

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 km². En territorio uruguayo recibe el aporte de dos grandes cuencas, la Cuenca del río Uruguay (45.391 km²) y la Cuenca del río Negro (68.216 km²). 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 Uruguay⁸³ 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.⁸⁴ 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 (cítrica, 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 arrocerera 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.

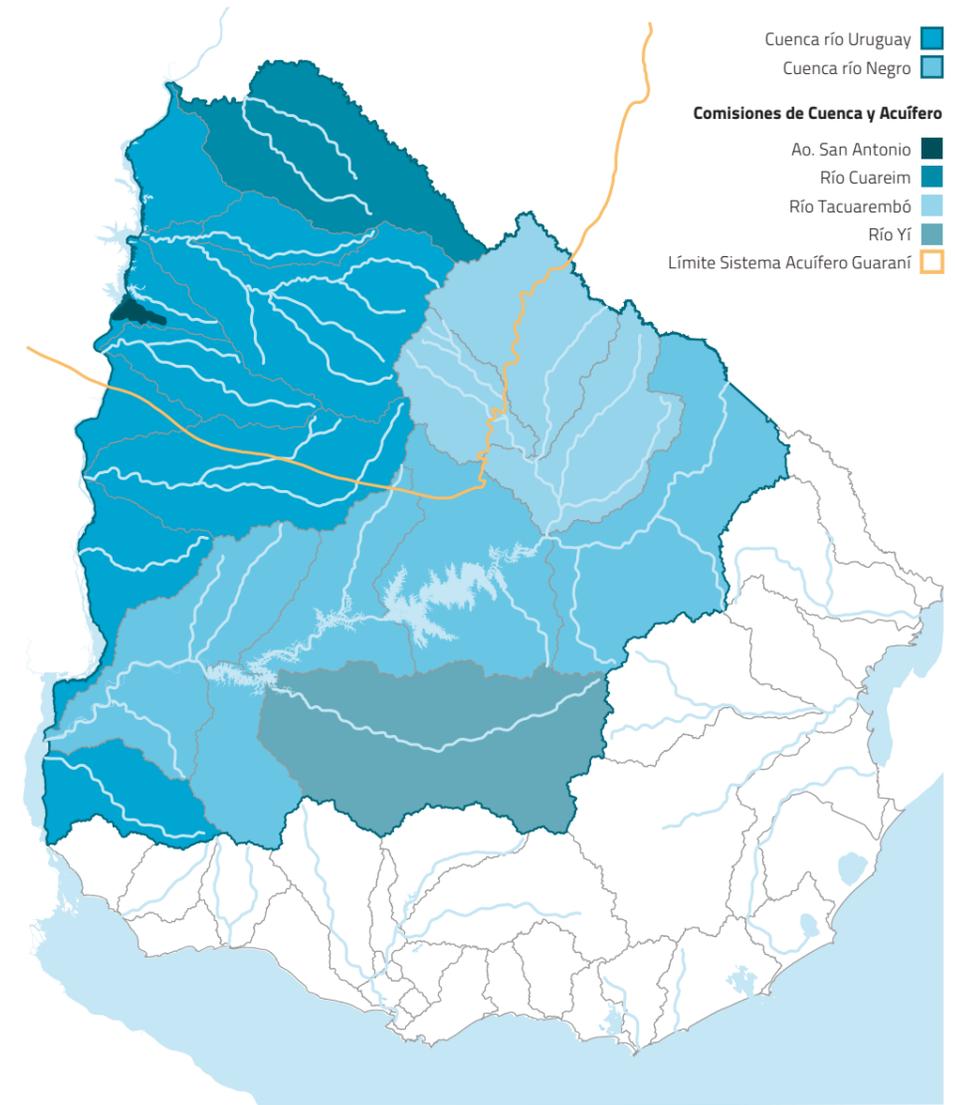


Figura 7.1 | Región hidrográfica para la cuenca del río Uruguay | Fuente DINAGUA

| Región agropecuaria | Superficie total (%) |
|---------------------------------|----------------------|
| Agrícola | 9,9 |
| Agrícola ganadera | 22,7 |
| Agrícola lechera | 0,2 |
| Total agrícola | 32,8 |
| Arrocera | 0,8 |
| Arrocera con ganadería | 6,7 |
| Total arrocerera | 7,5 |
| Ganadera con mejoramiento | 37,5 |
| Ganadera lechera | 0,04 |
| Ovejera | 5 |
| Total ganadera | 42,5 |
| Hortícola | 0,2 |
| Cítrica | 0,6 |
| Total agrícola intensiva | 0,8 |
| Lechera ganadera | 0,3 |
| Total lechera | 0,3 |
| Forestal | 16,1 |
| Total forestal | 16,1 |
| TOTAL | 100 |

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 m³/s y un volumen disponible de agua de 50.605 hm³. La aportación específica equivalente es de 14 l/s-km² (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.⁸⁵

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.

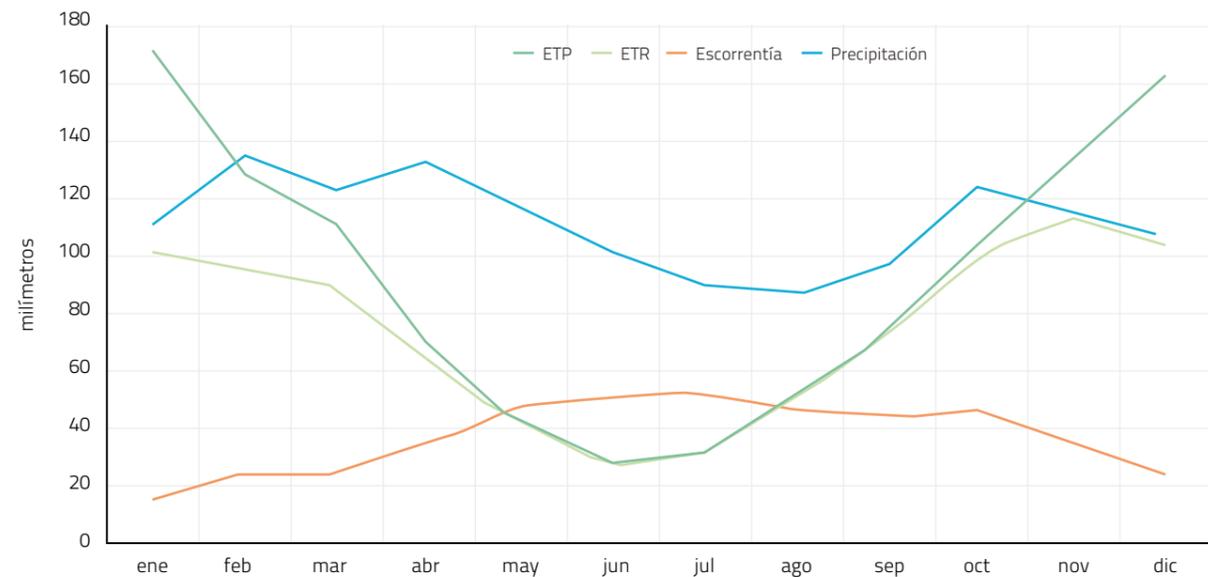


Figura 7.2 | Componentes del balance de la región hidrográfica del río Uruguay

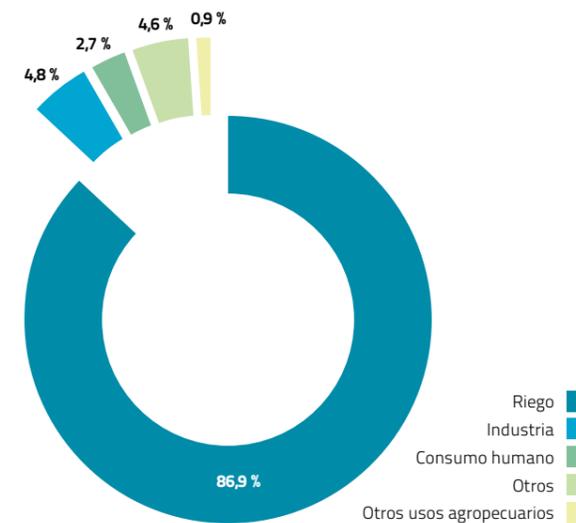


Figura 7.3 | Usos del agua de la región hidrográfica del río Uruguay (%) Fuente: MVOTMA DINAGUA, 2015

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 km² (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 km² 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 m³/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 m³/día (entre 14.000 a 15.000 m³/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 brasilero. La superficie de la Cuenca de la laguna Merín es de aproximadamente 62.250 km² de los cuales 27.892 km² 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 Merín⁸⁶ 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.

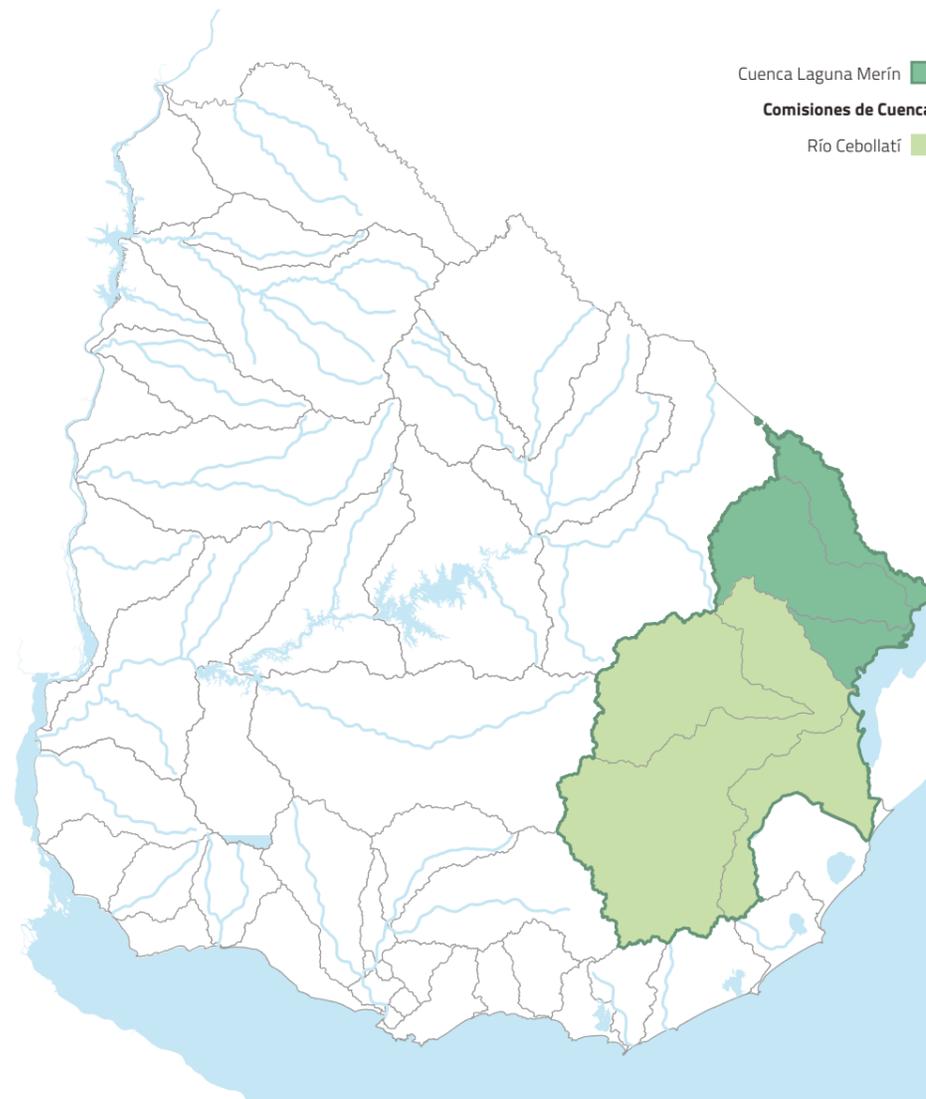


Figura 7.6 | Región Hidrográfica para la cuenca de la laguna Merín | Fuente: DINAGUA

| Región agropecuaria | Superficie total (%) |
|---------------------------|----------------------|
| Agrícola ganadera | 7,9 |
| Total agrícola | 7,9 |
| Arrocera | 19,8 |
| Arrocera con ganadería | 17,1 |
| Total arrocera | 36,9 |
| Ganadera con mejoramiento | 43,3 |
| Total ganadera | 43,3 |
| Forestal | 12 |
| Total forestal | 12 |
| TOTAL | 100 |

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 m³/s y un volumen disponible de agua de 14.985 hm³. Se pierde por evapotranspiración el 61 % de la lluvia que cae en ella. La aportación específica equivalente es de 16,5 l/s-km², 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.

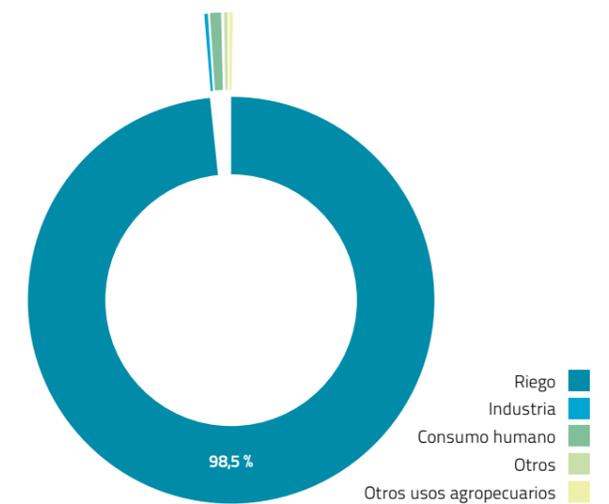


Figura 7.7 | Usos del agua de la región hidrográfica de la laguna Merín (%)
Fuente: MVOTMA-DINAGUA, 2015

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 m³/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.

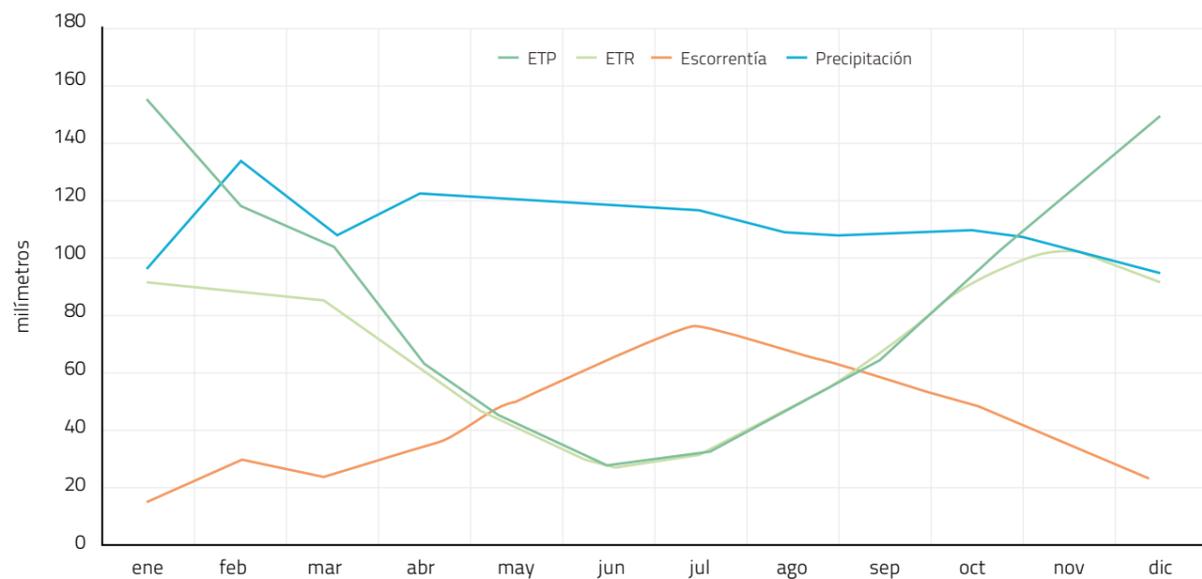


Figura 7.8 | Componentes del balance de la región hidrográfica de la laguna Merín

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 km² 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 Marítimo⁸⁷ 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 |
| Total agrícola | 43 |
| Arrocera con ganadería | 2 |
| Total arrocera | 2 |
| Ganadera lechera | 2 |
| Ganadera con mejoramiento | 27 |
| Total ganadera | 29 |
| Citrícola | 0 |
| Horti-fruti-vitícola | 1 |
| Hortícola | 3 |
| Frutivícola | 2 |
| Total agrícola intensiva | 6 |
| Lechera | 4 |
| Lechera ganadera | 6 |
| Total lechera | 10 |
| Forestal | 9 |
| Total forestal | 9 |
| TOTAL | 100 |

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 m³/s y un volumen disponible de agua de 11.918 hm³. 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-km².

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.⁸⁸ 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.

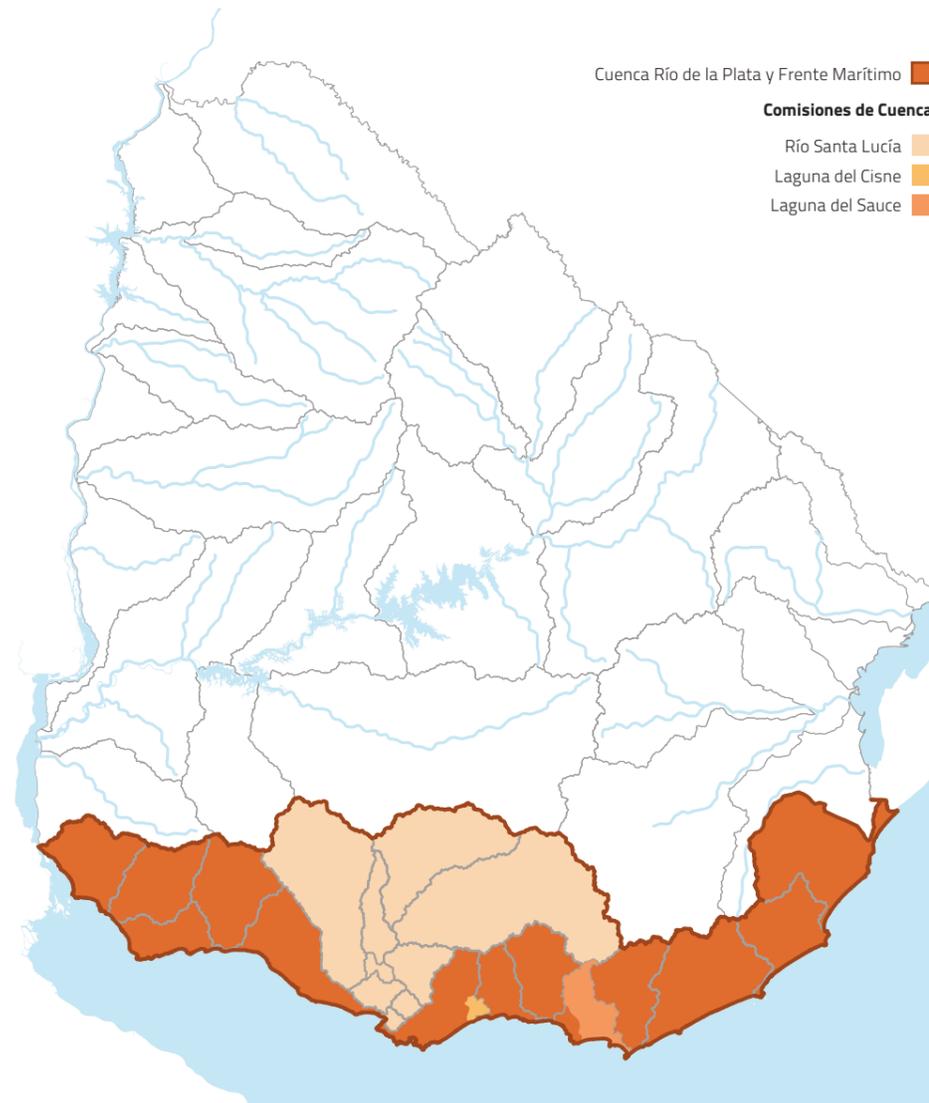


Figura 7.9 | Región hidrográfica para la cuenca del Río de la Plata y Frente Marítimo | Fuente: DINAGUA

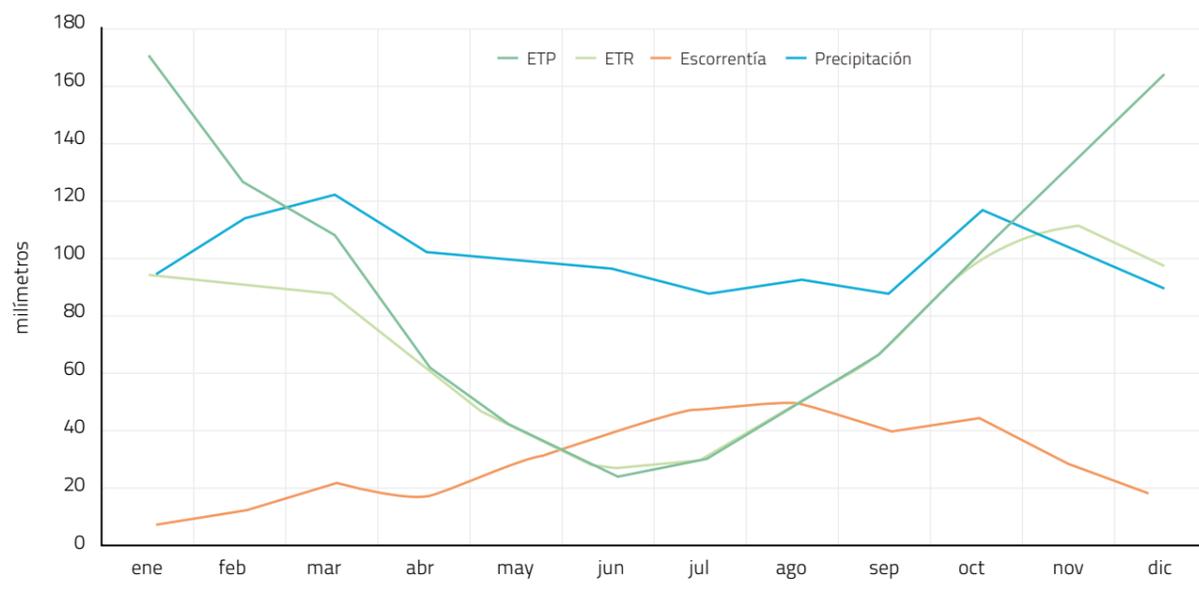


Figura 7.10 | Componentes del balance de la región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo

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 km² 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 km². 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

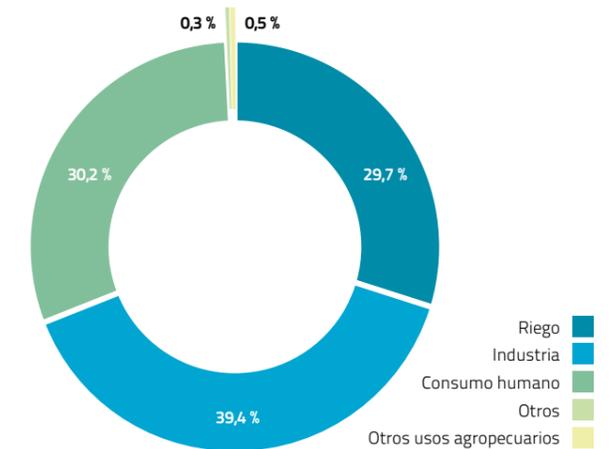


Figura 7.11 | Usos del agua de la región hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo | Fuente: MVOTMA-DINAGUA, 2015

(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 km², 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 km², 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 m³/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



8.1.2 | 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.

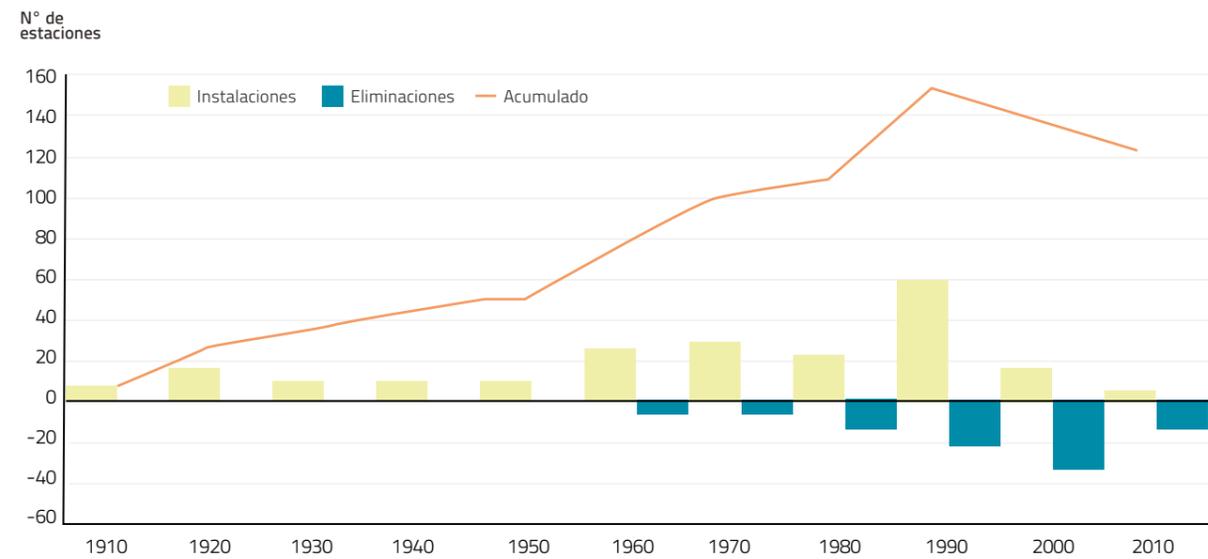
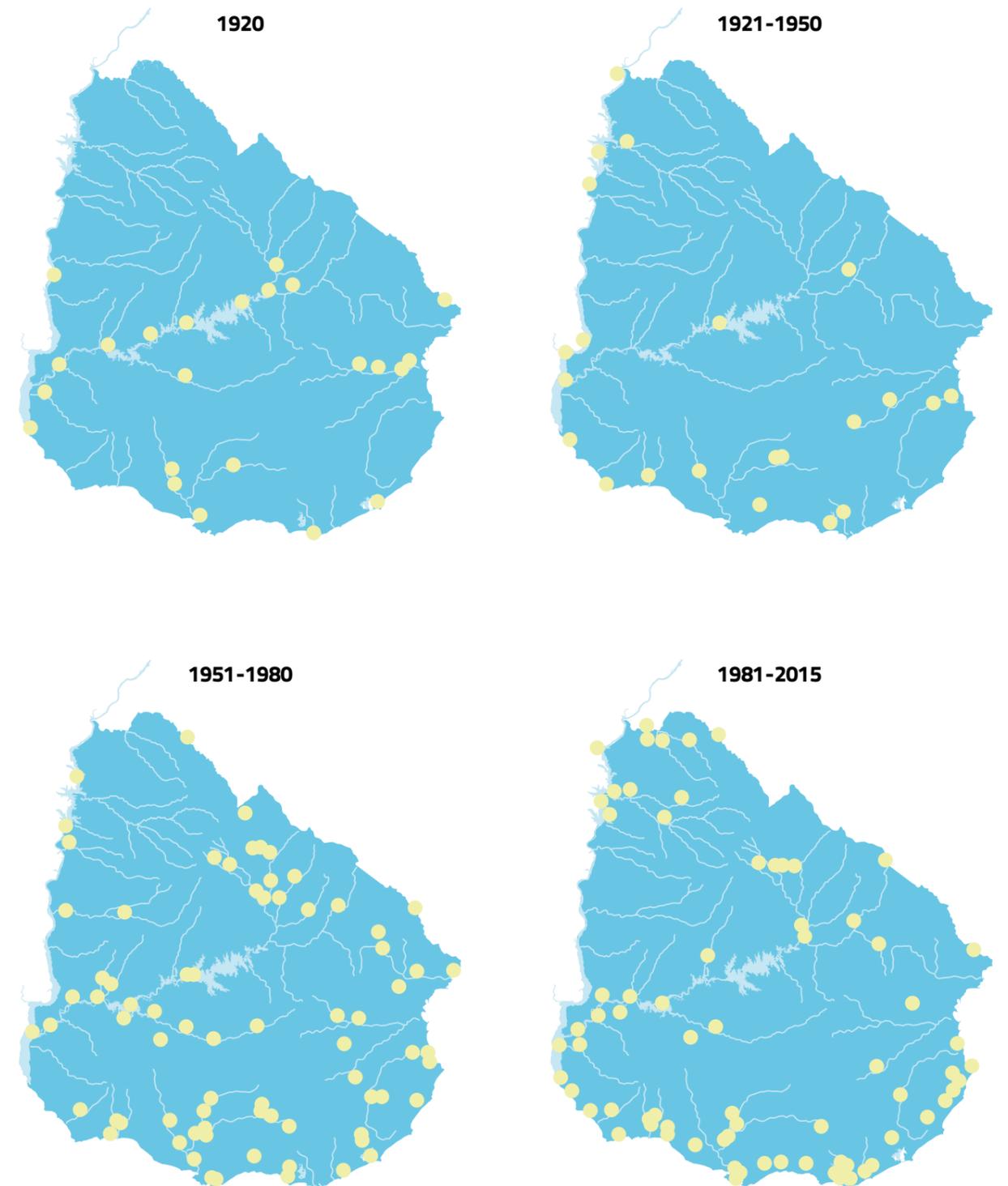


Figura 8.2 | Evolución del número de estaciones activas (todo el país) | Fuente: DINAGUA

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.

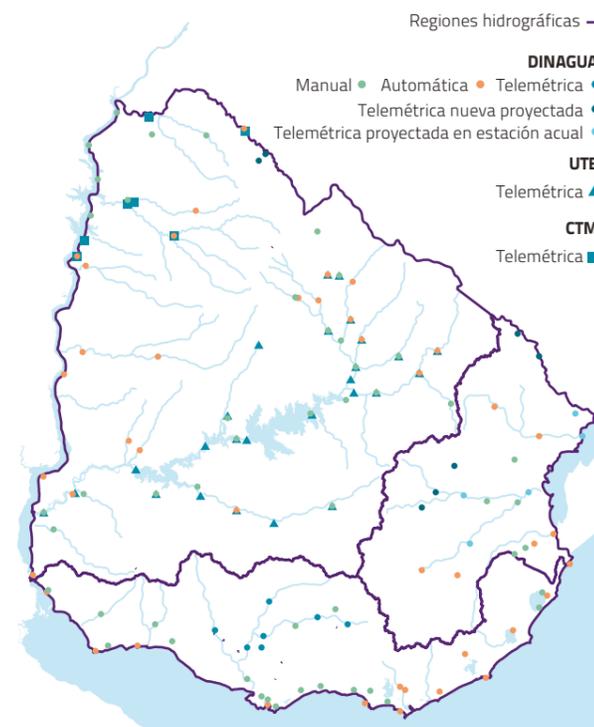


Figura 8.4 | Estaciones activas de la red hidrométrica (2014)
Fuente: DINAGUA



Figura 8.5 | Redes de estaciones hidrométricas (2016), se incluyen estaciones de DINAGUA, UTE y CTM
Fuente: DINAGUA

| Cuenca | Área (km ²) | Niveles | | | Caudales | | | Automáticas | |
|------------------|-------------------------|------------|------------------------|--|------------|------------------------|--|-------------|---------------|
| | | Estaciones | Extensión prom. (años) | Densidad (est./100.000 km ²) | Estaciones | Extensión prom. (años) | Densidad (est./100.000 km ²) | | |
| 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 % |
| Totales | 176.400 | 103 | 37,3 | 5,8 | 48 | 32,7 | 2,7 | 53 | 51,5 % |

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 (limnímetros 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"⁹⁰ 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 actualización⁹¹ 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).⁹²

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 m³/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 ³ Tajamar chico | | | | | |
| | 12.000 ≤ V < 120.000 m ³ Tajamar mediano | | | | | |
| 3 ≤ H < 5 | Tajamar chico | Tajamar mediano | Tajamar grande | V < 120.000 m ³ Tajamar grande | | |
| | | | | 120.000 m ³ ≤ V < 600.000 m ³ Represa chica | | |
| | | | | 600.000 m ³ ≤ V Represa mediana | | |
| 5 ≤ H | V < 120.000 m ³ Tajamar grande | | | Represa chica | Represa mediana | Represa grande |
| | V ≤ 120.000 m ³ 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 km² 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.⁹³

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 m³ 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 | |
| Embalses | 5 | 18 | 1.250 | 50 | 40 | 1.363 |
| Tomas | 62 | 47 | 483 | 2 | 23 | 617 |
| Tanques | 3 | 2 | 591 | 14 | 4 | 614 |
| Pozos | 555 | 509 | 1.435 | 499 | 98 | 3.096 |
| TOTAL | 625 | 576 | 3.759 | 565 | 165 | 5.690 |

Obras por uso (%)

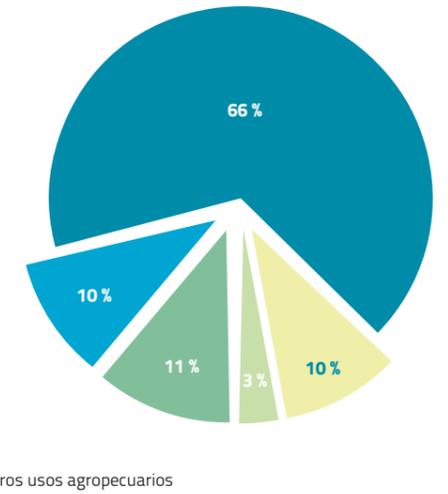
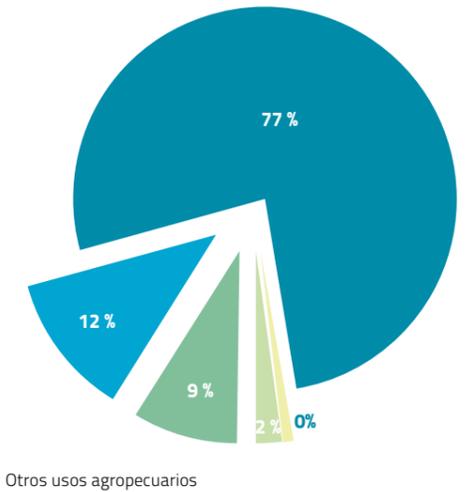


Tabla 8.3 | Obras por tipo y uso | Fuente: DINAGUA

Volumen de uso anual (x10³m³)

| | USO | | | | | TOTAL |
|-----------------|----------------|----------------|------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| | Consumo Humano | Industrial | Riego | Otros usos agropecuarios | Otros usos | |
| Embalses | 12.050 | 5.311 | 2.139.044 | 13.707 | 10.474 | 2.180.586 |
| Tomas | 381.760 | 515.554 | 1.363.801 | 426 | 79.467 | 2.341.008 |
| Tanques | 13 | 14 | 2.996 | 2 | 9 | 3.033 |
| Pozos | 17.367 | 21.536 | 47.378 | 11.828 | 10.326 | 108.435 |
| TOTAL | 411.190 | 542.414 | 3.553.220 | 25.963 | 100.275 | 4.633.063 |

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 |
| Total | | 625 | 576 | 3.759 | 565 | 165 | 5.690 | |

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 |
| Total | | 411.190 | 542.414 | 3.553.220 | 25.963 | 100.275 | 4.633.063 | |

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

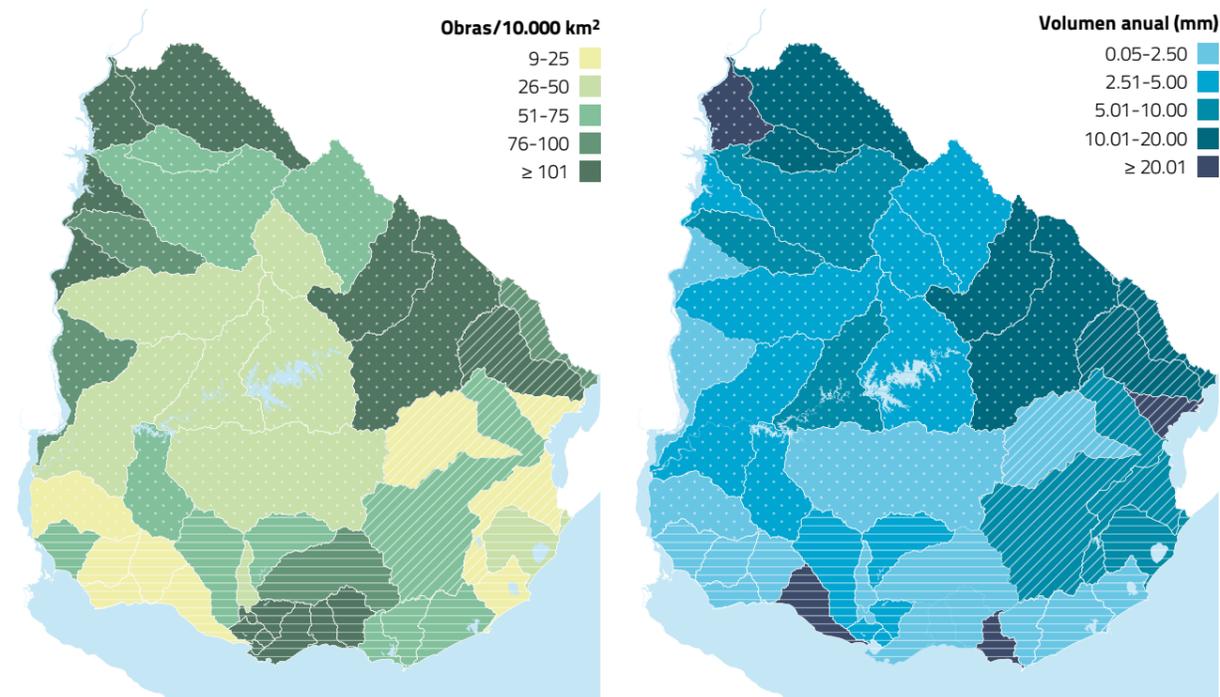


Figura 8.7 | Distribución geográfica de aprovechamientos por embalses. Densidad de obras 1/10.000 km² y volumen de uso anual por unidad de área (mm) Fuente: DINAGUA

■ Cuenca río Uruguay ■ Cuenca laguna Merín ■ Cuenca Río de la Plata y Frente Marítimo

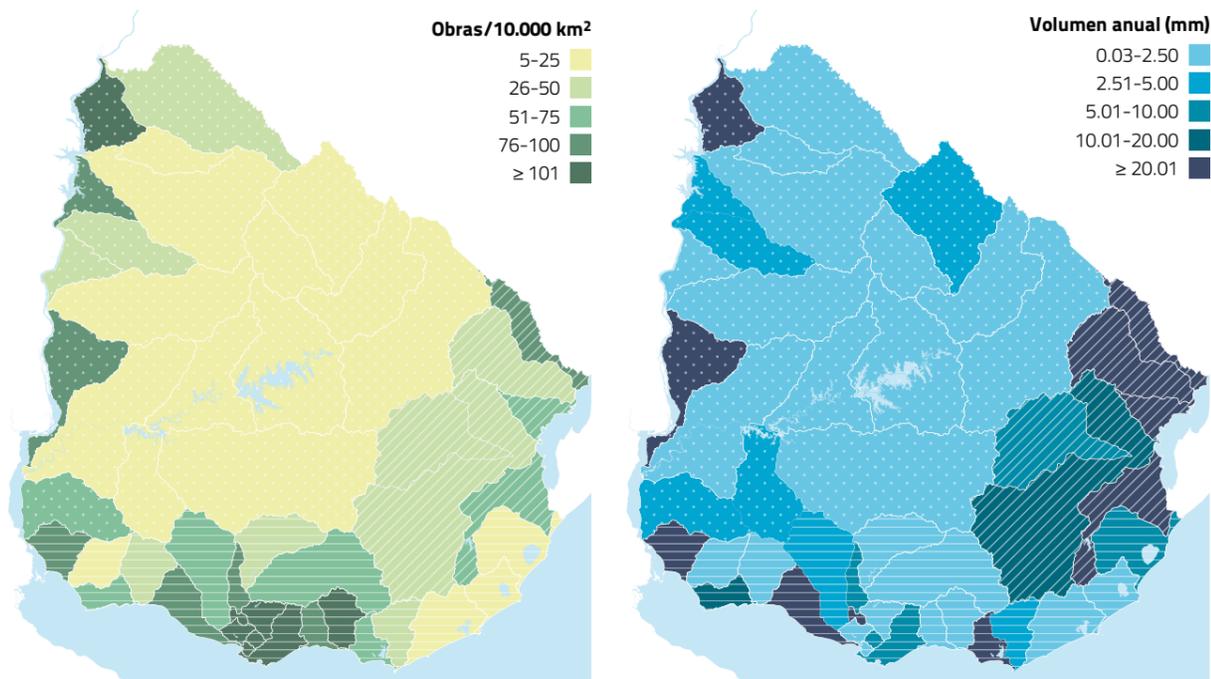


Figura 8.6 | Distribución geográfica de aprovechamientos por tomas directas. Densidad de obras (1/10.000 Km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) | Fuente: DINAGUA

■ Cuenca río Uruguay ■ Cuenca laguna Merín ■ Cuenca Río de la Plata y Frente Marítimo

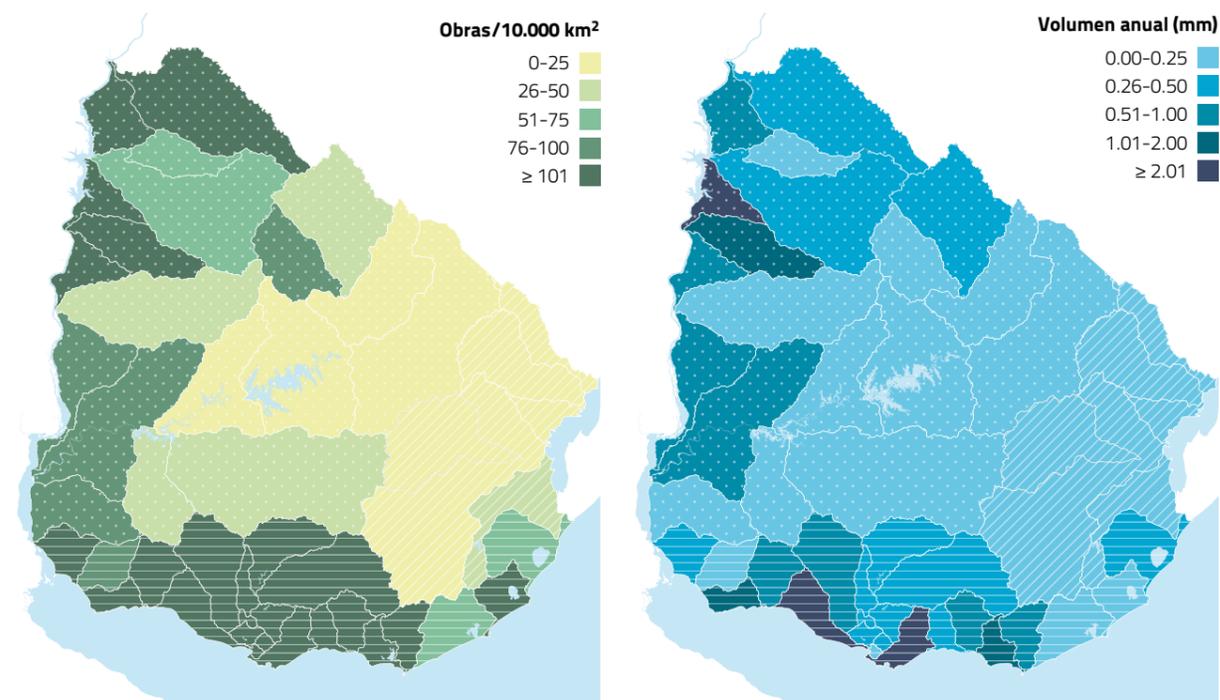


Figura 8.8 | Distribución geográfica de aprovechamientos por pozos. Densidad de obras (1/10.000 km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) Fuente: DINAGUA

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.

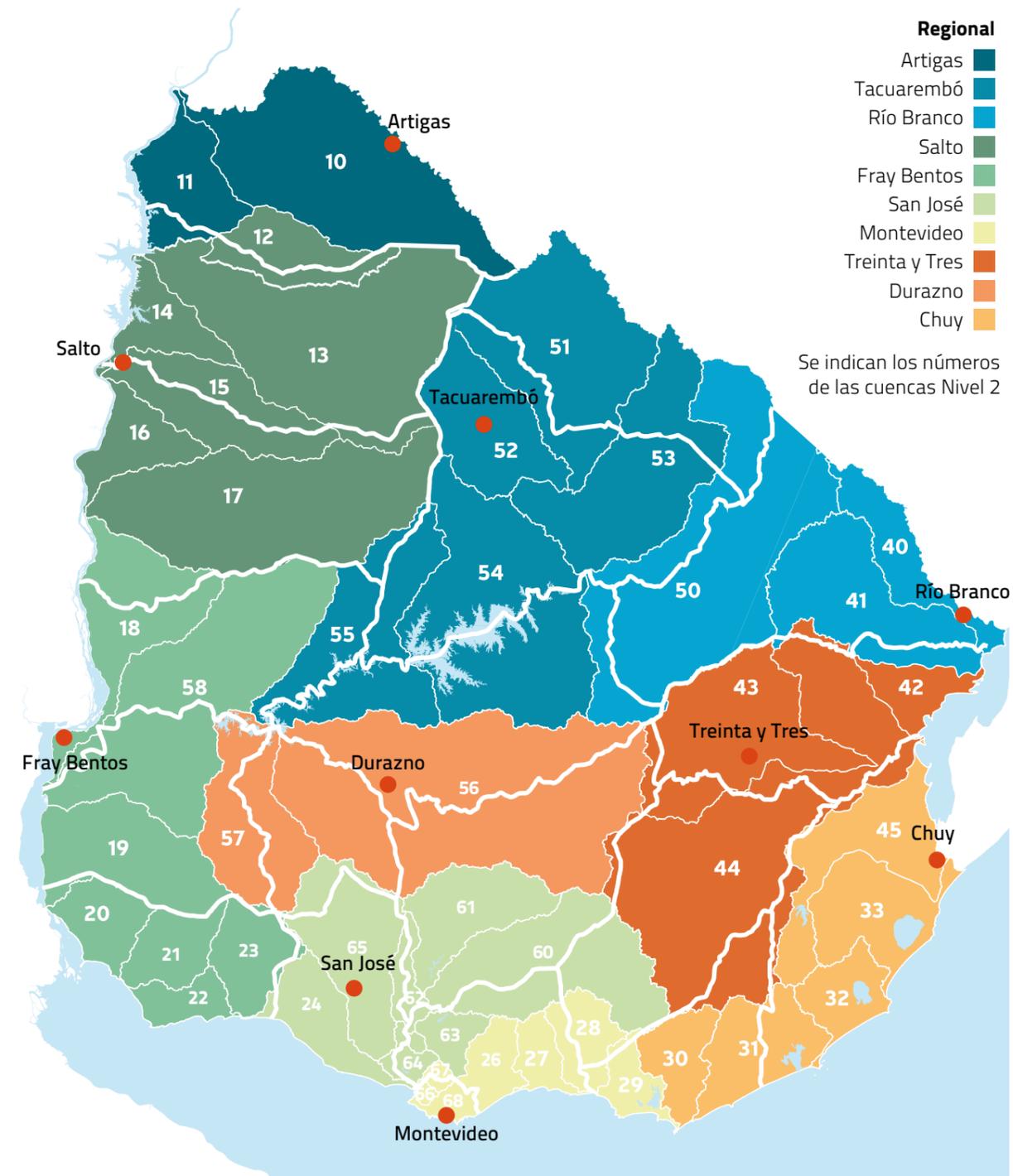


Figura 8.9 | Oficinas regionales de DINAGUA | Fuente: DINAGUA

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.

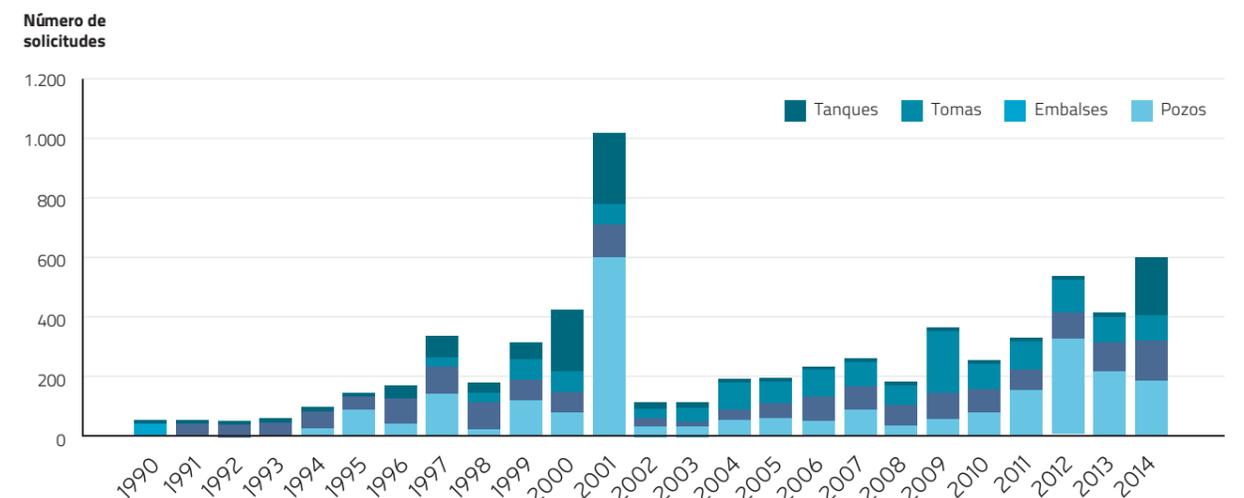


Figura 8.10 | Solicitudes de aprovechamientos de aguas por tipo de obra | Fuente: DINAGUA

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):⁹⁴

- 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 m³ o su espejo supere las 100 ha

94 | Decreto N° 349/005 del Poder Ejecutivo.

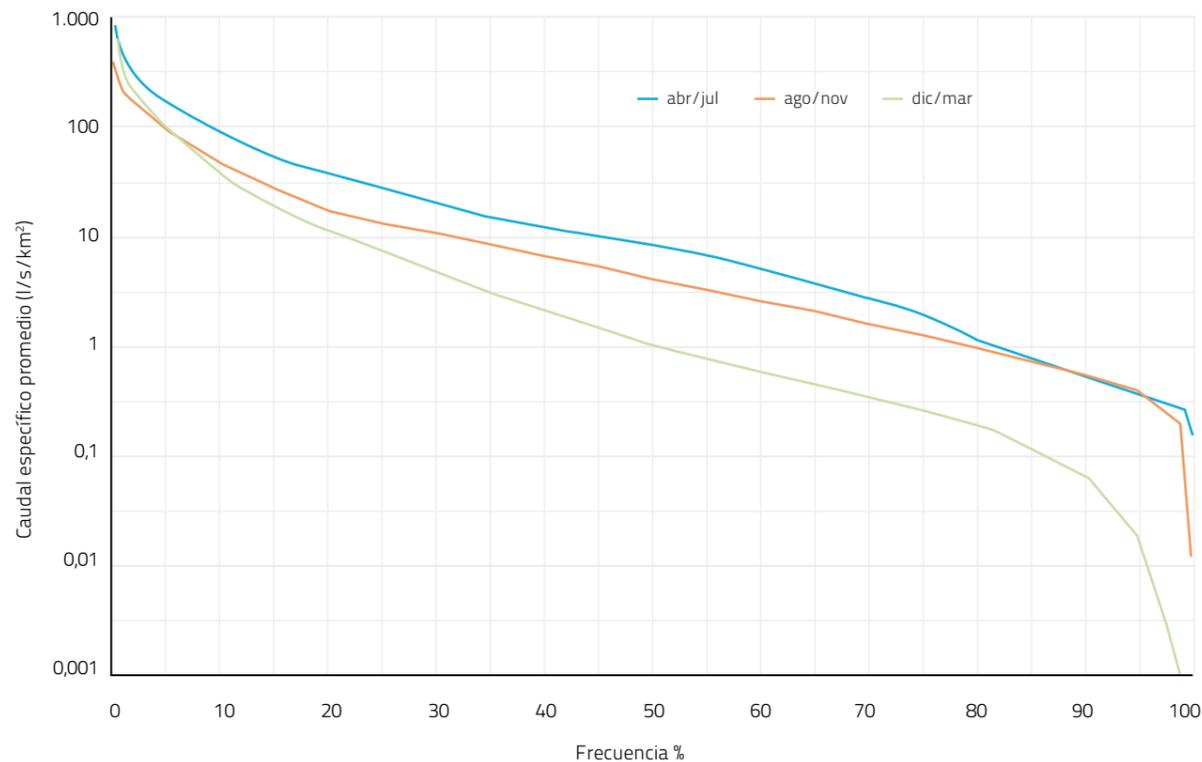


Figura 8.11 | Caudal específico para río Cuareim, Artigas | Fuente: DINAGUA

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/km²) 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 2011⁹⁵
- "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/km². 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.

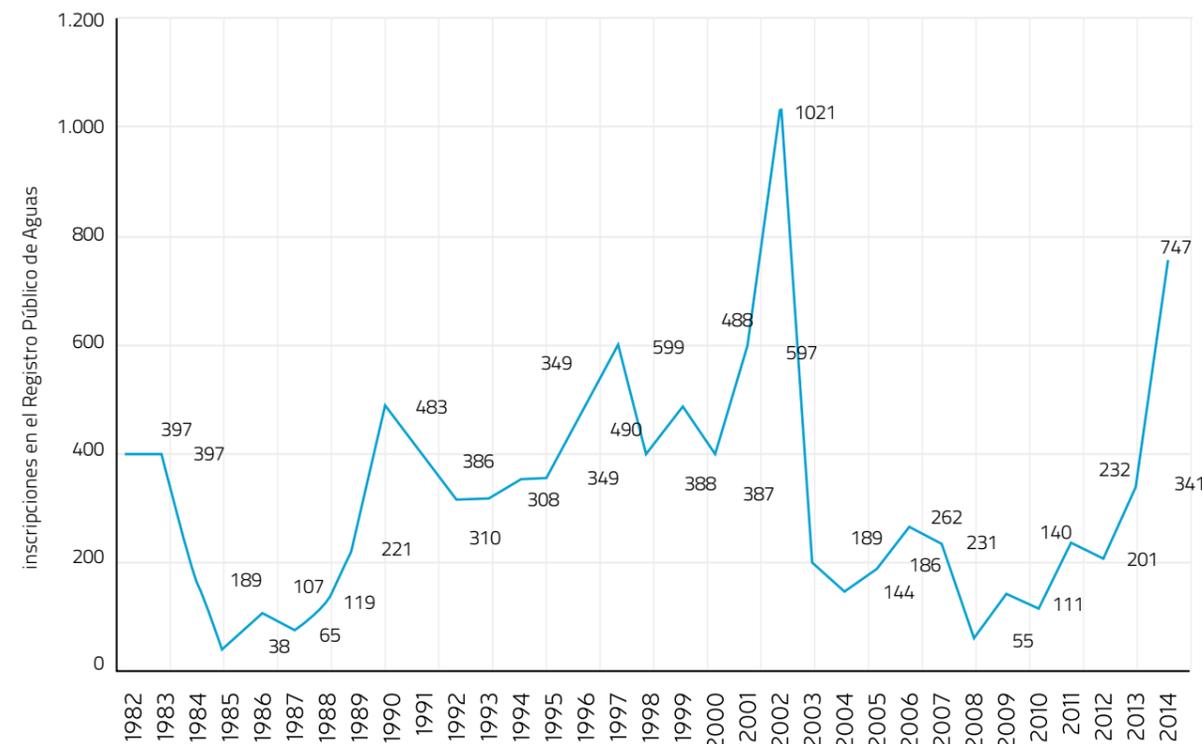


Figura 8.12 | Inscripciones desde el año 1982 al 2014 | Fuente: DINAGUA

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, previsible o imprevisible, 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.

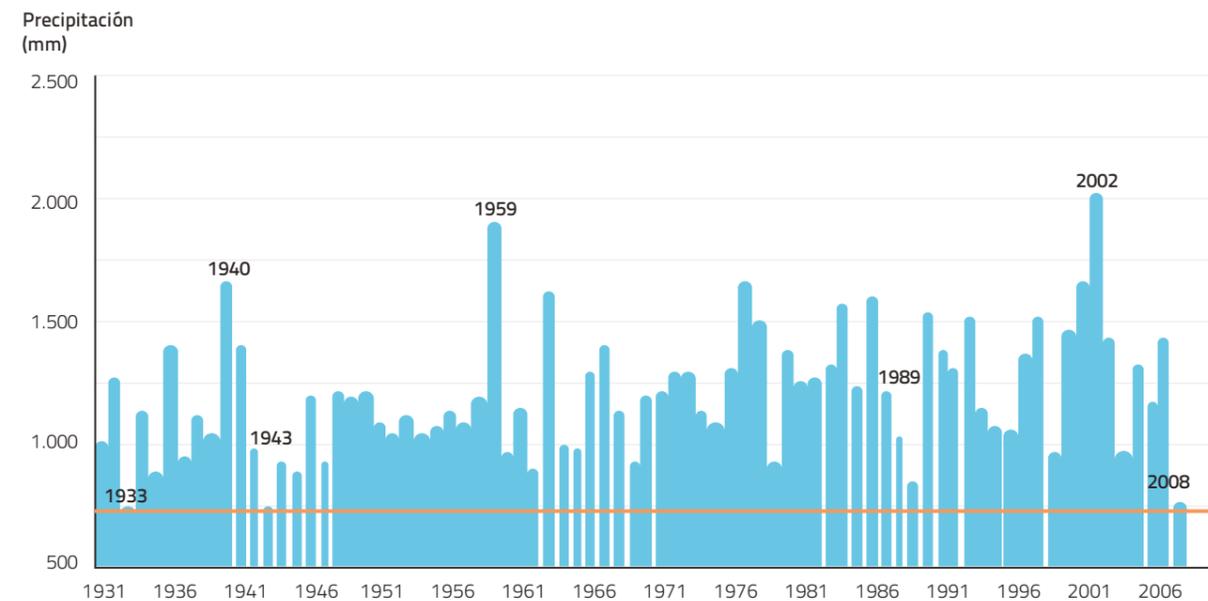


Figura 8.14 | Precipitación anual. Período 1931-2008

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 inceptivos 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.⁹⁶

96 | Alcoz, S.; Gamarra, A. (Coord.). Montevideo, UY: DINAGUA, 2012. 115 p.

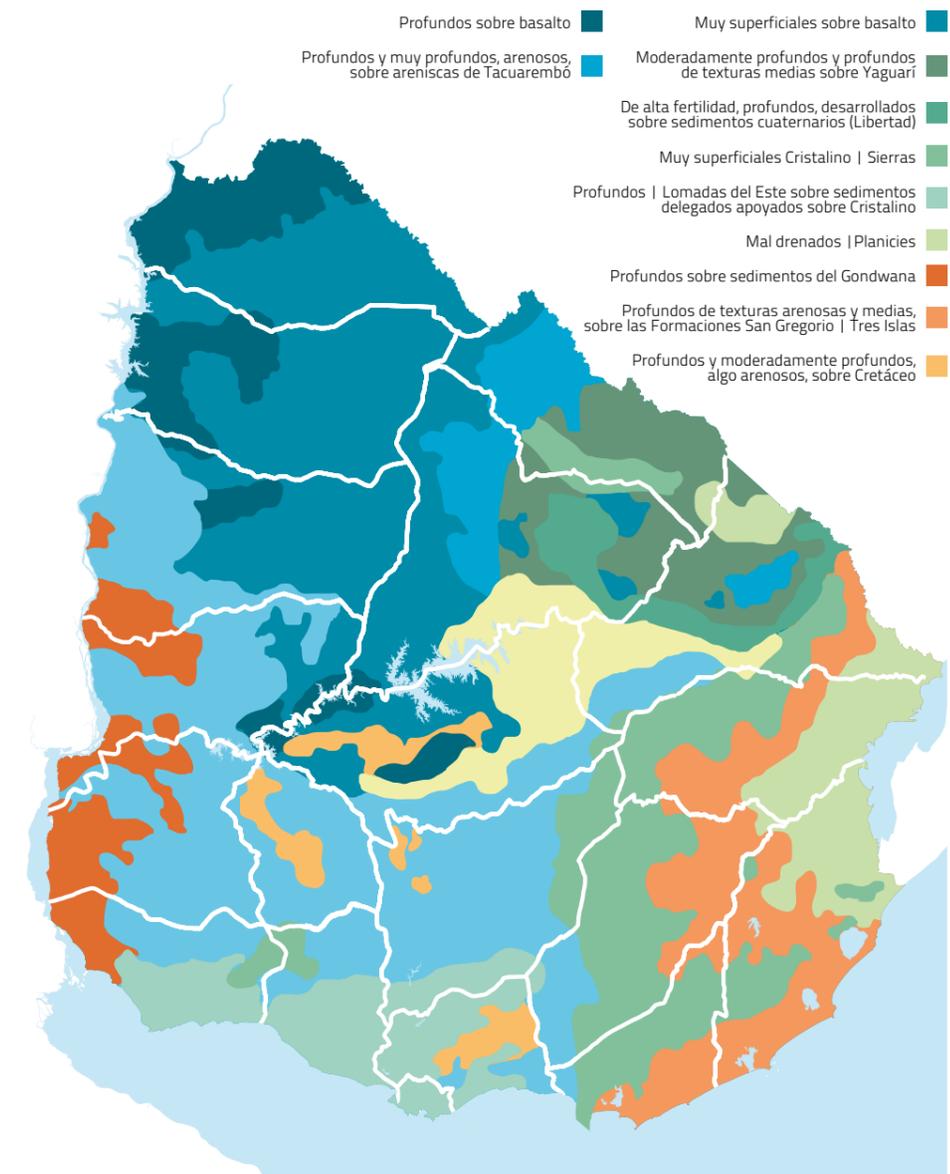


Figura 8.15 | Grupos de suelos | Fuente: CIDE

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,⁹⁷ 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.

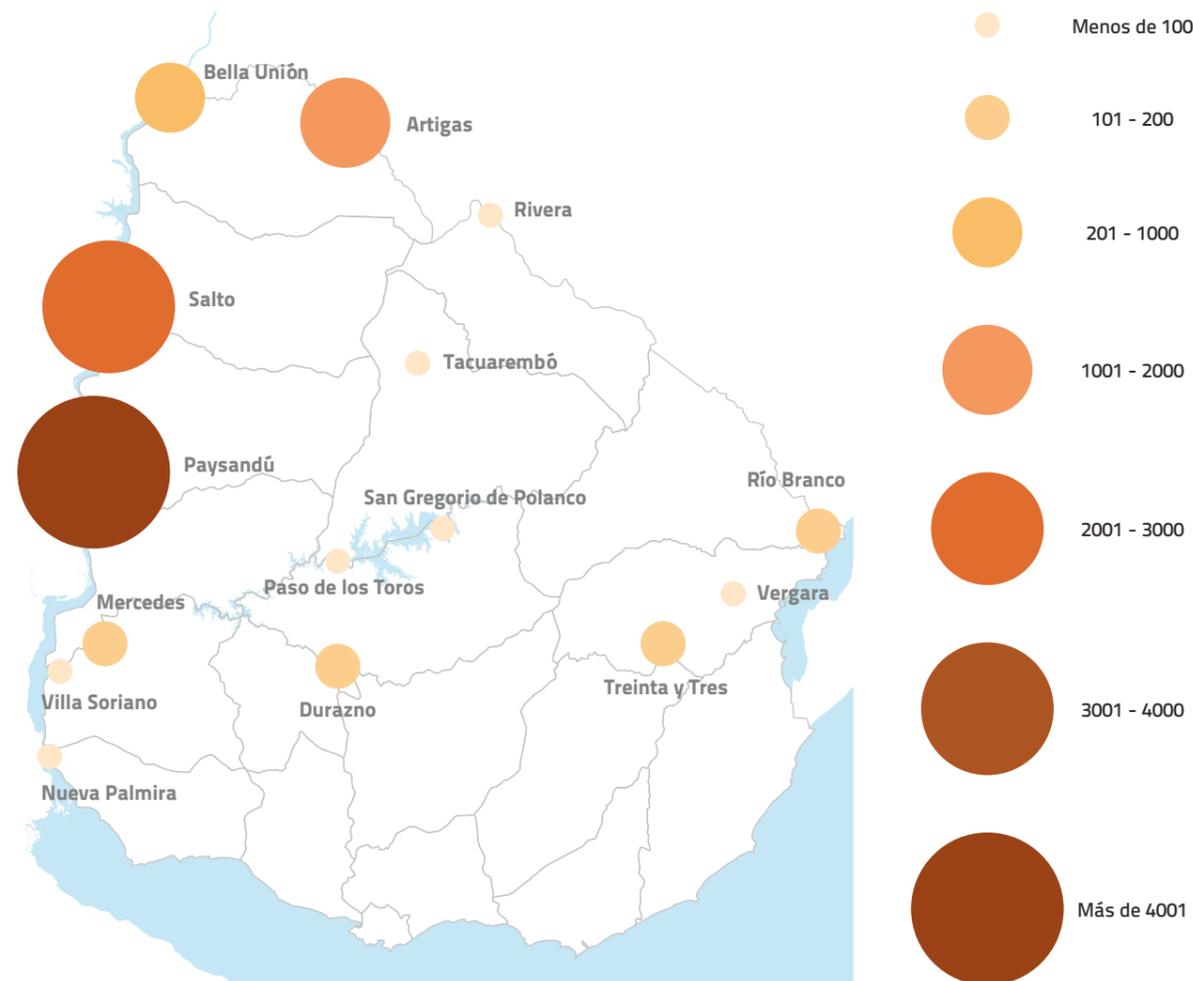


Figura 8.16 | Población afectada en el evento de inundaciones noviembre-diciembre 2009
Fuente: SNE. Elaboración ITU, Facultad de Arquitectura

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 legislativos 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

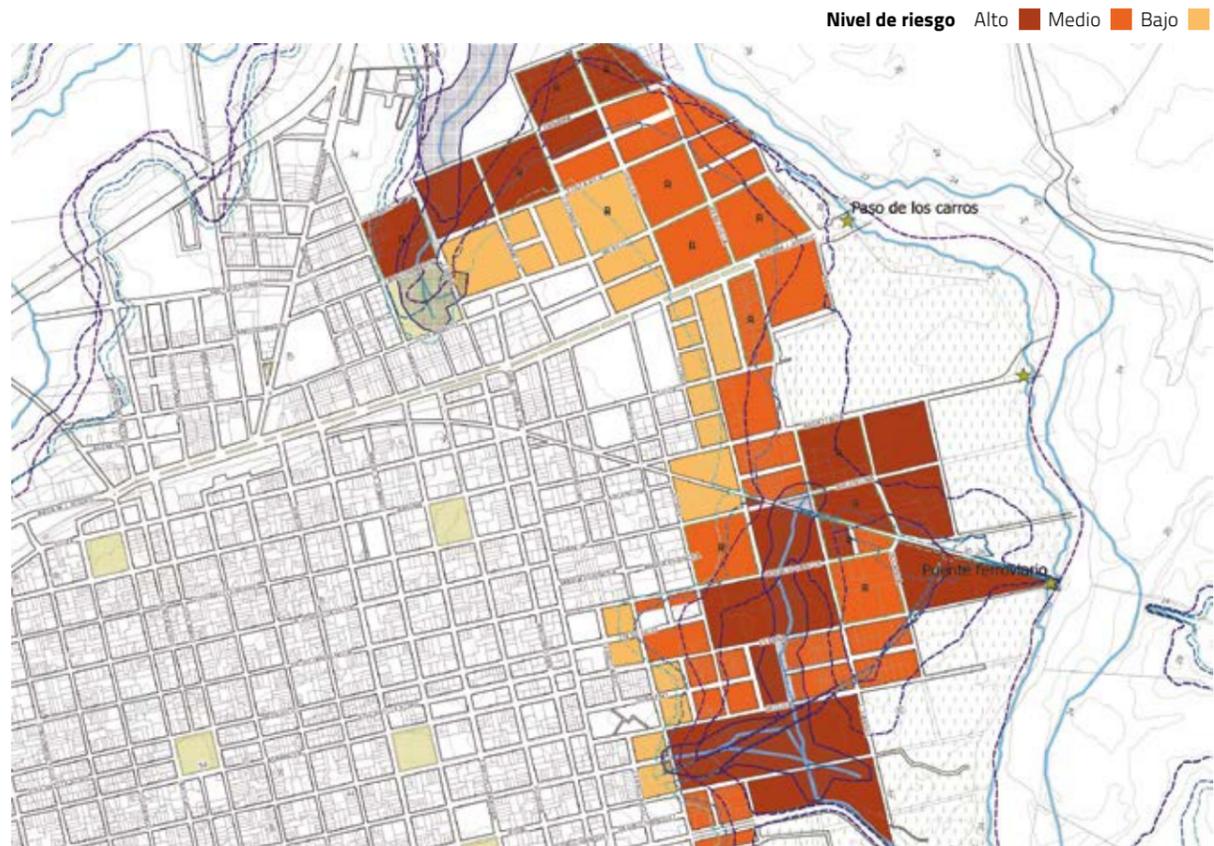


Figura 8.4 | Mapa de riesgo de inundación de la ciudad de San José | Fuente: DINAGUA e Intendencia de San José

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 uso⁹⁸

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 estratégica la creación de la Comisión de Cuenca del río Santa Lucía, de la Cuenca del río Negro y de la Comisión 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 de Cuenca del Río Negro y la Comisión del Acuífero Guaraní han sido creadas 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 consenso⁹⁹ 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 ámbitos¹⁰⁰ 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

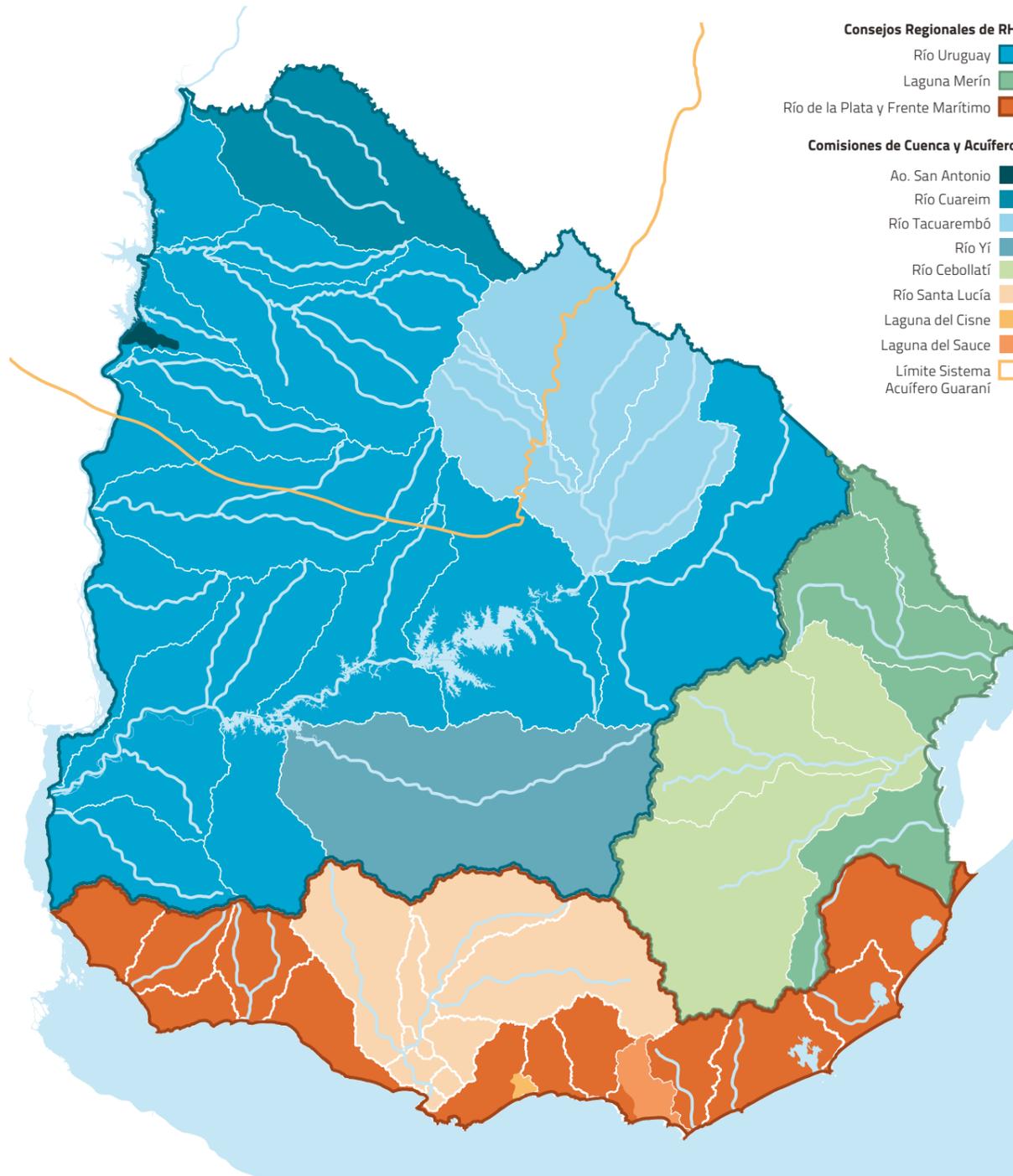
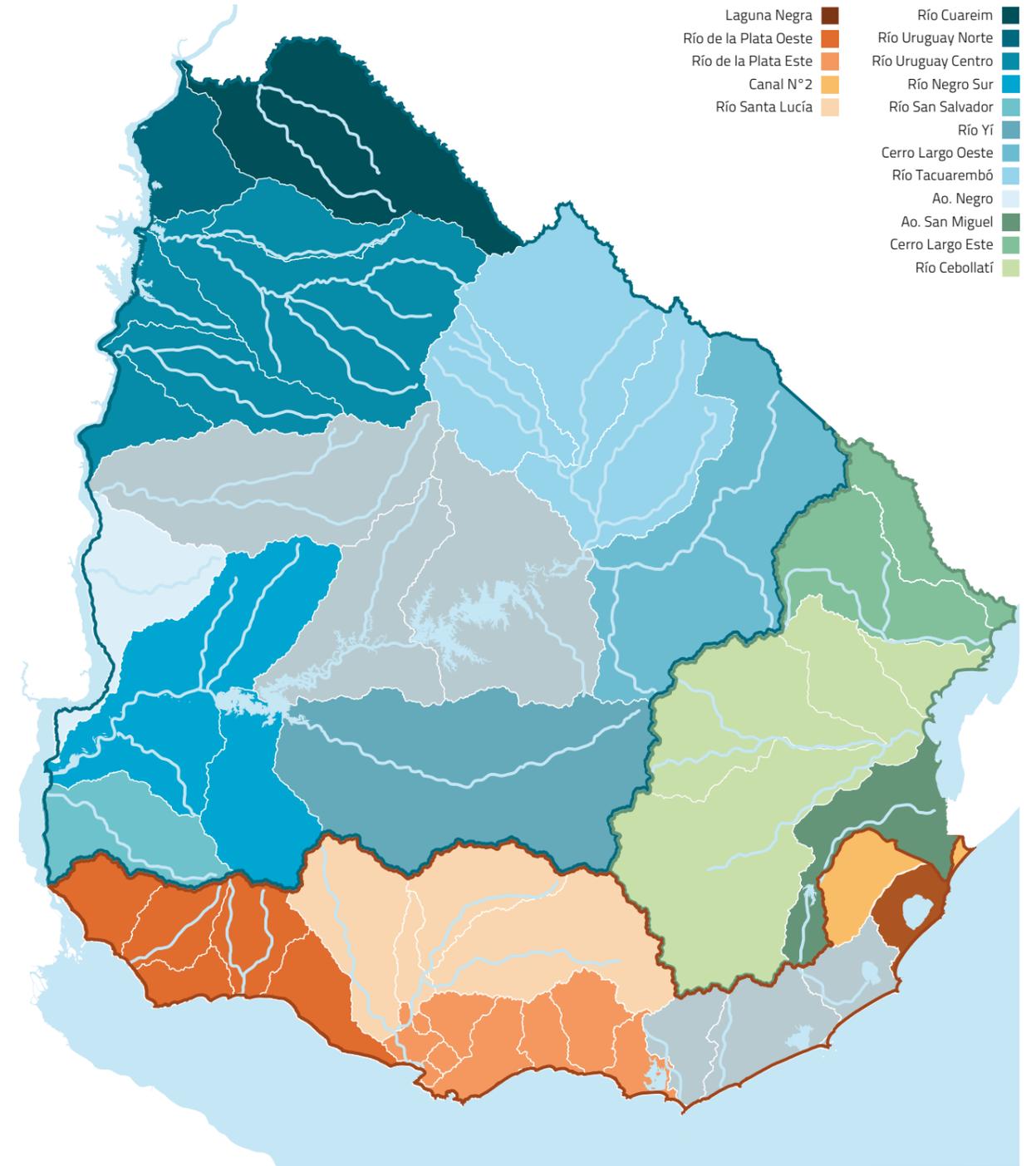


Figura 8.6 | Juntas regionales de riego | Fuente: DINAGUA



8.7 | Juntas Regionales Asesoras de Riego

Las Juntas Regionales de Riego¹⁰¹ 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 inscriptos 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).¹⁰²

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 París¹⁰³ 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.

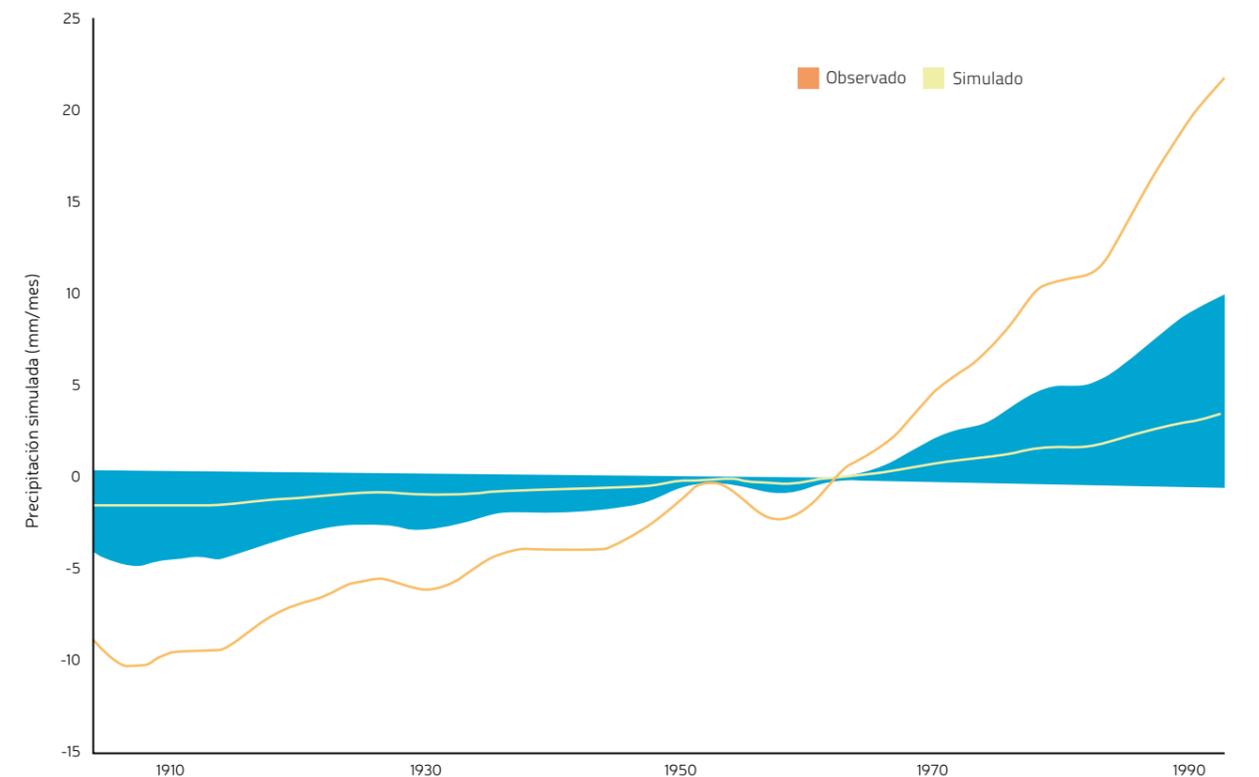


Figura 9.1 | Precipitación observada en el SE de América del Sur en el siglo XX y simulaciones de los modelos disponibles en el IPCC (CMIP5)

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.

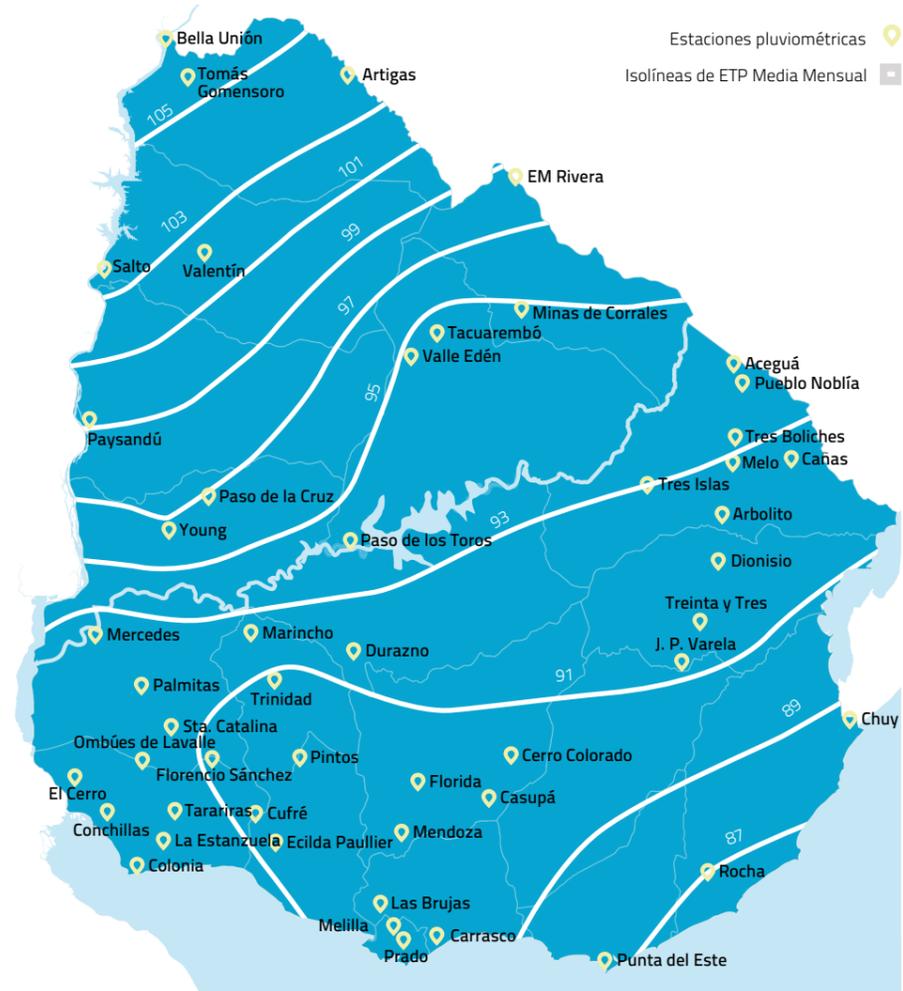


Figura 9.2 | Estaciones pluviométricas e isóneas de ETP media mensual
Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pequeñas Presas, MVOTMA, 2011

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 estación¹⁰⁴ (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 suelo¹⁰⁵ (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

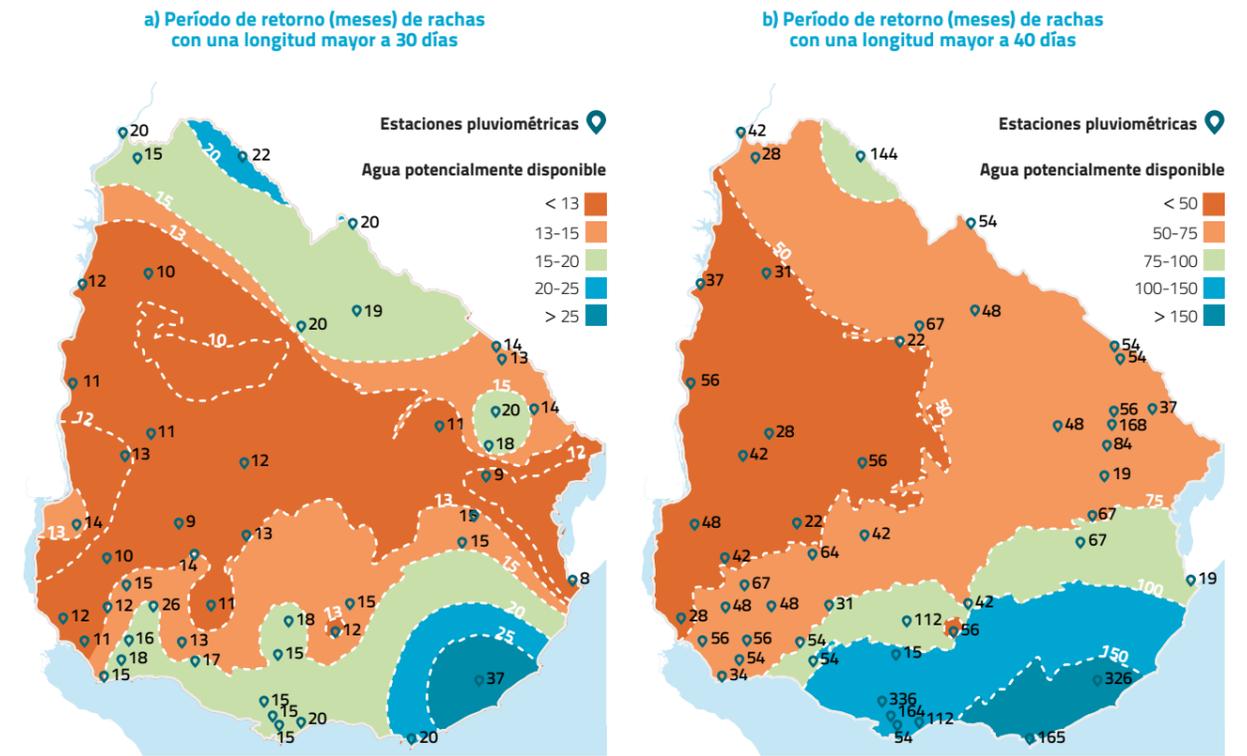


Figura 9.3 | Mapa de rachas secas (días consecutivos en que el acumulado de precipitación no supera 10 mm)

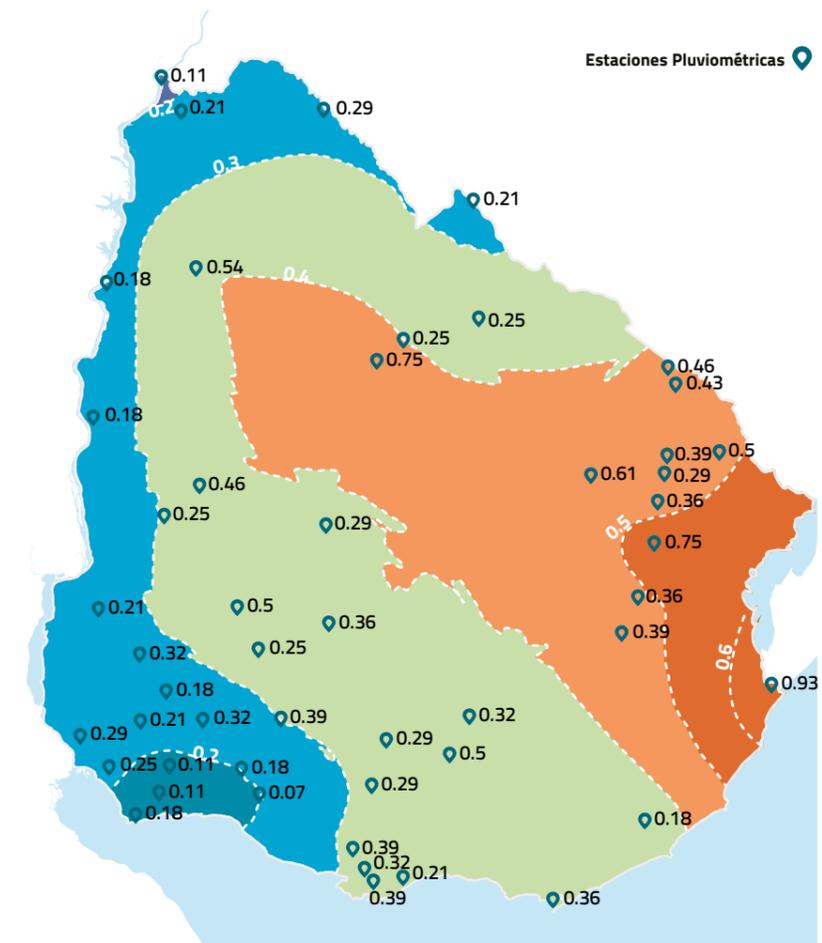


Figura 9.4 | Probabilidad de ocurrencia en las series observadas de rachas secas mayores a 30 días cuya fecha de finalización se ubica entre los meses de noviembre y abril

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**.

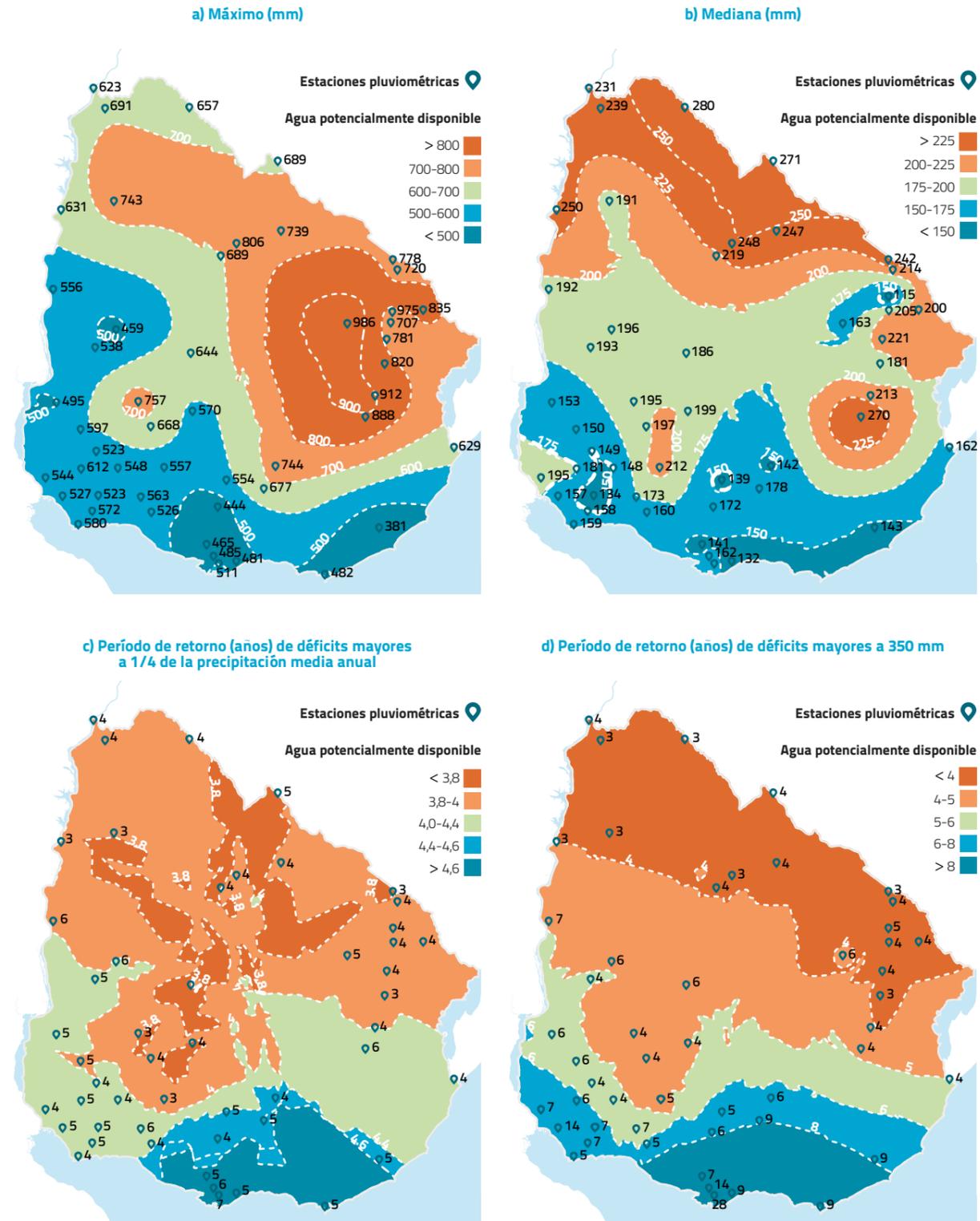


Figura 9.5 | Mapa del máximo déficit acumulado anual

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)

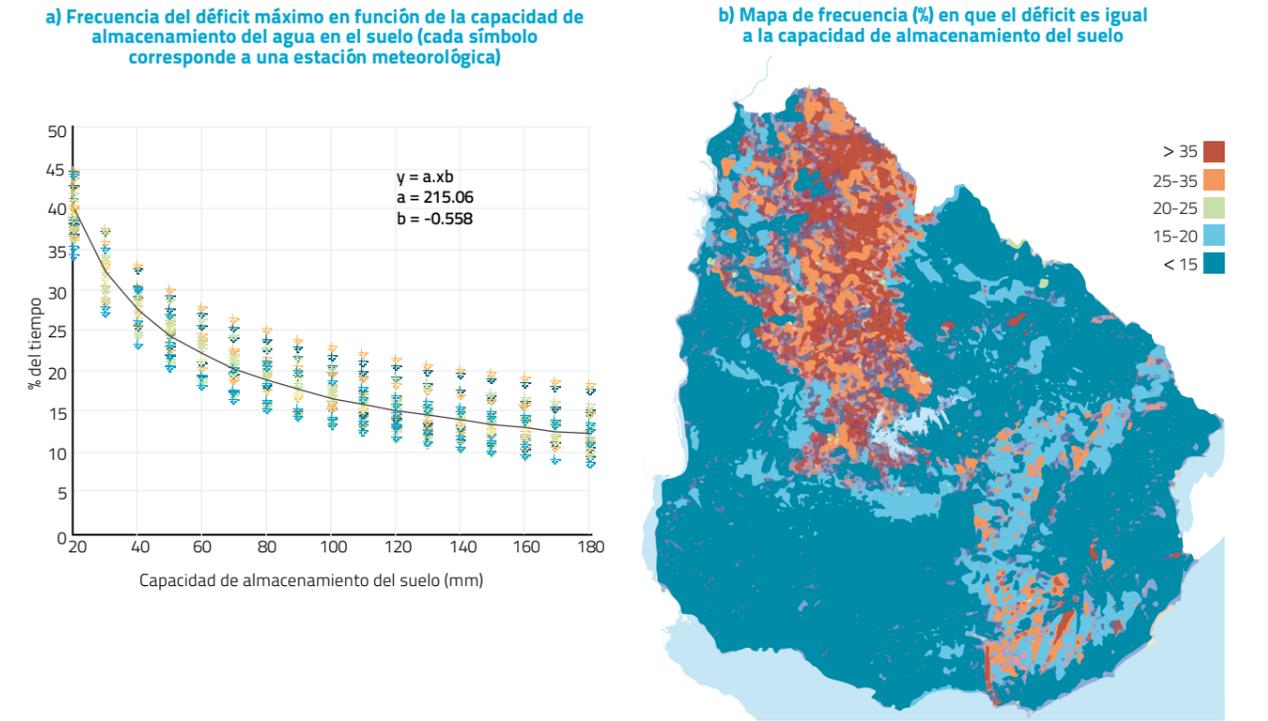


Figura 9.6 | Déficit de precipitación por debajo de la ETP

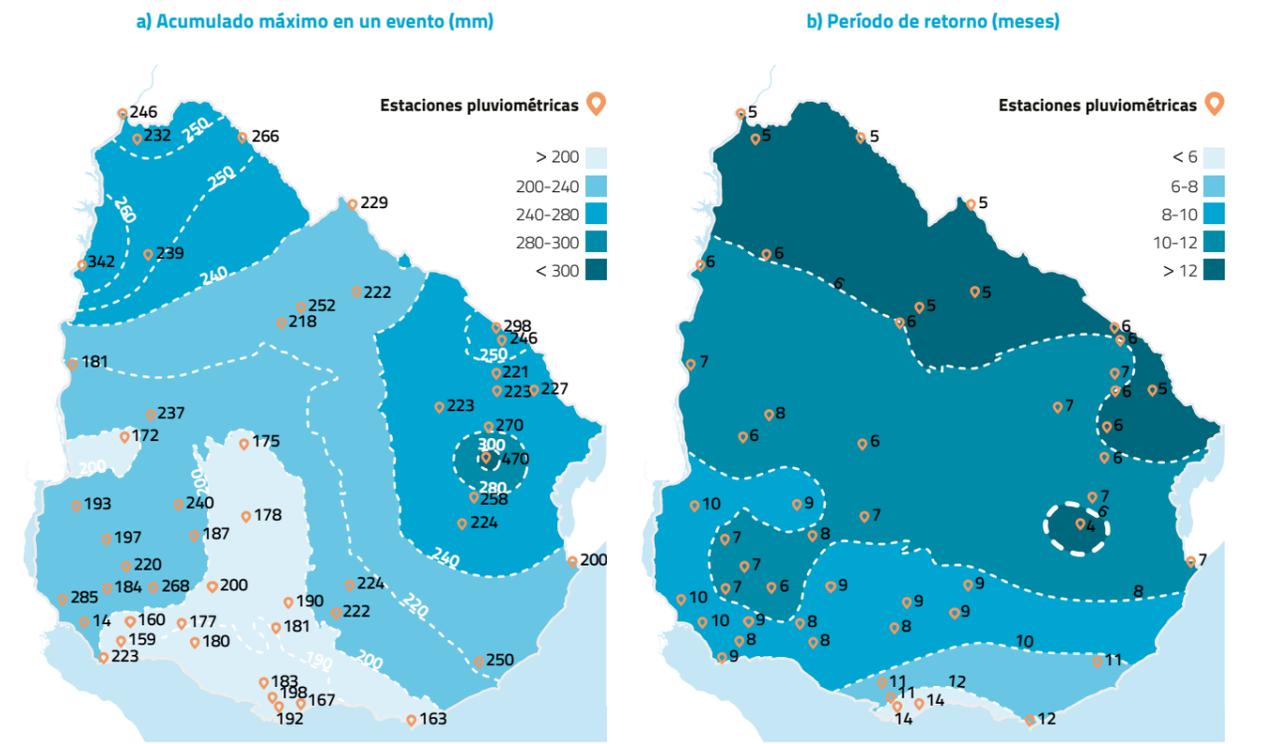


Figura 9.7 | Mapa de eventos lluviosos (precipitación acumulada en 3 días consecutivos mayor a 100 mm)

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.

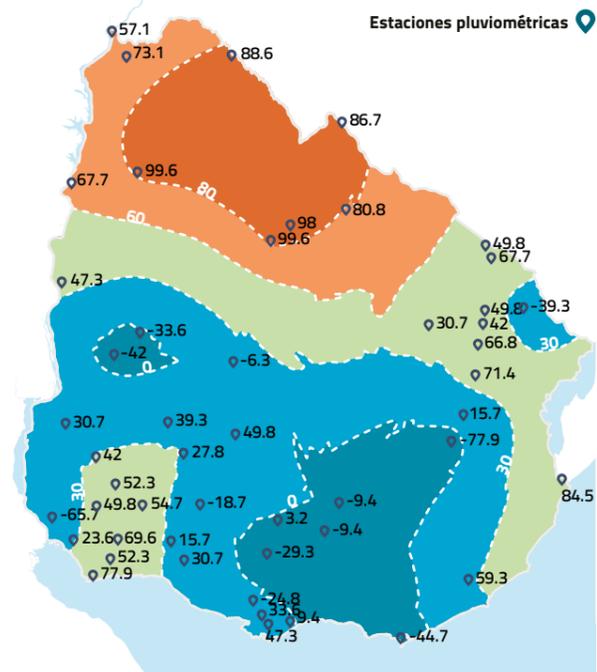


Figura 9.8 | Significancia estadística según test de Mann-Kendall de tendencia en el déficit acumulado anual de precipitación. Valores positivos indican tendencias a mayor déficit y viceversa

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.

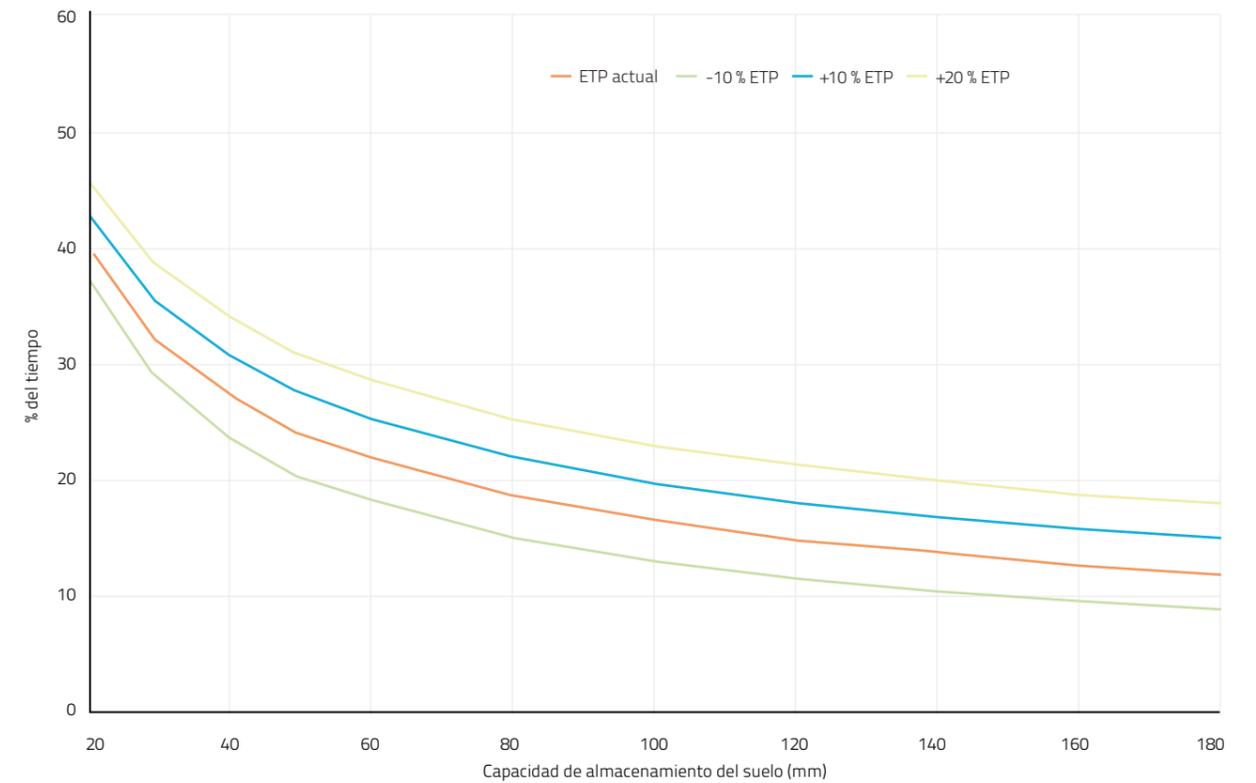


Figura 9.9 | Frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la ETP climatológica y los tres escenarios considerados

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

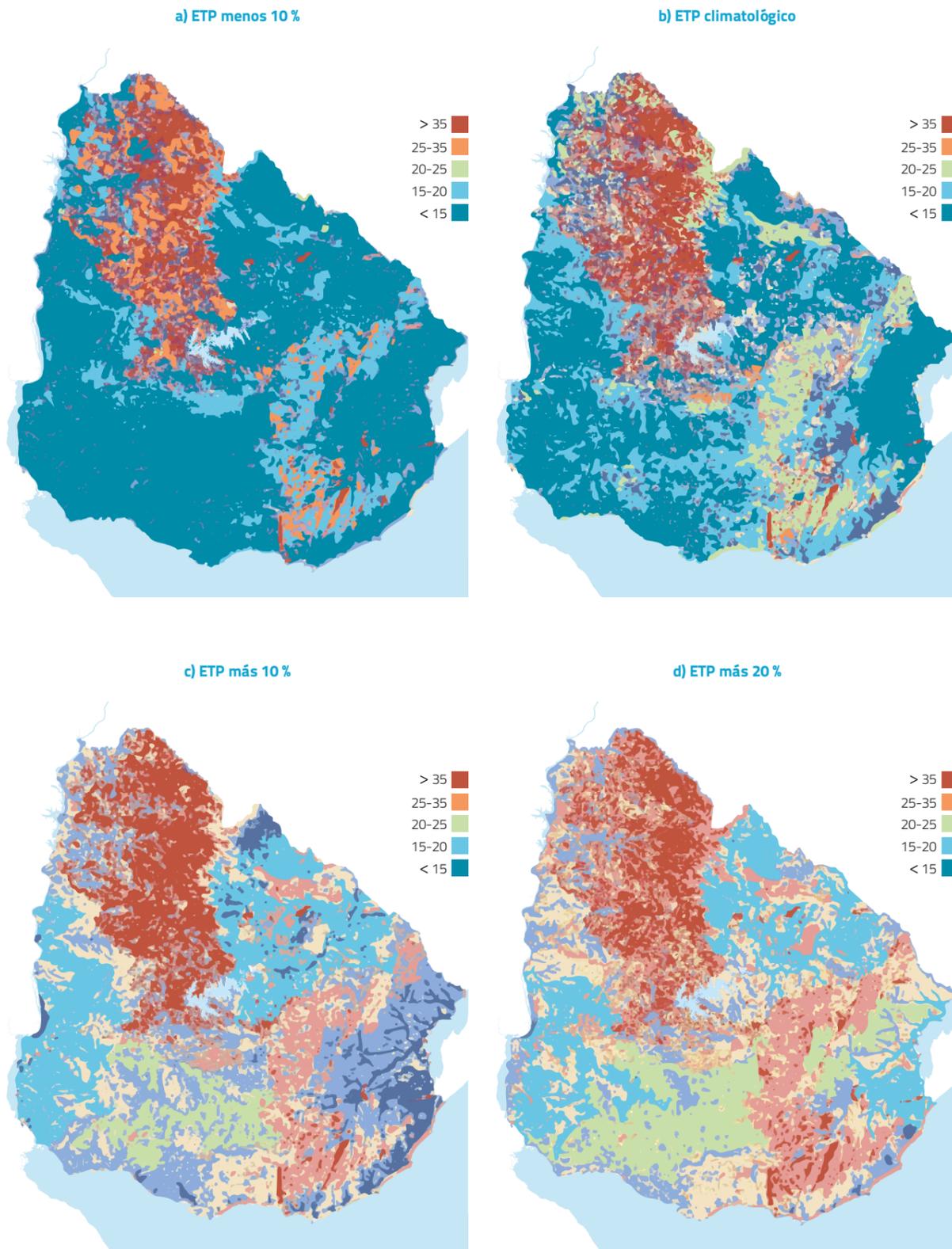


Figura 9.10 | Mapa de frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la ETP climatológica y los tres escenarios considerados

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 (α y β , 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.

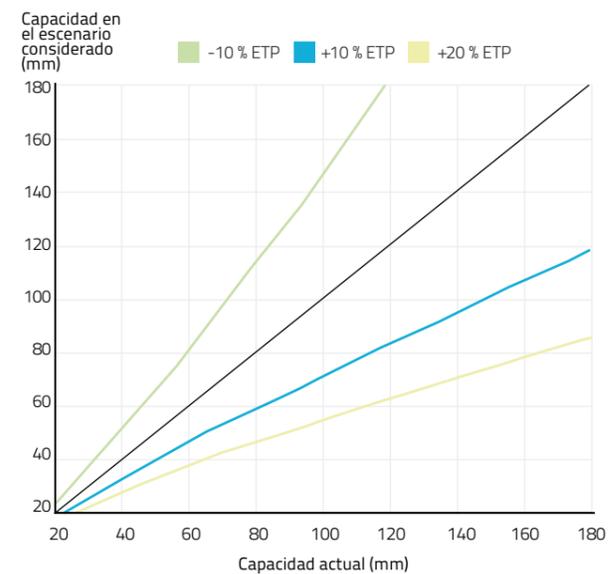


Figura 9.11 | Funciones que relacionan la capacidad de almacenamiento de suelos de escenarios de ETP que tienen igual frecuencia de déficit hídrico máximo con respecto al clima actual de ETP

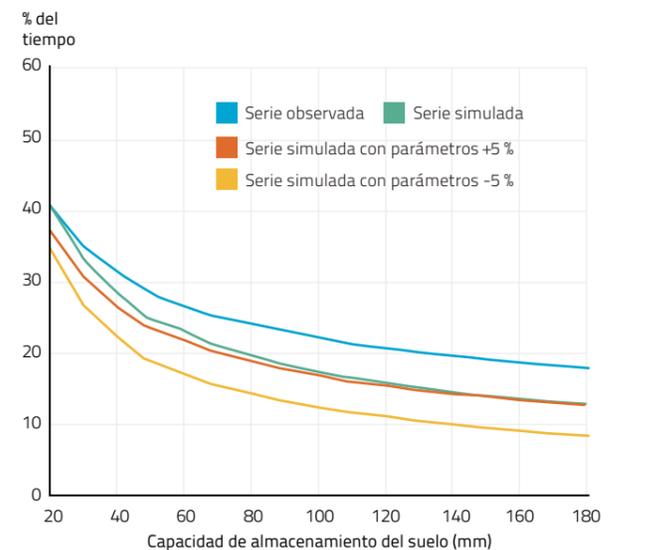


Figura 9.12 | Frecuencia del déficit máximo en función de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo para la serie observada, precipitación climatológica y escenarios con generados de tiempo (resultados obtenidos en la estación Las Brujas)

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.

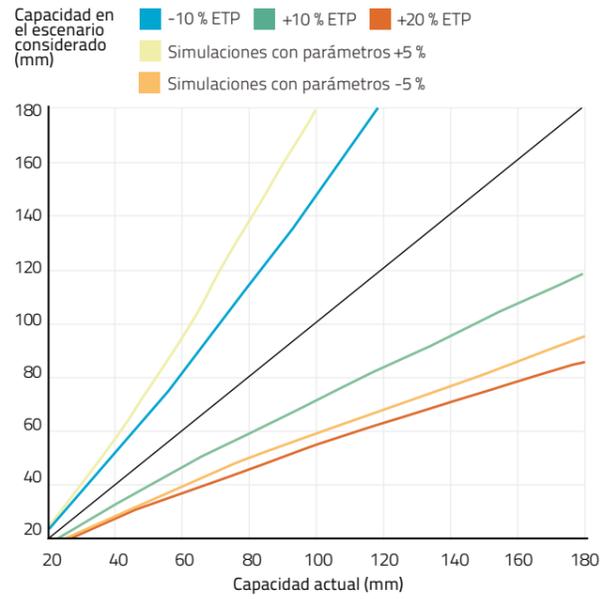


Figura 9.13 | Funciones que relacionan la capacidad de almacenamiento del suelo de escenarios de precipitación (y ETP) que tienen igual frecuencia de déficit hídrico máximo con respecto al clima actual

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.

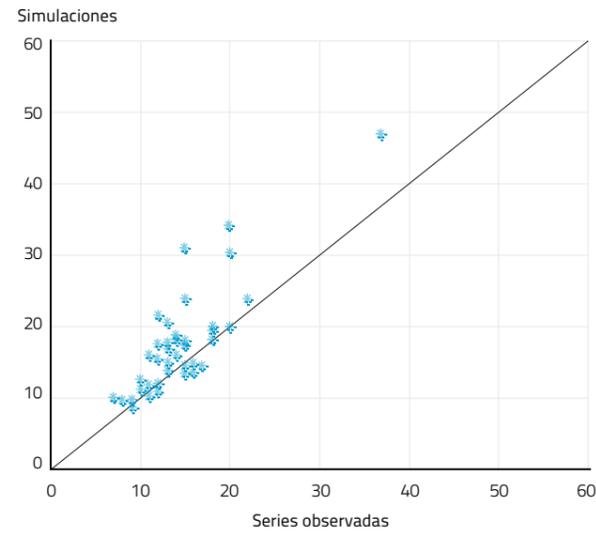


Figura 9.14 | Nubes de puntos para el período de retorno (meses) de rachas secas mayores a 30 días de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos

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.

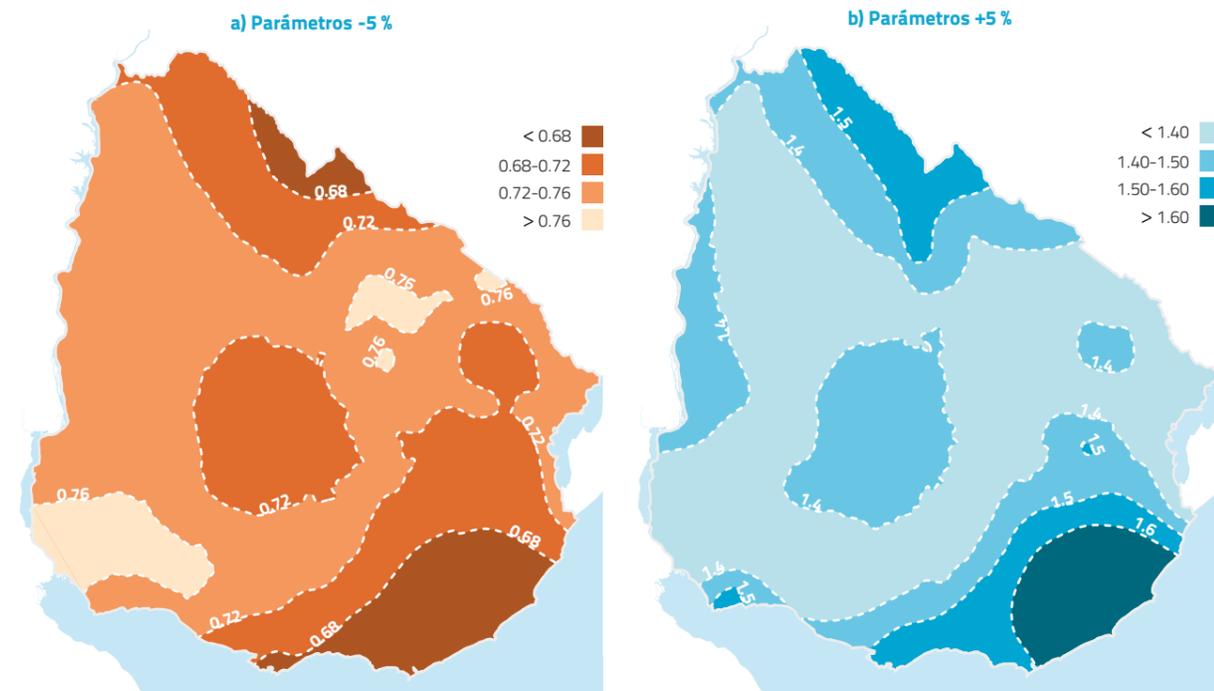


Figura 9.15 | Relación para el periodo de retorno (meses) de rachas mayores a 30 días entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios (+/- 5 %) y con parámetros climatológicos

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.

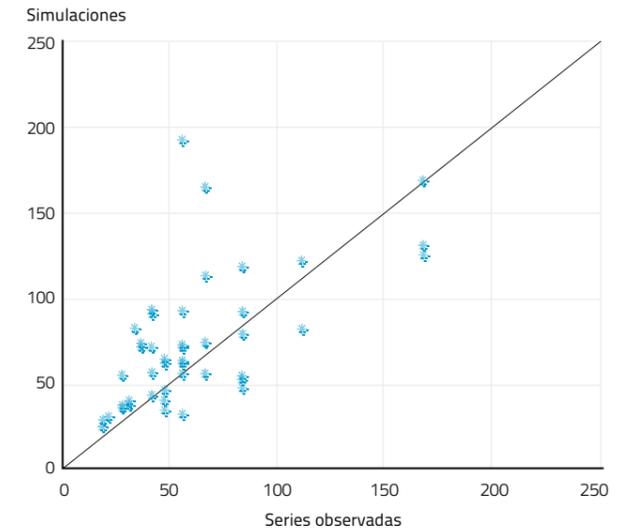


Figura 9.16 | Nubes de puntos para el período de retorno (meses) de rachas secas mayores a 40 días de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos

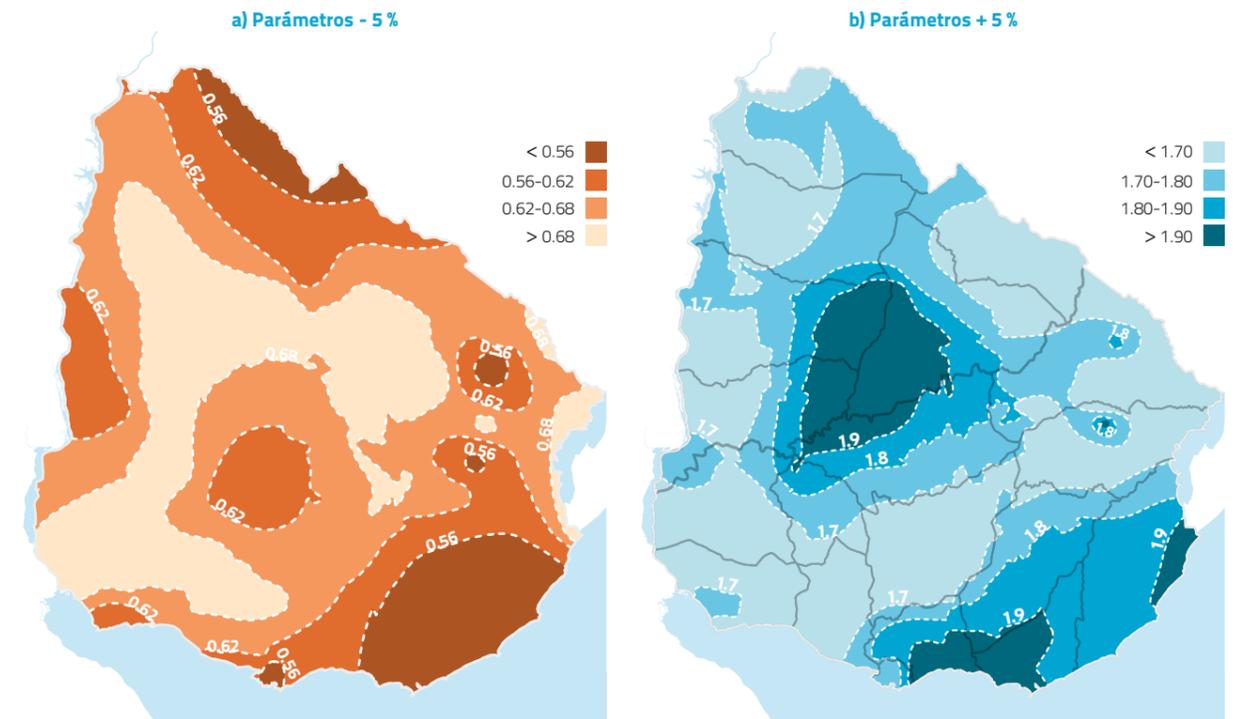


Figura 9.17 | Relación para el periodo de retorno (meses) de rachas secas mayores a 40 días entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios (+/- 5 %) y con parámetros climatológicos

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.

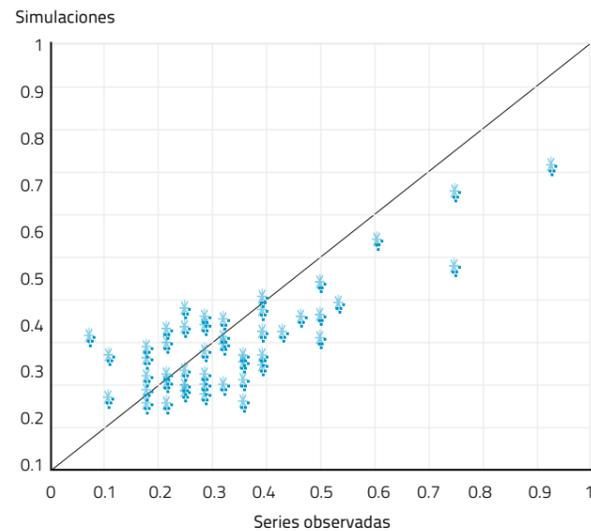


Figura 9.18 | Nubes de puntos para la probabilidad de ocurrencia en el período cálido de las series observadas versus las series sintetizadas con parámetros climatológicos

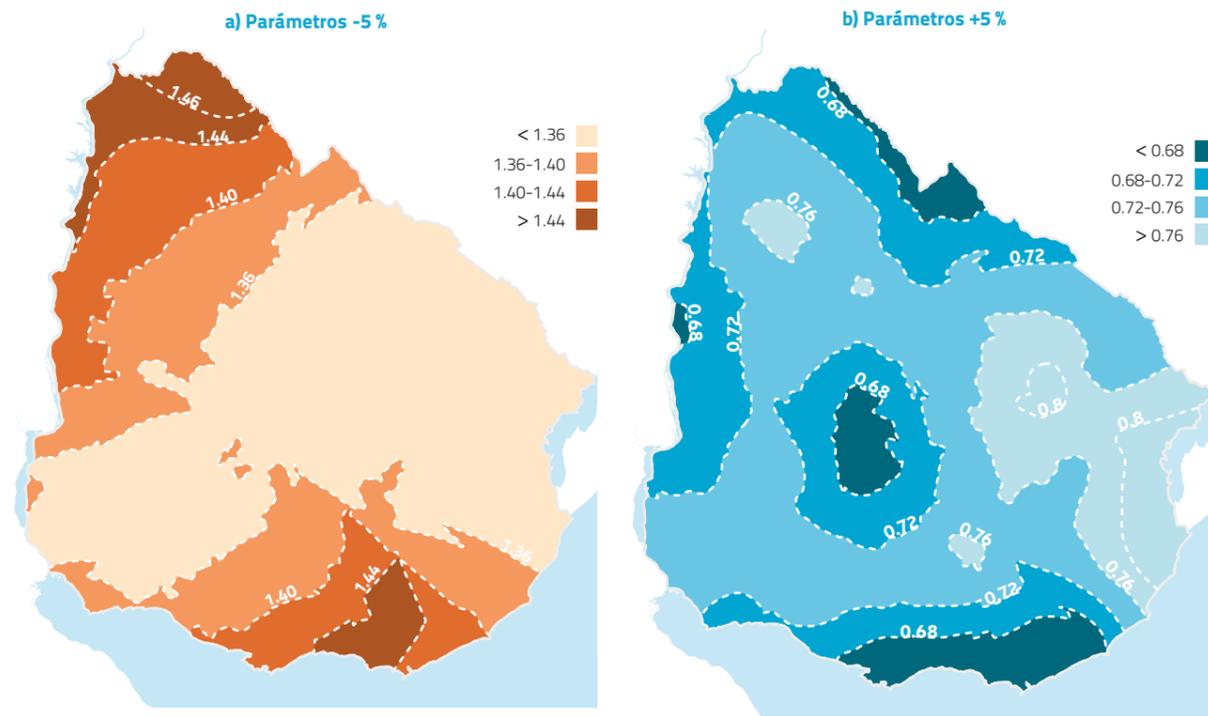


Figura 9.19 | Relación para la probabilidad de ocurrencia de rachas secas mayores a 30 días en el período cálido entre las series sintetizadas por el generador de tiempo en escenarios +/- 5 % y con parámetros climatológicos

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.

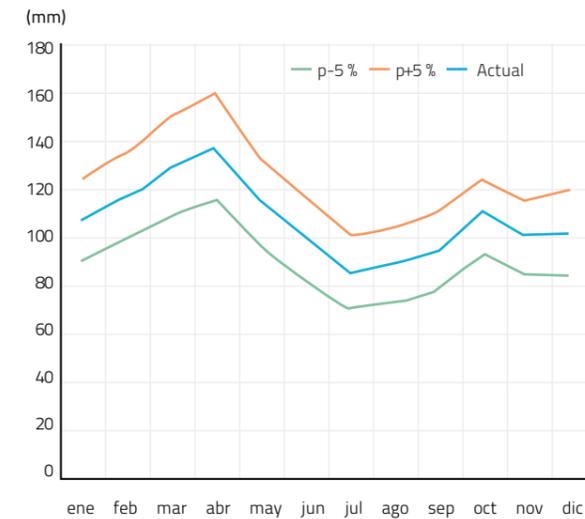


Figura 10.1 | Precipitación media (mm) actual incrementada 5 % y disminuida 5 % para todo el país | Fuente: DINAGUA-INYPSA

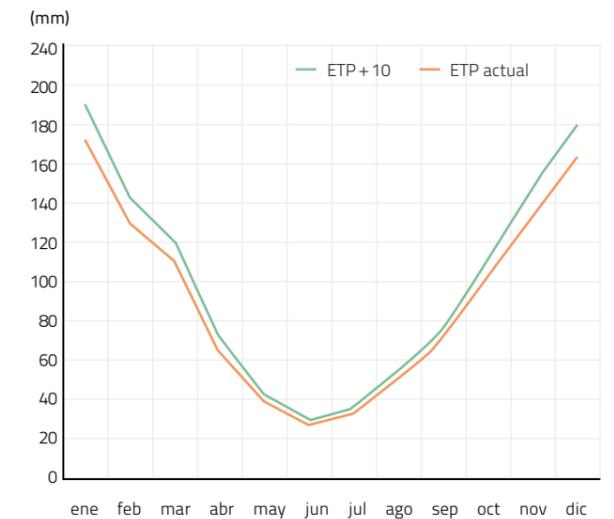


Figura 10.2 | ETP media mensual (mm) actual e incrementada 10 % para todo el país | Fuente: DINAGUA-INYPSA

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 escurrentía y la distribución mensual de la precipitación, ETP, ETR y escurrentía (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) | 1.310,8 | 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 | 954,9 | 848,1 | 948,6 |
| Escurrentía (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 |
| Aportación total (hm³/s) | 77.507,1 | 97.795 | 43.724,6 | 60.886,2 |

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

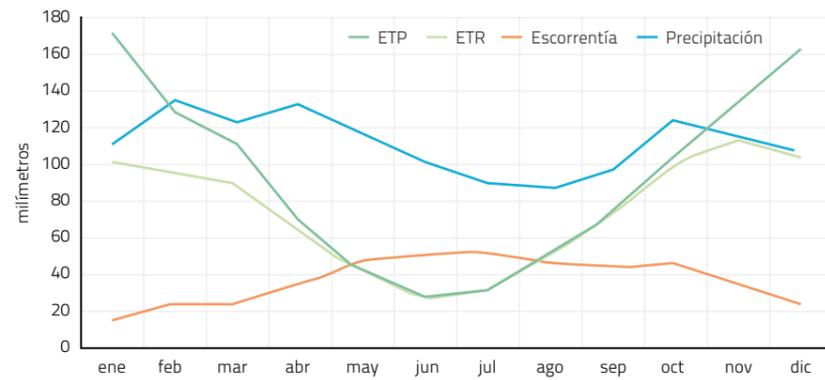
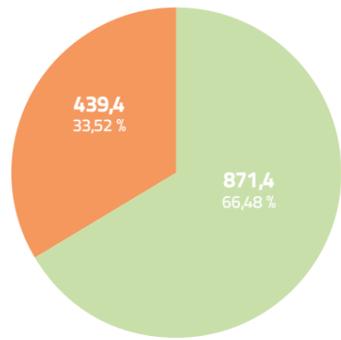


Figura 10.3 | Valor anual de ETR y escurrentía (izq) y distribución mensual de precipitación, ETP, ETR y escurrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 0 Fuente: DINAGUA-INYPSA

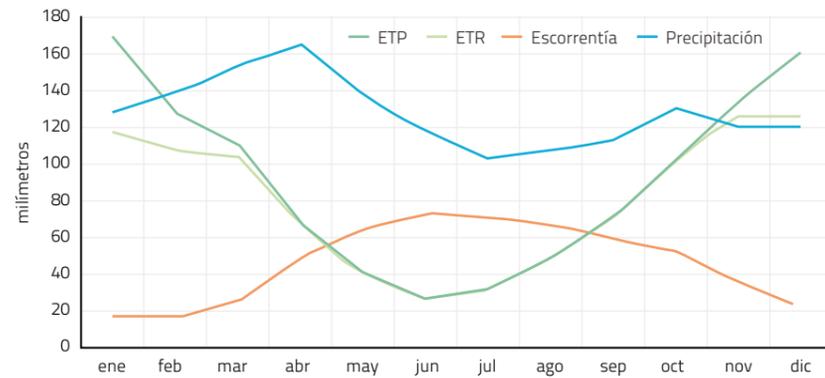
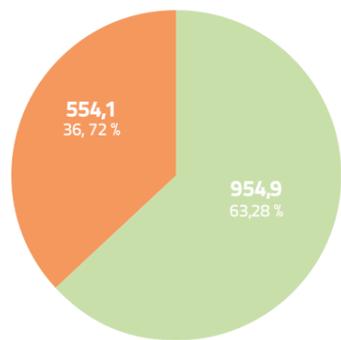


Figura 10.4 | Valor anual de ETR y escurrentía (izq.) y distribución de precipitación, la ETP, ETR y escurrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 1 Fuente: DINAGUA-INYPSA

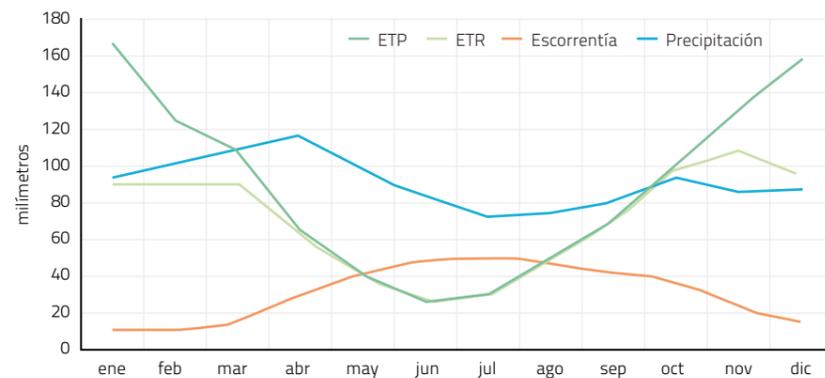
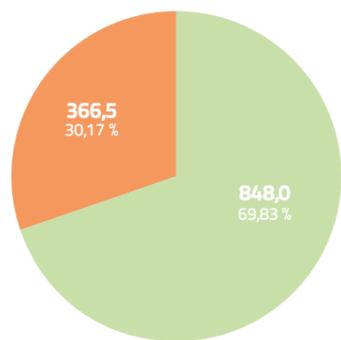


Figura 10.5 | Valor anual de ETR y escurrentía (izq.) y distribución mensual de precipitación, la ETP, ETR y escurrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 2 Fuente: DINAGUA-INYPSA

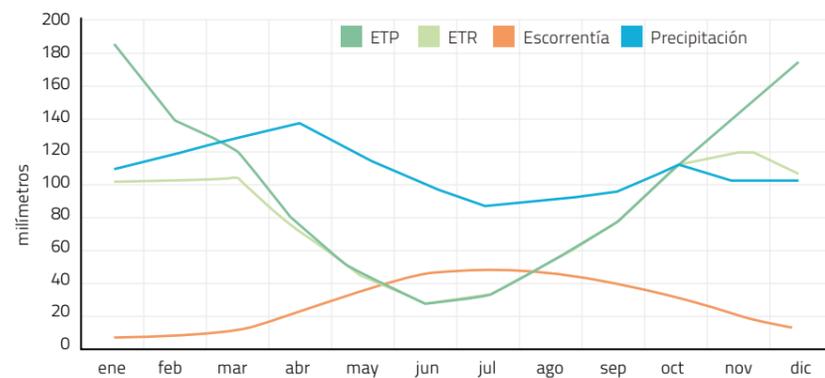
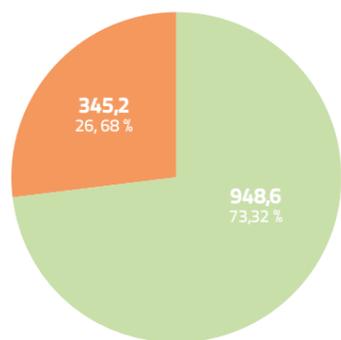


Figura 10.6 | Valor anual de ETR y escurrentía (izq.) y distribución mensual de precipitación, la ETP, ETR y escurrentía (der.) a nivel nacional para el escenario 3 Fuente: DINAGUA-INYPSA

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 ³) | Agua demandada (hm ³) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Río Uruguay | 62 | 68 |
| Laguna Merín | 11 | 12 |
| Río de la Plata y Frente Marítimo | 274 | 302 |
| Totales | 347 | 382 |

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 ³) |
|------|-------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 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 m³ 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 hm³. 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 ³ /ha) | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 |
| Dotación cult. pasturas (m ³ /ha) | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 |
| Demanda total (sin arroz) (hm ³) | 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 ³) | 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 ³ /ha) | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 | 5.755 |
| Dotación cult. pasturas (m ³ /ha) | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 | 6.767 |
| Demanda total (sin arroz) (hm ³) | 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 ³) | 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.

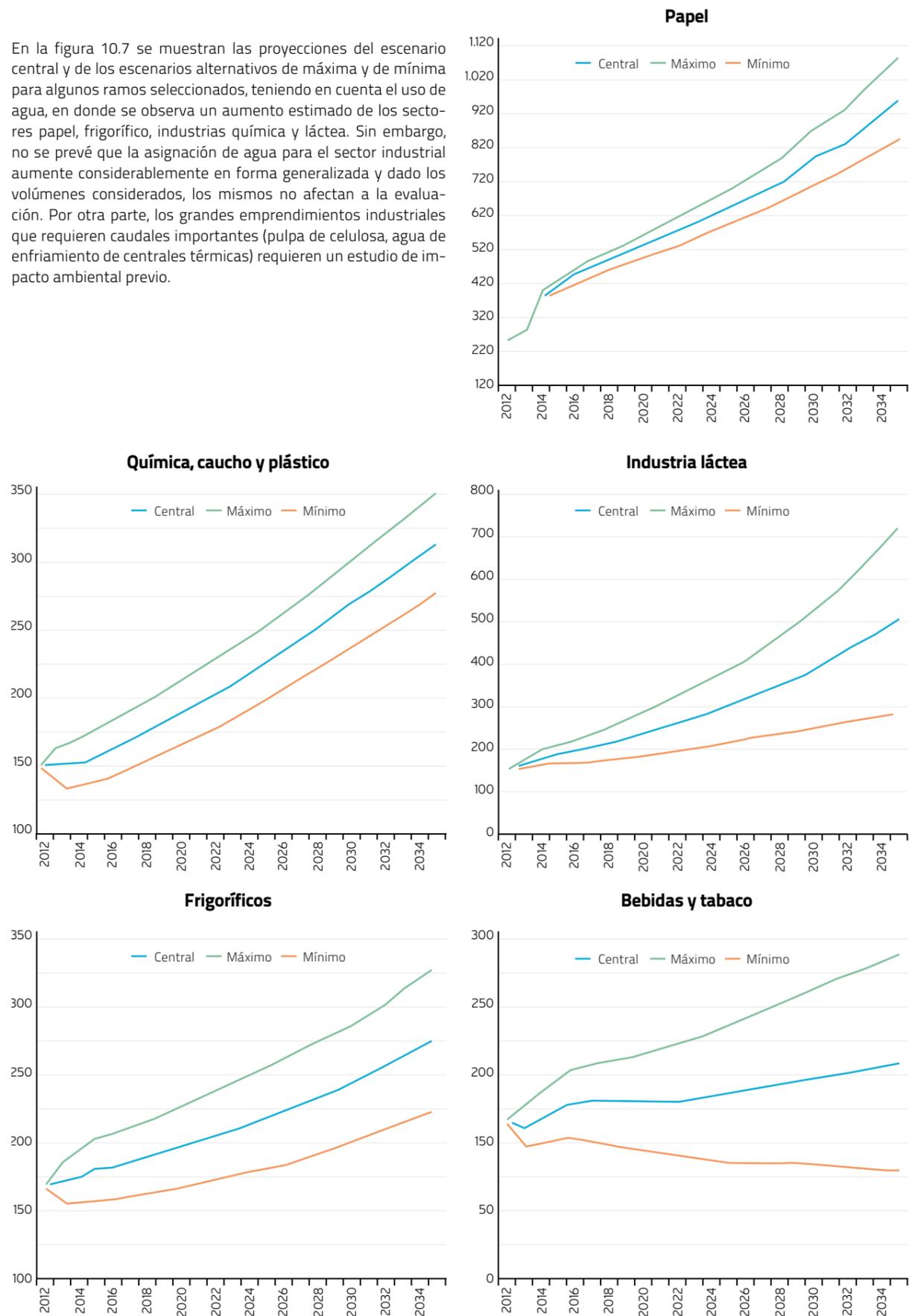


Figura 10.7 | Proyecciones de escenarios central y de máxima y mínima según ramo | Fuente: CINVE, 2013

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 |
|--|---|
| 1 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 |
| 2 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 |
| 3 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 |
| 4 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 |
|---|---|
| 5 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 |
| 6 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 |
|---|--|
| 7 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 |
| 8 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 |
| 9 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 |
| 10 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 |
| 11 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.

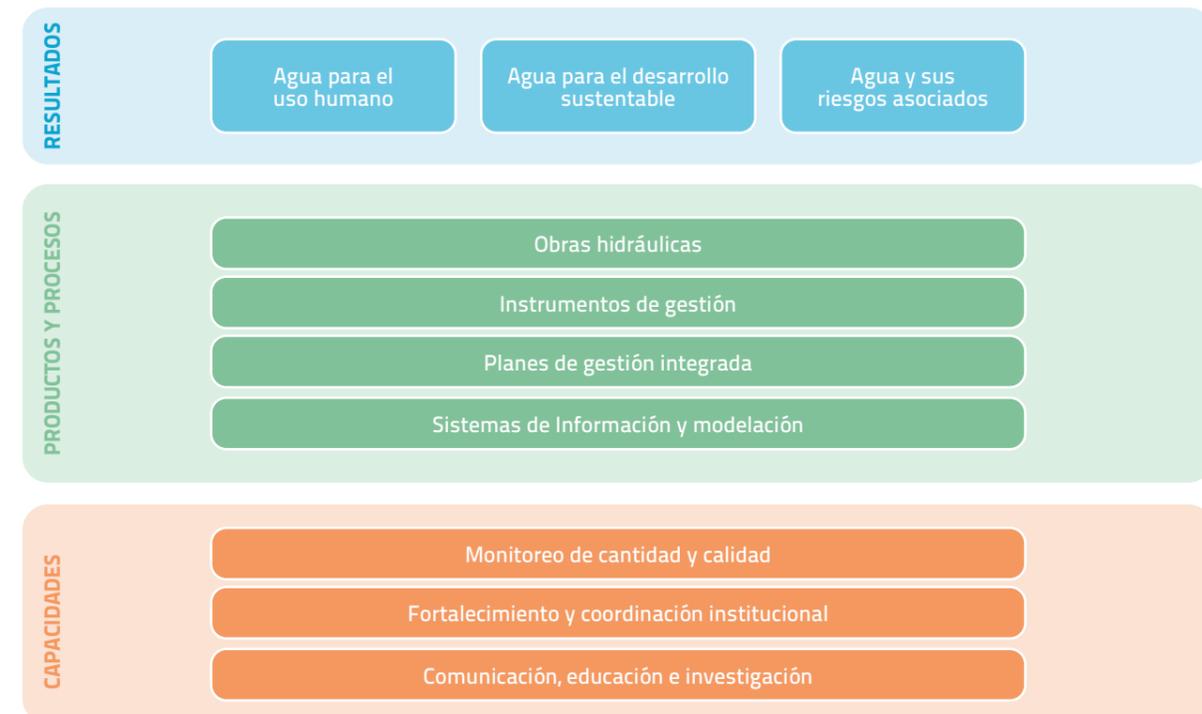


Figura 11.1 | Mapa estratégico

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. | P01/1 Medidas de preservación, mitigación de impactos y restauración de ecosistemas en las cuencas y acuíferos P01/2 Gestión del riesgo de impactos puntuales P01/3 Aplicación de caudales ambientales P01/4 Uso eficiente del agua P01/5 Recursos naturales y producción sustentable |
| | | 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. | P02/1 Plan Nacional de Agua Potable, Saneamiento y Drenaje Urbano P02/2 Agua y salud P02/3 Planes de seguridad de agua |
| | | Agua y sus riesgos asociados | Desarrolla instrumentos y modelos para prevenir y gestionar los riesgos ocasionados por inundaciones y sequías. | P03/1 Sistemas de alerta temprana de inundaciones P03/2 Implementación de instrumentos de gestión de riesgo de inundaciones P03/3 Directrices e instrumentos para la gestión de sequías |
| 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. | P04/1 Seguridad de represas P04/2 Obras de defensa |
| | | 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. | P05/1 Armonización del marco legal para la gestión de los recursos hídricos P05/2 Actualización de la gestión P05/3 Instrumentos económicos para la gestión |
| | | 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. | P06/1 Planes de gestión integrada de recursos hídricos de las tres regiones hidrográficas, cuencas y acuíferos P06/2 Planes de aguas urbanas P06/3 Gestión de cuencas y acuíferos transfronterizos |
| 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. | P07/1 Sistema de Información Ambiental P07/2 Sistema de Información Hídrica P07/3 Modelos conceptuales y matemáticos de cuencas y acuíferos P07/4 Salas de situación y pronóstico de corto y mediano plazo |
| | | 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. | P08/1 Sistema de monitoreo en cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas |
| | | 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. | P09/1 Readecuación de la estructura y las capacidades técnicas y operativas del MVOTMA P09/2 Fortalecimiento técnico y del ámbito participativo de los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y de las Comisiones de Cuenca y Acuíferos |
| 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. | P10/1 Educación para el agua P10/2 Comunicación P10/3 Promoción de líneas de investigación e innovación P10/4 Formación y capacitación permanente de los recursos humanos |

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 riego¹⁰⁶, 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 pueden 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.

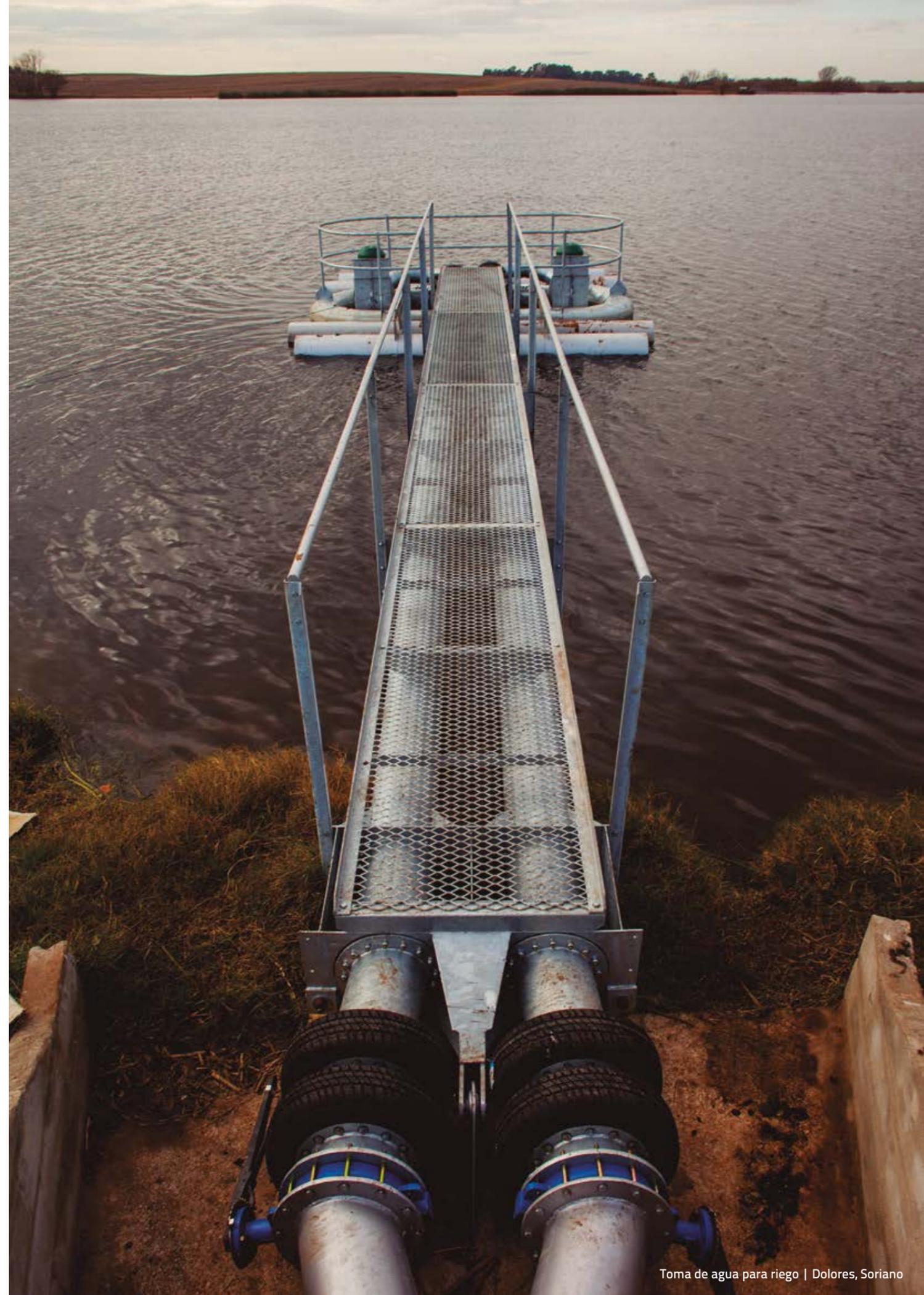
Años 2-3 | Implementación de los PLS en el sur del río Negro. Mejora de los procesos administrativos para la aprobación de los proyectos de riego y su fiscalización.

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, CECEOED, 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.

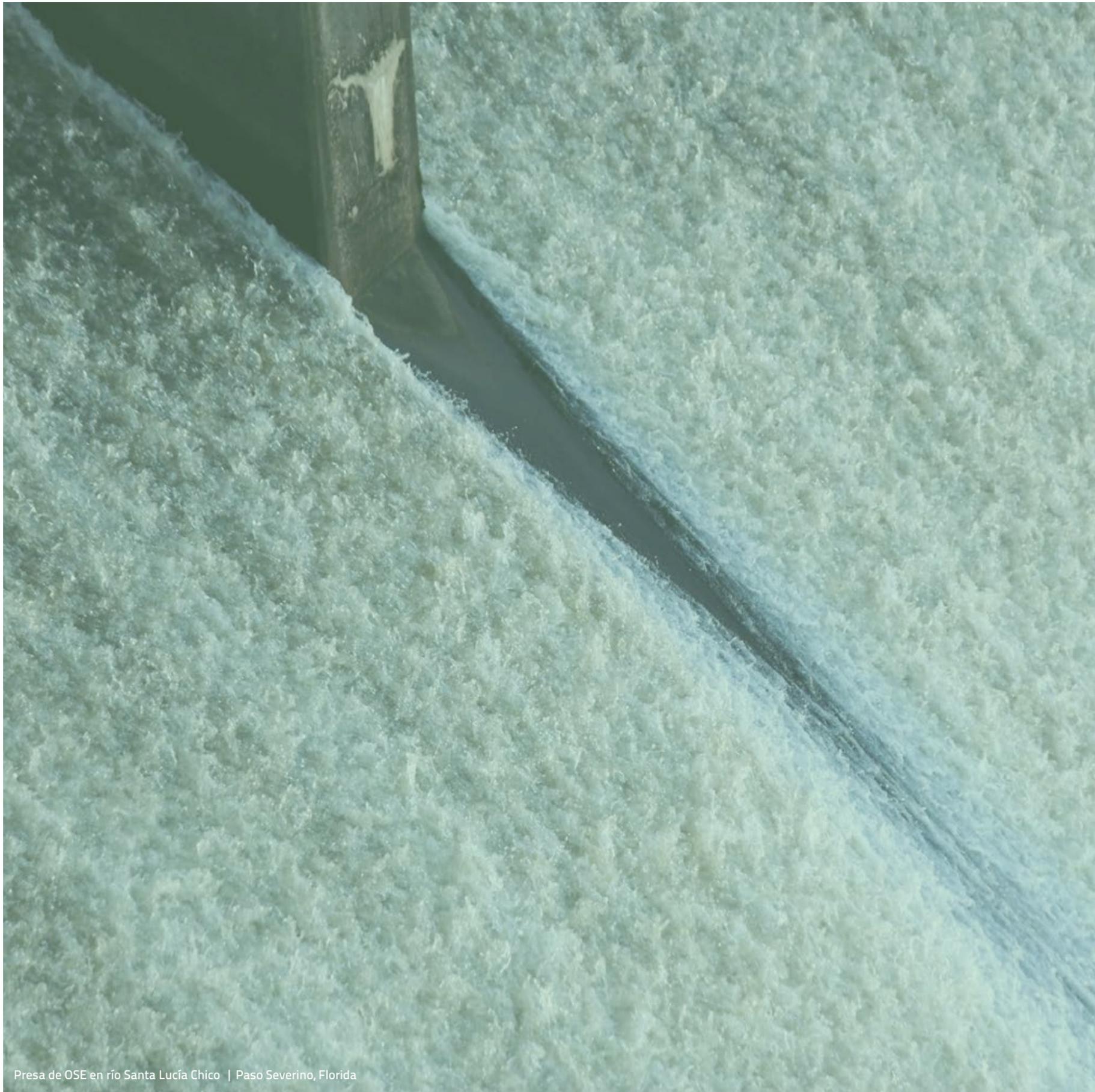
Año 2 | Directrices para la gestión del riesgo de sequía hidrológica finalizadas.

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.

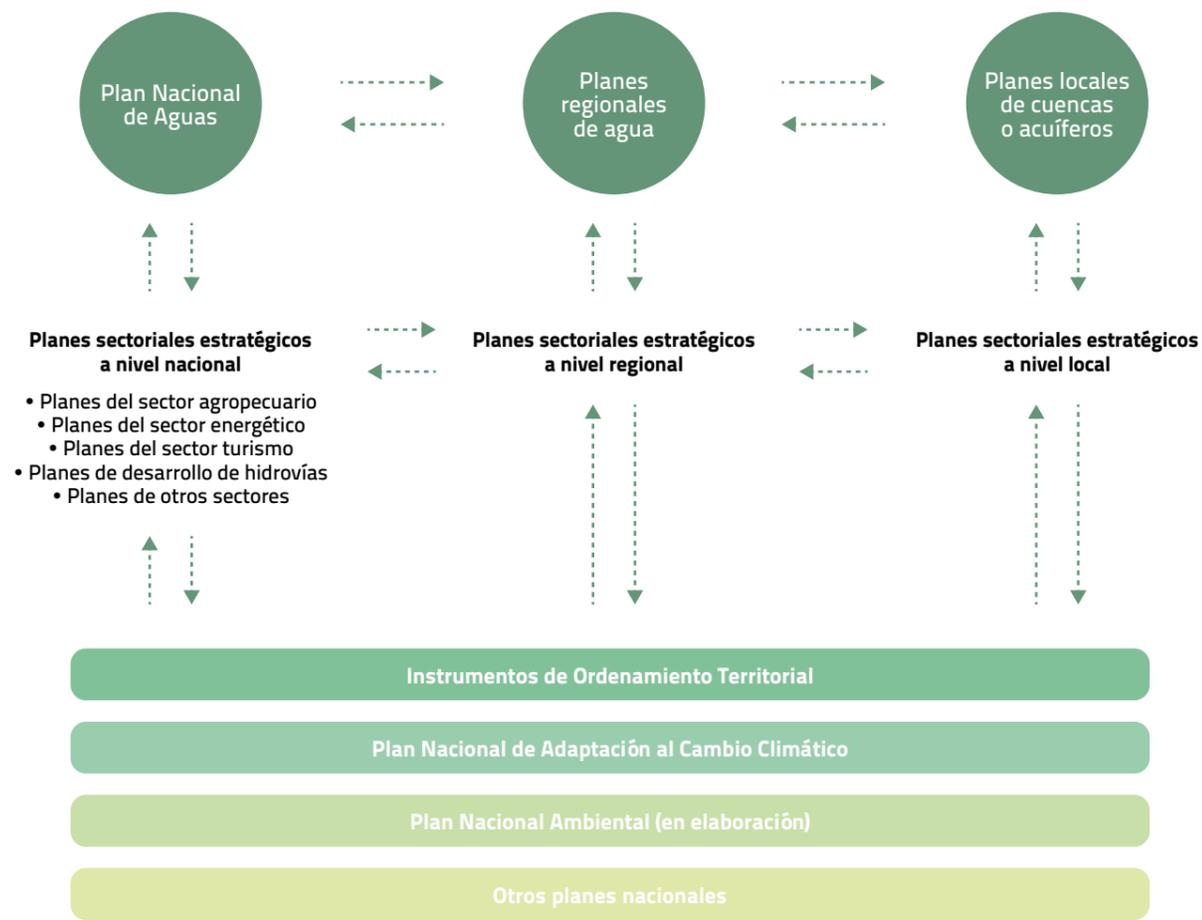
FUNDAMENTACIÓN

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.



| | | |
|-----------------------|--|------------|
| PROGRAMA 06 | Planes de gestión integrada de recursos hídricos | P06 |
| PROYECTO P06/1 | PLANES DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA TRES REGIONES HIDROGRÁFICAS Y DE CUENCAS Y ACUÍFEROS | 1 |

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

| | | |
|------------------|--------------------|--------------|
| DURACIÓN: | Largo plazo | P06/1 |
|------------------|--------------------|--------------|

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 formen 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



Laboratorio de DINAMA en LATU | Montevideo

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 presa | 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.

| | | |
|----------------|--|------------|
| PROGRAMA 10 | Educación para el agua, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades | P10 |
| PROYECTO P10/1 | EDUCACIÓN PARA EL AGUA | 1 |

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

| | | |
|-----------|-----------------------|-------|
| DURACIÓN: | Mediano y largo plazo | P10/1 |
|-----------|-----------------------|-------|

| | | |
|----------------|--|------------|
| PROGRAMA 10 | Educación para el agua, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades | P10 |
| PROYECTO P10/2 | COMUNICACIÓN | 2 |

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

| | | |
|-----------|-----------------------|-------|
| DURACIÓN: | Mediano y largo plazo | P10/2 |
|-----------|-----------------------|-------|

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, RENEA, 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 | P01 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. |
| | P02 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. |
| | P03 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 | P04 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. |
| | P05 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. |
| | P06 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. |
| | P07 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 |
|--------------------|---|--|---|--|---|
| Capacidades | P08 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. |
| | P09 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. |
| | P10 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, 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> 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> 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
- Gronzona 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> 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>, 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 (km²). 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.

hm³ | 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 Gigalitro (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

325 páginas

Montevideo, Uruguay

ISBN: 978-9974-658-31-8



@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.



MVOTMA
Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente



Plan
Nacional
de Aguas