, Washington, DC, 2005, pp. 585-621.
- Greene, A.M, L. Goddard y R. Cousin, *Interactive "Maproom" Provides Perspective on 20th-Century Climate Variability and Change*, EOS, 1962
- Grondona M., Podestá G., Bidegain M., Marino M., y H. Hordij, *Stochastic Precipitation Generator Conditioned on ENSO Phase: A Case Study in Southeastern South America*. Journal of Climate, 13, 2973-2986, 2000
- Gutiérrez O. y Panario D. *Evaluación de la desembocadura del arroyo Pando (Canelones, Uruguay), Tendencias naturales o efectos antrópicos?* Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo. 2006, pp. 391-400, p. 688.
- H. y Flock G., *Lake and reservoirs restoration guidance manual*. 2nd edition. North America Lake Management Society for U.S.EPA. Washington, 1990.
- Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Agenda para la Acción*. MVOTMA-DINAGUA, 2011.
- IANAS. *Desafíos de las Aguas Urbanas en las Américas*. Aguas urbanas en Uruguay: avances y desafíos hacia una gestión integrada. Interamerican Network of Academies of Sciences, 2015.
- Indicadores ambientales de Uruguay. Informe del estado del ambiente de Uruguay. MVOTMA-DINAMA. Montevideo, 2014, pp. 278.
- Informe para el Plan Nacional de Gestión Integrada de Re-

cursos Hídricos con Adaptación al Cambio Climático. MVOTMA-DINAGUA-INYPSA, 2013.

• *Inundaciones urbanas: instrumentos para la gestión del riesgo en las políticas públicas*. MVOTMA/DINAGUA, 2011.

• IPCC-AR5: *Twelfth Session of Working Group I Approved Summary for Policymakers*. Summary for Policymakers. <[http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM\\_Approved27Sep2013.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM_Approved27Sep2013.pdf)> IPCC WGI AR5 SPM-1, 2013

• JICA-MVOTMA, Proyecto sobre fortalecimiento de la capacidad de gestión de calidad de agua en Montevideo y Área Metropolitana. 2007.

• Julio C. Patrone. Hidroelectricidad-Uruguay, Informe de Avance N°2.2014.

• Kruk C. *et al.*, Ficha: Análisis calidad de agua en Uruguay. Informe final de Agua. Vida Silvestre Uruguay y Asesoramiento Ambiental Estratégico. 2013.

• "Los suelos del Uruguay". *Balance Energético Preliminar*. Dirección Nacional de Energía <<http://www.dne.gub.uy/-/balance-energetico-preliminar-20-1>> DNE, 2014.

• Loureiro, Marcelo, y otros. Peces continentales, pp. 91-112, en: Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). *Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares*. SNAP/DINAMA/MVOTMA y DICYT/MEC, Montevideo, 2013, pp. 222.

• *Manual de Diseño y Construcción de Pequeñas Presas, Volumen 1: Diseño Hidrológico/Hidráulico*. Versión 1.01. MVOTMA-DINAGUA, IMFIA, 2011

• Masciardi, S., Brugnoli, E., y Muniz, P. *Database of Invasive and Alien Species (IAS) in Uruguay*. InBUy: a useful tool to face up this threat on the biodiversity. Biota Neotrópica, 2010, pp. 205-214.

• Masquelín, Enrique. *Compartimentación estructural del Escudo Uruguayo y sus principales unidades litológicas*. Cuencas sedimentarias de Uruguay-Paleozoico. DIRAC, Facultad de Ciencias, 2006.

• Meinke, H. *et al.*, Adaptation science for agriculture and natural resource management "urgency and theoretical basis". *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2009, pp. 1:69-76

• Molfino, J.H., y Califra, A., *Agua Disponible de las Tierras del Uruguay, Segunda Aproximación*. División Suelos y Aguas, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, MGAP, 2001.

• Navegación en la Cuenca del Plata como alternativa de transporte sustentable. CIC, 2014.

• NDMC: Informe del Centro Nacional de Mitigación de Sequía. Universidad de Nebraska. Lincoln, 1995.

• OECD. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris, 1982.

• Panario D. y Gutiérrez O.: Producto 1. Marco teórico para la clasificación jerárquica de ambientes de Uruguay. Producto 2. Mapa

de ambientes: cartografía implementada en un SIG. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR - Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR, 2011.

• Parry, M. L. *et al.*, "Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios." *Global Environmental Change* (14), 2004, pp. 53-67

• *Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Diagnóstico y Lineamientos Estratégicos*. MVOTMA, 2010.

• Programa para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata en relación con los efectos de la variabilidad y cambio climático. Comité Intergubernamental Coordinador de los países de la Cuenca del Plata. 2011.

• Prohaska, F., "The Climate of Argentina, Paraguay and Uruguay", pp. 13-112, W. Schwerdtfeger Ed. *Climates of Central and South America. World Survey of Climatology*, Vol. 12, Elsevier, 1976, pp. 532

• *Regionalización y correlaciones de parámetros hidrológicos*. DINAGUA, División Recursos Hídricos, Departamento de Hidrología, 2012

• Rótulo, D. y Damiani, O., *El caso de la integración fronteriza Uruguay Brasil: dimensiones analíticas e hipótesis de trabajo preliminares*. Documento de Investigación N°61. Facultad de Administración y Ciencias Sociales. Universidad ORT Uruguay. Montevideo, 2010.

• Ryding S.O. y Rast W., *El control de la eutrofización en lagos y pantanos*. Ediciones Pirámide, Madrid, 1992.

• Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. *Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad 3*. CDB. Montreal, 2010, p 94.

• Silveira, L., y Alonso, J., *Runoff modifications due to the conversion of natural grasslands to forests in a large basin in Uruguay*. Hydrological Processes. Volumen 23. 2009. pp. 320-329.

• Soutullo A.C. Clavijo y J.A. Martínez-Lanfranco (eds.), *Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares*. SNAP/DINAMA/MVOTMA y DICYT/MEC, Montevideo, 2013, pp. 222.

• Tebaldi *et al.*, "Going to the extremes: An intercomparison of modelsimulated historical and future changes in extreme events". *Climatic Change*, 79, 2006, pp. 185-211

• Tharme R. E., *A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Research and Applications*, 19, 2003, pp. 397-441

• Tiscornia J. T., "Sobre las sequías en el Uruguay". *Revista Meteorológica*. Año IV. N°16, 1945.

• UNESCO, Reserva de Biósfera Bañados del Este, Uruguay. Documento de Trabajo N°37. Programa de Cooperación Sur-Sur, 2007.

• Vera, C. *et al.*, *Needs assessment for climate information on decadal time scales and longer*. Proc: Earth and Planet. Sci.<[http://www.wcc3.org/wcc3docs/pdf/WS9\\_WP\\_needs.doc](http://www.wcc3.org/wcc3docs/pdf/WS9_WP_needs.doc)>, 2010

• Wilks, D. S., *Statistical methods in the atmospheric sciences: an introduction*. International Geophysics, 2006

## Glosario

**Abrevadero de ganado** | Estanque, pilón o paraje del río, arroyo o manantial a propósito para dar de beber al ganado. El abrevadero es un lugar adonde se conduce al ganado para beber.

**Actividad antrópica** | Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta. Son actividades antrópicas, por ejemplo: la deforestación, la pesca, la agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera (de origen fabril, vehicular, etc.)

**Acuífero** | Formación geológica permeable capaz de almacenar, transmitir y proporcionar cantidades aprovechables de agua.

**Acuíferos fisurados (y/o karstificados)** | Son aquellos en los que el agua circula a través de las fisuras y las grietas que hay entre las rocas. Son los tipos de acuíferos más conocidos por todos. Las cuevas de estalactitas son un ejemplo muy conocido de este tipo de acuíferos que son los karstificados. A través de estas cuevas circula el agua siendo muchas veces auténticos ríos.

**Afluente** | En hidrología, corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que desemboca en un curso de agua mayor o en un lago.

**Aforo** | Conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel observado.

**Agroquímico** | Sustancia química que utiliza el ser humano con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola. Dichos productos suelen utilizarse para luchar contra las plagas que afectan los cultivos y para favorecer un crecimiento más rápido de las plantas.

**Agua bruta (o agua cruda)** | Es el nombre que recibe el agua que no ha recibido ningún tratamiento, y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas. También se llama así toda agua que entra en las plantas de tratamiento.

**Agua superficial** | Agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno.

**Agua subterránea** | Agua del subsuelo que ocupa la zona saturada.

**Álveo** | Madre del río o arroyo. El álveo de las corrientes de aguas pluviales es el terreno que éstas cubren durante sus avenidas ordinarias, en barrancas, ramblas u otras vías naturales. El álveo de un río o arroyo es el terreno que cubren sus aguas en las crecidas que no causan inundación.

**Áreas de recarga** | Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca.

**Atlas de vulnerabilidad** | Conjunto estructurado y sistemático de mapas que muestran la vulnerabilidad territorial ante efectos adversos de fenómenos naturales.

**Balance hídrico** | Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la varia-

ción neta en el almacenamiento de dicha cuenca o masa de agua.

**Biodiversidad (o diversidad biológica)** | Es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el mundo.

**Biota** | En su uso más habitual, mediante el término biótico se designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

**Buenas prácticas** | Conjunto de recomendaciones que contribuyen al buen desarrollo de una actividad.

**Cambio climático** | El cambio climático es un cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo (décadas a millones de años). Puede referirse a un cambio en las condiciones promedio del tiempo o en la variación temporal meteorológica de las condiciones promedio a largo plazo (por ejemplo, más o menos fenómenos meteorológicos extremos). Está causado por factores como procesos bióticos, variaciones en la radiación solar recibida por la Tierra, tectónica de placas y erupciones volcánicas. También se han identificado ciertas actividades humanas como causas significativas del cambio de clima reciente, a menudo llamado calentamiento global.

**Captación de agua** | Extracción del agua de una fuente, un río, un lago o un pozo.

**Captación de manantial** | Captación de agua de un manantial mediante tuberías o canales.

**Cauce** | Lecho de los ríos y arroyos.

**Caudal** | Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo. El caudalímetro es un instrumento para la medición del caudal en un cauce o canal abierto.

**Cianobacterias** | El concepto alude a una bacteria que puede llevar a cabo la fotosíntesis oxigénica. La fotosíntesis oxigénica, por su parte, es un tipo de fotosíntesis: el proceso que permite sintetizar sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas, utilizando la energía que aporta la luz solar. En el caso específico de la fotosíntesis oxigénica, es el agua la sustancia que aporta electrones y que desarrolla la liberación de oxígeno a modo de subproducto.

**Ciclo hidrológico** | Sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, mar y aguas continentales, condensación del agua en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación.

**Clasificación de Köppen** | Creada inicialmente por el climatólogo ruso de origen alemán Wladimir Köppen en 1884, y revisada posteriormente por él mismo y por Rudolf Geiger, describe cada tipo de clima con una serie de letras, normalmente tres, que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones.

**Coliformes termotolerantes** | La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C +/- 0.2 °C dentro de las 24 +/- 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es el *Escherichia coli*.

**Condiciones organolépticas** | Son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura.

**Contaminación difusa** | La contaminación por una fuente no puntual se refiere a la contaminación del aire y el agua desde una fuente de contaminación difusa. Una fuente no puntual de contaminación hídrica afecta los cuerpos de agua desde fuentes como escorrentías de áreas agrícolas que drenan hacia los ríos, o desechos lavados por el viento hacia el mar.

**Convergencia** | Unión en un punto de varias líneas o trayectorias.

**Coque** | Combustible obtenido de la calcinación o destilación seca de carbón mineral; está compuesto de carbono y tiene un alto poder calorífico.

**Cota** | Número que en los mapas cumple la función de indicar la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel. Altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre cualquier otro plano de nivel.

**Cuenca hidrográfica** | Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.

**Densidad poblacional** | La densidad de población, denominada población relativa (para diferenciarla de la absoluta, la cual simplemente equivale a un número determinado de habitantes en cada territorio), se refiere al número promedio de habitantes de un país, región, área urbana o rural en relación a una unidad de superficie dada del territorio donde se encuentra ese país, región o área. F. J. Monkhouse la define como el promedio de habitantes por unidad superficial en un determinado territorio. El Diccionario Riudero de Geografía la define como el número medio de habitantes de un país que viven sobre una unidad de superficie (km<sup>2</sup>). Este número no refleja fielmente la realidad, ya que dentro de un mismo territorio existen normalmente grandes diferencias.

**Depósito regulador** | Pequeño embalse o estanque situado a la entrada de un conducto o canalización. Utilizado para almacenar cantidades relativamente pequeñas de agua, con el fin de atender a las variaciones de la demanda que se produzcan durante períodos cortos de tiempo, que generalmente no exceden de unas pocas horas.

**Desecación** | Una desecación en suelos es el proceso de formación de grietas poligonales en el suelo compacto al perder el agua y la humedad en períodos de sequía. Las grietas de desecación

afectan mayormente a los terrenos arcillosos. La contracción de estos suelos puede dar lugar a la formación de grietas de hasta 4 cm de anchura y más de 1 m de profundidad. La acción profunda de los cambios de temperatura y otros agentes atmosféricos, pueden ser entonces la causa de deslaves ulteriores. También representan un papel en la formación de suelos poligonales y en los fenómenos de reptación.

**Distribución Gamma** | Este modelo es una generalización del modelo Exponencial y que, en ocasiones, se utiliza para modelar variables que describen el tiempo hasta que se produce p veces un determinado suceso.

**Dulceacuícola** | [organismo] Que vive en agua dulce

**Ecosistema** | Sistema formado por la interacción de una comunidad de organismos con su medio ambiente.

**Edáfico** | Relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a la vida de las plantas.

**Embalse** | Emplazamiento, natural o artificial, usado para el almacenamiento, regulación y control de los recursos hídricos.

**Engorde a corral (*feedlot*)** | Sistema intensivo de producción de carne que permite lograr un engorde acelerado de los animales vacunos. Los animales se encuentran encerrados en corrales y se les proporciona la alimentación adecuada con este fin.

**Erosión** | Desgaste y transporte de suelos y rocas por el paso de corrientes de agua, glaciares, vientos y olas.

**Erosión antrópica** | Es la erosión que se debe a las actividades que el hombre realiza sobre el suelo generando esa destrucción.

**Escorrentía** | Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o en el interior del suelo (escorrentía subterránea o flujo hipodérmico).

**Esquistos** | Los esquistos metamórficos son rocas metamórficas de grado medio, notables principalmente por la preponderancia de minerales laminares tales como la mica, la clorita, el talco, la hornblenda, grafito y otros.

**Evaluación de recursos hídricos** | Determinación de las fuentes, extensión, fiabilidad y calidad de los recursos hídricos para su utilización y control.

**Estación automática** | Estación en la cual los instrumentos realizan observaciones que son transmitidas o registradas automáticamente.

**Estación básica (principal o permantente)** | Estación hidrométrica en la que se observan durante un período de varios años uno o varios elementos, teniendo en cuenta la importancia de dichos elementos en el entorno físico. La estación está generalmente equipada con instrumentos de registro.

**Estación hidrológica para fines específicos** | Estación instalada para la observación de un elemento o elementos específicos, necesarios para la investigación de fenómenos hidrológicos.

**Estación hidrométrica** | Estación en la cual se obtienen datos sobre el agua de ríos, lagos o embalses, referidos a uno o más de los elementos siguientes: nivel, caudal, transporte y depósito de los sedimentos, temperatura del agua y otras propiedades fí-

sicas del agua, características de la capa de hielo y propiedades químicas del agua.

**Estación pluviométrica** | Estación en la que sólo se realizan observaciones acerca de la precipitación.

**Estanque o Tanque** | Pequeño embalse de almacenamiento o pequeña extensión de agua.

**Estiaje** | Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente durante una época del año determinada. | Período que dura esta disminución de caudal.

**Estrés hídrico** | Se habla de estrés hídrico cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. El estrés hídrico provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, etc.).

**Evapotranspiración** | Cantidad de agua evaporada y transpirada desde el suelo y la cubierta vegetal.

**Ferrificación** | La acción y resultado de ferrificarse, en reunir o formarse el hierro o en adquirirse la consistencia o compacto de este compuesto, refiriendo de las partes ferruginosas de los compuestos.

**Ficocianina** | Pigmento ficobilínico azul libre de metal en una cromoproteína conjugada de algas azules-verdosas. Funciona como sustancia que absorbe la luz, junto con la clorofila: absorbe la luz anaranjada y la roja, particularmente cerca de 620 nm (dependiendo de cuál tipo específico se trate), y emite fluorescencia cerca de 650 nm (también dependiendo de cuál tipo sea).

**Floraciones algales** | Resultado visible de la multiplicación y acumulación de organismos del fitoplancton (algas y cianobacterias) en horas o días, que se produce en condiciones ambientales que producen eutrofización tales como el aumento de temperatura, el aumento de nutrientes disponibles (principalmente nitrógeno y fósforo) o la falta de movilidad de la masa de agua. Estos organismos contienen clorofila (entre otros pigmentos) y realizan fotosíntesis; algunos pueden fijar el nitrógeno. Las floraciones adquieren distintas apariencias con colores que van desde el verde azulado hasta el negro.

**FODA** | Acróstico de Fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando nuestras fortalezas), Debilidades (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y Amenazas (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de nuestros objetivos).

**Geomorfología** | Rama de la geografía física y de la geología que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y su actual comportamiento.

**Gondwana** | Nombre que se le da a un antiguo bloque continental meridional que resultó de la partición en dos de Pangea, cuando se extendió el mar de Tetis hacia el oeste, lo que lo separó de Laurasia. Durante el Jurásico y el Cretácico Gondwana fue escindiéndose y dio lugar a las masas continentales de las actuales Sudamérica, África, Australia, el Indostán, la isla de Ma-

dagascar y la Antártida, un proceso de partición y alejamiento que continuó durante el Cenozoico y permanece activo.

**Graben** | Conjunto de dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico expansivo. El ejemplo del desarrollo de un graben tectónico muestra el conjunto a la formación de una quebrada. Pero también existen fosas tectónicas que forman finalmente un cerro.

**GWh** | Gigavatio por hora o también gigawatt por hora, es una medida de energía eléctrica equivalente a la que desarrolla una potencia suministrada de un gigavatio durante una hora. Giga es el prefijo métrico utilizado para mil millones, en este caso se trataría de mil millones de vatios o de 1 millón de kilovatios suministrados en una hora.

**Hidráulica** | Parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.

**Hidrodinámica** | Parte de la dinámica que estudia el movimiento de los líquidos en relación con las causas que lo originan.

**Hidrología** | Ciencia que trata de los procesos que rigen el agotamiento y recuperación de los recursos de agua en las áreas continentales de la tierra y de las diversas fases del ciclo hidrológico.

**Hidrometría** | Una parte de la hidrología que mide el volumen de agua que circula por una sección de un conducto en un tiempo dado.

**hm<sup>3</sup>** | El hectómetro cúbico es una unidad de volumen. Se corresponde con el volumen de un cubo de cien metros (un hectómetro) de lado. Equivale a un Ggalitro (mil millones de litros).

**Laguna aireada** | Un depósito para el tratamiento de aguas que acelera la descomposición biológica de la materia orgánica estimulando el crecimiento y la actividad de las bacterias, que son responsables de la degradación.

**Limnógrafo** | Aparato empleado para registrar las variaciones de altura del nivel de agua de un pozo, lago, río, etc.; en aguas costeras y marítimas "mareógrafo".

**Limnómetro (Escala)** | Aparato empleado para medir, sin registrarla, la altura del nivel de agua de un pozo, lago, río, etc.

**Luvisoles** | Tipo de suelo que se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas, este término deriva del vocablo latino *lure* que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.

**Mapa hidrogeológico** | Mapa que muestra los principales rasgos hidrogeológicos de una zona, por ejemplo, el espesor del acuífero, los niveles de agua, las isopiezas, los datos de calidad del agua, las áreas de recarga y de descarga y las líneas de flujo.

**Medidas mitigatorias** | Medidas para la reducción de la vulnerabilidad, es decir para la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento

**Mesotrofia** | Propiedad de las aguas de lagos con poca transparencia y escasa profundidad, que no son ni oligotróficos ni eutróficos.

**Mesotrófico** | Pertenece a una condición intermedia entre eutrófica y oligotrófica que se da de una forma natural o que es debida a un enriquecimiento en nutrientes.

**Modelación hidrológica** | La modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, fundamentalmente en países desarrollados. En la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsible que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias

**Nitrificación** | Formación aeróbica de nitratos a partir de materias orgánicas.

**Nivel freático** | Nivel superior de la zona saturada por las aguas en el subsuelo.

**Obras hidráulicas** | Instalaciones técnicas en las que se toman medidas para la explotación y utilización de los recursos hídricos, así como la protección contra sus efectos perjudiciales.

**Oligotrofia** | Propiedad de las aguas de lagos profundos de alta montaña, con pocas sustancias nutritivas, poco fitoplancton y aguas muy limpias.

**Pelágicos** | En biología, se considera pelágico al animal o vegetal marino que vive en zonas alejadas de la costa; fauna pelágica refiere a los organismos que viven en alta mar. También puede considerarse al organismo que vive en las aguas de los lagos grandes.

**Planicie** | Plano superficial situado a alturas relativas diversas. Viene de la noción de plano, de algo que no tiene volumen ni variaciones en su superficie. Espacio natural que consta de relieves bajos o de mínima altitud, cercanos al nivel del mar y con un determinado tipo de vegetación particular para cada ecosistema.

**Pluvial** | Relativo a la lluvia.

**Pluviómetro** | Instrumento para medir la altura de agua de precipitación en un punto.

**Pozo** | Agujero o perforación, excavado o taladrado en la tierra para extraer agua.

**Pozos anidados** | Serie de pozos de vigilancia próximos entre sí dentro de la misma entubación que tienen rejillas situadas a diferentes profundidades.

**Presa** | Muro grueso construido a través de un río, arroyo o canal para embalsar agua o reconducirla fuera de su cauce.

**Recursos hídricos** | Agua disponible o potencialmente disponible, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable.

**Red fluvial** | Conjunto de cursos de agua que drenan una región.

**Red hidrométrica** | Conjunto de estaciones hidrológicas y puestos de observación situados en una zona determinada (cuenca, región administrativa) que proporcionan los datos para estudiar el régimen hidrológico.

**Régimen hidrológico** | Variaciones del estado y características de una masa de agua que se repiten regularmente en el tiempo y en el espacio y que son cíclicas, por ejemplo, estacionales.

**Régimen pluviométrico** | Comportamiento de las lluvias a lo largo del año, promediando el monto de las precipitaciones (lluvias, nieve, granizo convertidas a mm de lluvia) obtenidas a lo largo de un número considerable de años.

**Represa** | Obra construida para retener el flujo del agua dentro de un área determinada a lo largo de su cauce o para prevenir inundaciones debidas a mareas u ondas.

**Reservorio** | Depósito o estanque.

**Resiliencia** | Capacidad de las comunidades y ecosistemas de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha cesado.

**Ribera** | Franja lateral del cauce situada por encima del nivel de las aguas bajas. El límite del álveo es igual a la línea superior de la ribera.

**Riesgo** | Es la probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con las vulnerabilidades de los elementos expuestos. (Ley N° 18.621). Se concibe como la "relación" entre una "amenaza" y la "vulnerabilidad" de la sociedad que recibe el impacto; es decir, como "una condición latente o potencial" cuyo "grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes". De acuerdo a esta visión, el riesgo es "una condición dinámica, cambiante y teóricamente controlable".

**Servicios ecosistémicos** | Recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. Incluye productos como agua potable limpia y procesos tales como la descomposición de desechos.

**Servidumbres** | Denominación de un tipo de derecho real que limita el dominio de un predio denominado fundo sirviente en favor de las necesidades de otro llamado fundo dominante perteneciente a otra persona.

**Silicificación** | Proceso por el cual la madera, los huesos, las conchas y otros materiales a veces fosilizan o petrifican por acción de silicatos como el jaspe, el cuarzo criptocristalino e incluso el ópalo. Se puede conservar la estructura de los tejidos orgánicos originales mientras se va petrificando poco a poco (permineralización), y puede adoptar una variedad de colores distintos. Esta silicificación se lleva a cabo cerca de la superficie terrestre, donde abunda la sílice en el agua subterránea. Todavía no se sabe a ciencia cierta cuáles son los factores geológicos que determinan si el material de sustitución va a ser criptocristalino u opalino.

**Sinergia** | Fenómeno por el cual actúan en conjunto varios factores, contrariamente o varias influencias, observándose así un efecto, además del que hubiera podido esperarse operando independientemente, dado por la concausalidad, a los efectos en

cada uno. En estas situaciones, se crea un efecto extra debido a la acción conjunta o solapada, que ninguno de los sistemas hubiera podido generar en caso de accionar aisladamente

**Sistema hidrogeológico** | Ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, las formas de yacimiento, su difusión, movimiento, régimen y reservas, su interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas), así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación

**Sitios Ramsar** | Humedal que es considerado de importancia internacional debido a su riqueza biológica y a que sirve de refugio para aves acuáticas migratorias estacionales.

**Subcuenca** | Zona terrestre a partir de la cual toda la escorrentía superficial fluye a través de una serie de corrientes, ríos y, en ocasiones, lagos hacia un punto particular de un curso de agua que, por lo general, es un lago o una confluencia.

**Tajamar** | Represa o dique pequeño.

**Toma** | Obra cuyo propósito es controlar, regular, derivar y admitir agua directamente, a través de un conducto de toma construido aguas arriba.

**Toma directa por bombeo** | Obras hidráulicas destinadas a extraer agua mediante toma con bombeo directamente desde un cuerpo de agua natural o artificial.

**Topografía** | Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno.

**Unidades litológicas** | Cuerpo rocoso que presenta características de composición química y mineralógica más o menos homogéneas, tiene límites definidos con otras unidades y una edad de formación determinada.

**Usos consuntivos / no consuntivos** | Uso del agua que tiene lugar en la propia corriente, por ejemplo, la generación hidroeléctrica, la regulación, la navegación, la mejora de la calidad del agua, la acuicultura in situ y fines recreativos.

**Variabilidad** | Medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o lluvia, varían de un año a otro. Incluso puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un verano a otro. La variabilidad climática es mayor a nivel regional o local que al nivel hemisférico o global (PACC Ecuador).

**Vulnerabilidad** | Manifestación de una predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se presente un fenómeno o peligro de origen natural, o causado por el hombre.

**Zona de amortiguación o buffer** | Áreas adyacentes a los límites de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que conforman espacios de transición entre las zonas protegidas y el entorno.

**Producción editorial**

Objeto Directo

**Edición general**

Constanza Narancio

**Corrección**

Jorge Varela

**Diseño gráfico y maquetación**

Florencia Brizuela para Objeto Directo

**Fotografía**

Pablo Bielli

**Imprenta**

Gráfica Mosca

Depósito legal:

Primera edición: diciembre 2017

320 páginas

Montevideo, Uruguay



@MVOTMA

**Advertencia**

El uso de un lenguaje que no discrimine entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de hacerlo en nuestro idioma. En tal sentido, y con el fin de evitar la sobrecarga que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.

