

Dimensión sociocultural

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

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

Dimensión ambiental

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

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

Dimensión económica

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

6.1 Agua para las poblaciones

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

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

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

Esto es producto de una larga historia que se inicia en el siglo XIX. La preocupación del Uruguay por resolver los problemas de higiene pública queda evidenciada al recordar que, conquistada su independencia política en el año 1830, pocos años después, en 1856, se construyó la red de alcantarillado de Montevideo por iniciativa de un ciudadano uruguayo, Don José Arteaga. Y en 1868, Don Enrique Fynn, obtuvo la concesión para instalar el Sistema de Abastecimiento de agua de Montevideo, con una usina

sobre el río Santa Lucía, a unos 56 kilómetros de la ciudad.⁶⁴ En el año 1879, los concesionarios Lezica, Lanus y Fynn cedieron la gestión a la compañía inglesa "The Montevideo Waterworks C^o Ltda.", que tuvo a su cargo el servicio hasta que el Estado lo tomó el 1^o de febrero de 1950.

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

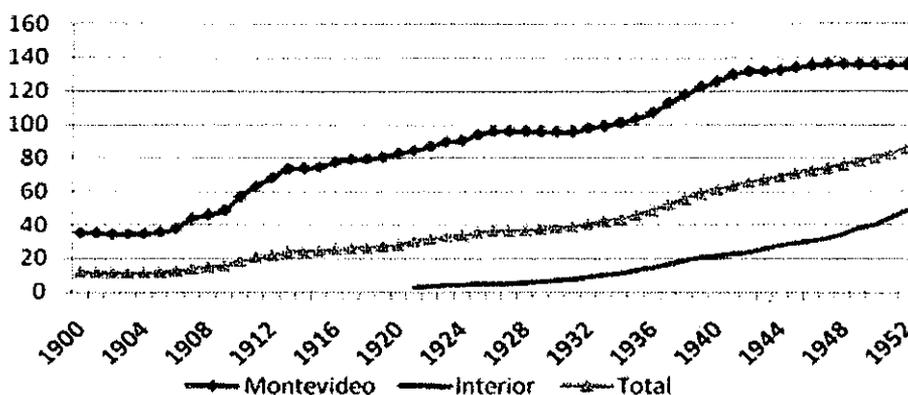
En 1916 comenzaron las obras concesionadas para suministrar agua y saneamiento colectivo a las ciudades de Salto, Paysandú y Mercedes, que fueron recibidas por el Estado dos años después y liberadas al uso público en septiembre de 1919.

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

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

En el año 1952, el número de conexiones de agua había llegado a 133.202 en Montevideo y 64.544 en el interior. Ver Figura 6.30.

Figura 6.30. Cantidad de conexiones de agua cada 1.000 habitantes según la zona geográfica (1900-1952)⁶⁵



⁶⁴ OSE, *Centenario del Sistema de Abastecimiento de Agua de Montevideo*. 1971.

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

La Administración de las Obras Sanitarias del Estado, OSE, fue creada por Ley Nº 11.907 del 19 de diciembre de 1952, como servicio descentralizado del Ministerio de Obras Públicas; surgió de la fusión de la Ex-Compañía de Aguas Corrientes (1871; empresa privada nacionalizada) con la ex Dirección de Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas (1907). La Ley Orgánica de la Administración ha determinado expresamente su competencia. Sus cometidos principales son: prestación de los servicios de agua potable (en todo el territorio nacional), alcantarillado (excepto Montevideo), celebración de convenios para obras de alcantarillado o abastecimiento de agua potable, y el estudio, construcción y conservación de todas las obras destinadas a los servicios referidos. El artículo 3 de la Ley Orgánica determina: "La prestación del servicio y los cometidos del Organismo deberán hacerse con una orientación fundamentalmente higiénica, anteponiéndose las razones de orden social a las de orden económico".⁶⁶

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

6.1.1 Agua y salud

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

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

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

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

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

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

⁶⁶ Jacob, R. (2012). "Sobre la creación de las empresas públicas. El camino lateral", revista *Transformación, Estado y Democracia*, ONSC, Año 7, N° 50, pp. 72-87.

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

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

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

En Uruguay la cobertura de agua potable es elevada y la mayoría de la población cuenta con acceso a saneamiento por redes o individual, lo que significa un notable avance en materia de salud pública.

Sin embargo, a nivel nacional se evidencia una carencia de estudios sistemáticos que vinculen enfermedades de posible origen hídrico (tanto microbiológico como químico) con sus causas o criterios basados en estudios epidemiológicos locales para establecer la proporción de la ingesta de sustancias presentes en el agua en la ingesta media diaria de las personas.

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

6.1.2 Agua potable

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

Según OPS/HEP/99/33, "El agua y la salud de la población son dos cosas inseparables. La disponibilidad de agua de calidad es una condición indispensable para la propia vida, y más que cualquier otro factor, la calidad del agua condiciona la calidad de la vida. De ahí podemos deducir que aquellos que son responsables por el abastecimiento de agua son en realidad los responsables por la vida que la población lleva."⁶⁷

El Uruguay tiene una de las coberturas de agua potable más altas del continente y un consumo promedio de 120-150 litros/habitante/día. El 99,4 % de la población cuenta con una fuente de agua mejorada⁶⁸

⁶⁷ J. E. Asvall/George A. O Alleyne. Organización Mundial de la Salud

⁶⁸ Se cuenta con fuente mejorada si el origen del agua es una red general de suministro de agua potable o es un pozo surgente protegido (INE).

dentro o fuera de la vivienda y el 96 % tiene acceso al agua potable a través de redes de abastecimiento (INE 2011).

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

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

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

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

6.1.2.1 Fuentes de abastecimiento y calidad del agua para potabilizar

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

Agua superficial

Son 68 ciudades del país las que tienen captaciones de agua superficial para su abastecimiento, a cargo de OSE (figura 58). La mayor es la de la planta de potabilización de Aguas Corrientes, en la cuenca del río Santa Lucía, con capacidad para tratar cerca de 8 m³/s. Abastece en Montevideo y el área metropolitana a una población estimada en 1.800.000 personas. Debido a la variabilidad de los caudales o a los bajos niveles en estiaje en los puntos de captación, se requiere en algunas localidades embalsar agua con fines de regulación o contar con pequeñas represas para mantener el nivel requerido para las captaciones.

Las principales represas de almacenamiento para agua potable (Paso Severino 70 hm³ y Canelón Grande 20 hm³) se encuentran en la cuenca del río Santa Lucía.

OSE realiza un seguimiento sistemático de la calidad del agua superficial que ingresa a las plantas de potabilización para ajustar el tratamiento a las características del agua bruta. En base a la evaluación de las

fuentes realizada por OSE con información de los últimos cinco años, se concluye que en dicho período los principales desafíos para el proceso de potabilización del agua fueron:

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

El tratamiento de potabilización es eficiente para obtener agua de acuerdo con la normativa vigente – decreto bromatológico –, y aun en casos de floraciones algales intensas siempre se ha conseguido la remoción de toxinas con la aplicación de carbón activado y posterior cloración. Estos tratamientos son cada vez más complejos, requieren importantes inversiones y aumentan considerablemente los costos operativos. Sin embargo, en los últimos años, han ocurrido en los sistemas más grandes de abastecimiento del país (sistemas de Montevideo y Maldonado) episodios de agua elevada al consumo con olor y sabor no característicos, por presencia de geosmina y 2-metilisoborneol.

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

Agua subterránea

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

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

La calidad puede verse afectada además por acciones antrópicas:

- el régimen de explotación, como es el caso de los acuíferos costeros, en los que se debe evitar que una extracción inadecuada resulte en intrusión salina (ingreso de agua de mar en el acuífero)
- la infiltración en condiciones no controladas de aguas residuales domésticas o industriales
- las actividades desarrolladas en las áreas de recarga y en el entorno de los pozos

- la ejecución de los pozos, por defectos en el sello sanitario o por mezclar aguas de diferentes calidades

6.1.2.2 Servicio de agua potable de OSE

La administración de las Obras Sanitarias del Estado (OSE) presta desde 1952 el servicio colectivo de agua potable en todo país. En la Tabla 6.27 se presentan los principales datos referentes a este servicio.

Tabla 6.27. Servicios de agua potable de la empresa OSE | Fuente: OSE, 2016

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

En la prestación del servicio se antepone las razones de orden social a las de orden económico. A tal efecto se cuenta con una tarifa social con el fin de favorecer la asequibilidad al agua potable a los sectores menores ingresos y a los que viven en asentamientos irregulares. Se otorgan subsidios para consumos de 10 o 15 m³ y bonificaciones, según el caso, y se cuenta con un plan de acción para favorecer el acceso al agua potable a través de la extensión del servicio, principalmente en asentamientos irregulares. El servicio que presta OSE no recibe ningún tipo de subsidio ni exoneración impositiva, lo que invierte la empresa proviene de los ingresos obtenidos por el cobro de sus servicios.

Proceso de potabilización

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

En Uruguay la definición de agua potable y sus características se encuentran establecidas en el Reglamento Bromatológico Nacional, cuya última actualización surge del Decreto Nº 375/011. Este decreto adopta la Norma UNIT 833:2008, *Agua Potable: Requisitos* en su reimpresión corregida de julio de 2010.

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

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

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

Cuando la fuente utilizada es el agua superficial se utiliza para su potabilización un tratamiento denominado convencional que se describe en el cuadro a continuación. Ver Figura 6.31 y Tabla 6.28.

Figura 6.31. Ubicación de las plantas de potabilización de OSE

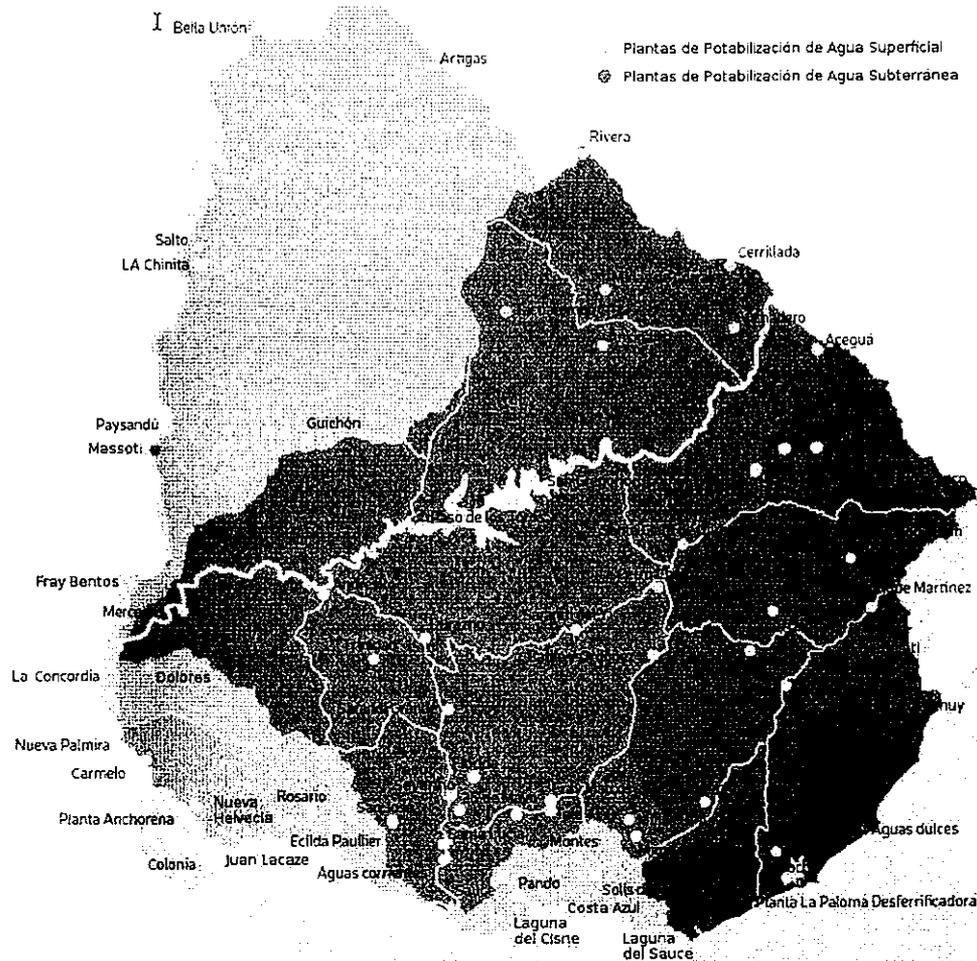


Tabla 6.28. Tratamiento convencional para potabilización de aguas superficiales

1. PRETRATAMIENTO
<p>Puede incluir:</p> <p>A. Acondicionamiento físico</p> <ul style="list-style-type: none"> Remoción del material sedimentable: especialmente útil cuando el exceso de arena puede afectar las etapas siguientes del tratamiento, se incorpora una unidad denominada desarenador. <p>B. Acondicionamiento químico</p> <ul style="list-style-type: none"> Pre-oxidación: pueden utilizarse oxidantes químicos como el dióxido de cloro, ozono, permanganato de potasio entre otros. Dentro de los objetivos de la preoxidación están la oxidación de materia orgánica y la remoción de olor y sabor. El uso de los pre-oxidantes también es importante para oxidar metales disueltos como hierro y manganeso así como para combatir las incrustaciones de mejillón dorado en las tuberías de agua bruta. Adsorción: para la adsorción se utiliza carbón activado en polvo, se realizan ensayos para determinar la dosis necesaria a aplicar y el tiempo de contacto requerido. El carbón actúa de forma eficiente en la remoción de sustancias disueltas en el agua cruda, trazas de orgánicos, toxinas, metabolitos generadores de olor y sabor, entre otros. Pre-alcalinización: cuando la alcalinidad presente en el agua bruta no es suficiente para la dosis de sulfato de aluminio que se necesita incorporar durante la coagulación, es preciso acondicionar el agua bruta con el agregado de alcalinidad mediante la dosificación de ceniza de soda, cal hidratada o soda cáustica.

Los procesos unitarios que se desarrollan, son: coagulación, floculación, sedimentación (o flotación) y filtración, que conforman la etapa de clarificación, y la desinfección, este último tiene lugar en un depósito de contacto a la salida de los filtros.

COAGULACIÓN: si se dejara decantar un agua natural, tal cual se extrae de un río o arroyo, al ser tan livianas las partículas que conforman la turbiedad y el color, éstas no decantarían nunca y por lo tanto no se lograría clarificar el agua. Las partículas se encuentran en general cargadas negativamente, y como las cargas del mismo signo se repelen, no es posible en esas condiciones agruparlas entre sí, para obtener otras de mayor tamaño. La coagulación, consiste en la neutralización de esas partículas, mediante el agregado de cargas de signo positivo, a través de un producto llamado coagulante, en el caso de OSE se utiliza sulfato de aluminio. Este proceso tiene una duración de unos pocos segundos, y es necesario que se produzca una agitación violenta para que el coagulante se mezcle completamente con el agua, en un tiempo lo más corto posible. Ese punto de máxima agitación, en donde se inyecta el coagulante, se llama mezcla rápida.

FLOCULACIÓN: luego de coagulada el agua, las partículas no presentan carga en su superficie y no existen impedimentos para que se unan entre sí. Para lograr esto, el agua se agita lentamente, de modo que las partículas coaguladas, al chocar, se vayan uniendo para dar lugar a otras de mayor tamaño, llamadas flóculos. Ese proceso se llama floculación y debe hacerse bajo condiciones controladas, pues una agitación muy violenta en esta etapa puede producir rotura de los flóculos ya formados. Una agitación muy lenta puede dar lugar a la formación de flóculos "esponjosos" y débiles, difíciles de sedimentar.

SEDIMENTACIÓN (o FLOTACIÓN): es la primera etapa efectiva de separación de partículas del agua, donde se logra una reducción de turbiedad y color con respecto al agua bruta. En el sedimentador, al reducirse la velocidad de circulación del agua, se produce por acción de su propio peso una caída de las partículas hacia el fondo de la unidad. Esa sedimentación de los flóculos le otorga al agua una claridad mayor que la inicial, porque éstos están conformados por gran parte de la turbiedad y el color presentes en el agua bruta.

Un proceso alternativo a la Sedimentación es el de Flotación con Aire Disuelto (FAD). Se utiliza en plantas como las ubicadas en Laguna del Sauce y Laguna Blanca. En el sistema de flotación por aire disuelto FAD, los flóculos son removidos del agua haciéndolos flotar reduciendo su densidad por la adhesión de pequeñísimas burbujas de aire. Las burbujas son generadas por una súbita reducción de presión en la corriente líquida saturada de aire, proveniente de la cámara o tanque de saturación. Estos flóculos suben y se acumulan en la superficie formando una capa de lodo que se remueve periódicamente mediante barredores superficiales.

FILTRACIÓN: consiste en pasar el agua a través de un medio poroso, en la mayoría de los casos formado por arena seleccionada; también se utilizan medios mixtos formados por arena y antracita o arena y carbón activado granular. En el filtro se retienen aquellas partículas de menor densidad (flóculos pequeños) y las que por algún motivo no fueron eliminadas en el sedimentador. La filtración es la etapa final del proceso de clarificación, y la que debe dar las garantías de que el agua cumpla con las normas de calidad en cuanto a turbiedad y color.

Además constituye una de las barreras principales para la retención de microorganismos patógenos.

DESINFECCIÓN: consiste en el agregado de un agente químico para destruir microorganismos que puedan transmitir enfermedades utilizando el agua como vehículo. Tiene por objetivo garantizar la potabilidad del agua desde el punto de vista microbiológico, asegurando la ausencia de microorganismos patógenos (que puedan afectar la salud). Esta etapa se realiza después de sedimentar y filtrar el agua, luego que por estos procesos se haya eliminado gran parte de las partículas y microorganismos presentes en el agua bruta. Esta condición es imprescindible, porque la presencia de turbiedad y color dificulta la acción de los desinfectantes.

El agente desinfectante más común y universalmente usado es el CLORO; eficiente, sencillo en su aplicación y con la capacidad de dejar una porción residual, que sigue actuando en las redes de distribución. Puede ser utilizado en forma de cloro gaseoso, almacenado bajo presión en cilindros metálicos, o a través de alguna de sus sales, como el hipoclorito de sodio o de calcio. Luego de la desinfección, y de ser necesario, se realiza un ajuste de pH del agua.

CONTROLES OPERATIVOS Y DE VERIFICACIÓN. A lo largo del proceso de potabilización, el personal de la planta potabilizadora realiza controles operativos para monitorear la eficiencia. Estos incluyen:

- análisis de parámetros físicos y químicos del agua bruta, coagulada, decantada (o flotada), filtrada, desinfectada y elevada
- control visual de la formación del floc
- preparación de soluciones de productos químicos, control y aforo de los equipos de dosificación
- gestión del equipamiento electromecánico de la planta, bombas proveedoras, elevadoras, de lavado, etc.

A través de la Gerencia de Gestión de Laboratorios y de sus laboratorios regionales y central se realiza el monitoreo de verificación que incluye toda la paramétrica establecida en la Normativa de Calidad de Agua.

Calidad del servicio

El servicio de agua potable se brinda en forma continua y suficiente, salvo interrupciones en casos de fuerza mayor o fortuitos, asimismo OSE debe cumplir con los requisitos establecidos por el Reglamento Bromatológico Nacional (actualizado por Decreto Nº 375/011) y su Norma Interna de Calidad de Agua Potable.

El Ministerio de Salud Pública (MSP) puede permitir excepciones temporales a los requisitos del reglamento. Para ello, el prestador del servicio debe solicitar la excepción informando las desviaciones detectadas ante dicha institución e informar asimismo al MVOTMA y a la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), como organismo regulador que realiza el seguimiento y control de la calidad de agua distribuida.

OSE realiza la vigilancia de los procesos para el abastecimiento de agua potable, desde la fuente hasta el consumidor. Se definen puntos críticos de control en todos los sistemas y se realiza el seguimiento de acuerdo a las características de cada servicio. En caso de detectarse anomalías, se procede a la corrección y se informa al organismo regulador. Se está promoviendo la metodología de los Planes de Seguridad de Agua (PSA), de acuerdo a lineamientos de la Organización Mundial de la Salud que ya se han implantado en varias capitales departamentales. La empresa cuenta con una red de laboratorios (de planta, regionales, central) y puede realizar la mayoría de los análisis necesarios para el seguimiento y control de la calidad del agua, y en caso de requerirse recurre a laboratorios externos.

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

Desafíos del abastecimiento de agua potable

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

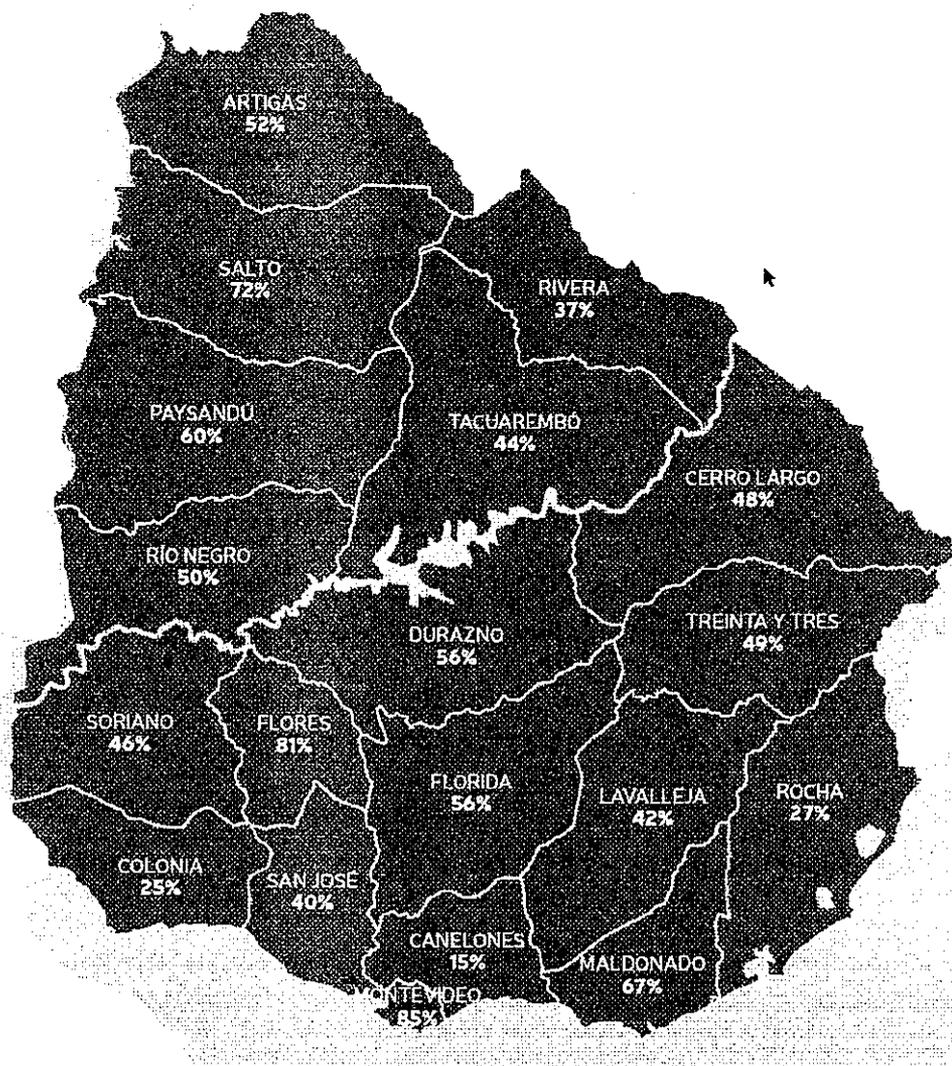
- alcanzar para el año 2030 el acceso universal al agua potable
- desarrollar estrategias para asegurar el acceso a la población aislada con abastecimiento propio
- garantizar el acceso universal al agua potable dentro de la vivienda
- contar con servicios de abastecimiento sustentables, eficientes y de precio justo
- continuar con los procesos de protección y recuperación de las fuentes superficiales empleadas para el agua potable y avanzar en la gestión y protección de acuíferos

- promover la utilización eficiente del agua potable estableciendo normativas al respecto y profundizando las campañas de difusión de buenas prácticas

6.1.3 Saneamiento

A escala nacional, la cobertura de saneamiento alcanza al 94 % de los hogares. De ellos, el 59 % cuenta con red de alcantarillado, mientras la mayor parte de los restantes cuenta con pozos negros. La cobertura de saneamiento mediante alcantarillado para cada departamento se muestra en la Figura 6.32. El sector de saneamiento presenta dos realidades: una en Montevideo y otra en el resto del país. Montevideo fue el primer centro urbano de Latinoamérica en contar con redes de alcantarillado, y a diferencia de las ciudades del interior del país, desarrolló en sus inicios la conducción de aguas pluviales y servidas en una única red. En el interior del país estos servicios se implementaron muchos años después y con una gestión separada, quedando las aguas pluviales en manos de los gobiernos departamentales y el alcantarillado sanitario bajo la responsabilidad de la empresa estatal OSE. El saneamiento estático es responsabilidad de los gobiernos departamentales.

Figura 6.32. Cobertura de alcantarillado por departamento | Fuente: DINAGUA



6.1.3.1 Sistemas colectivos

Sistema de saneamiento de Montevideo

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

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

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

Sistemas de saneamiento en el interior del país

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

El servicio de saneamiento colectivo operado y administrado por OSE tiene cerca de 280 mil conexiones. Este sistema es de tipo separativo y únicamente atiende las aguas residuales. La cobertura del alcantarillado es disímil en los distintos centros urbanos del interior del país, superando el 60 % en algunas capitales (de 30 a 70 mil habitantes) y siendo menor al 30 % en otras. Importantes zonas del área metropolitana (mayores a 20 mil habitantes) permanecen aún sin red.

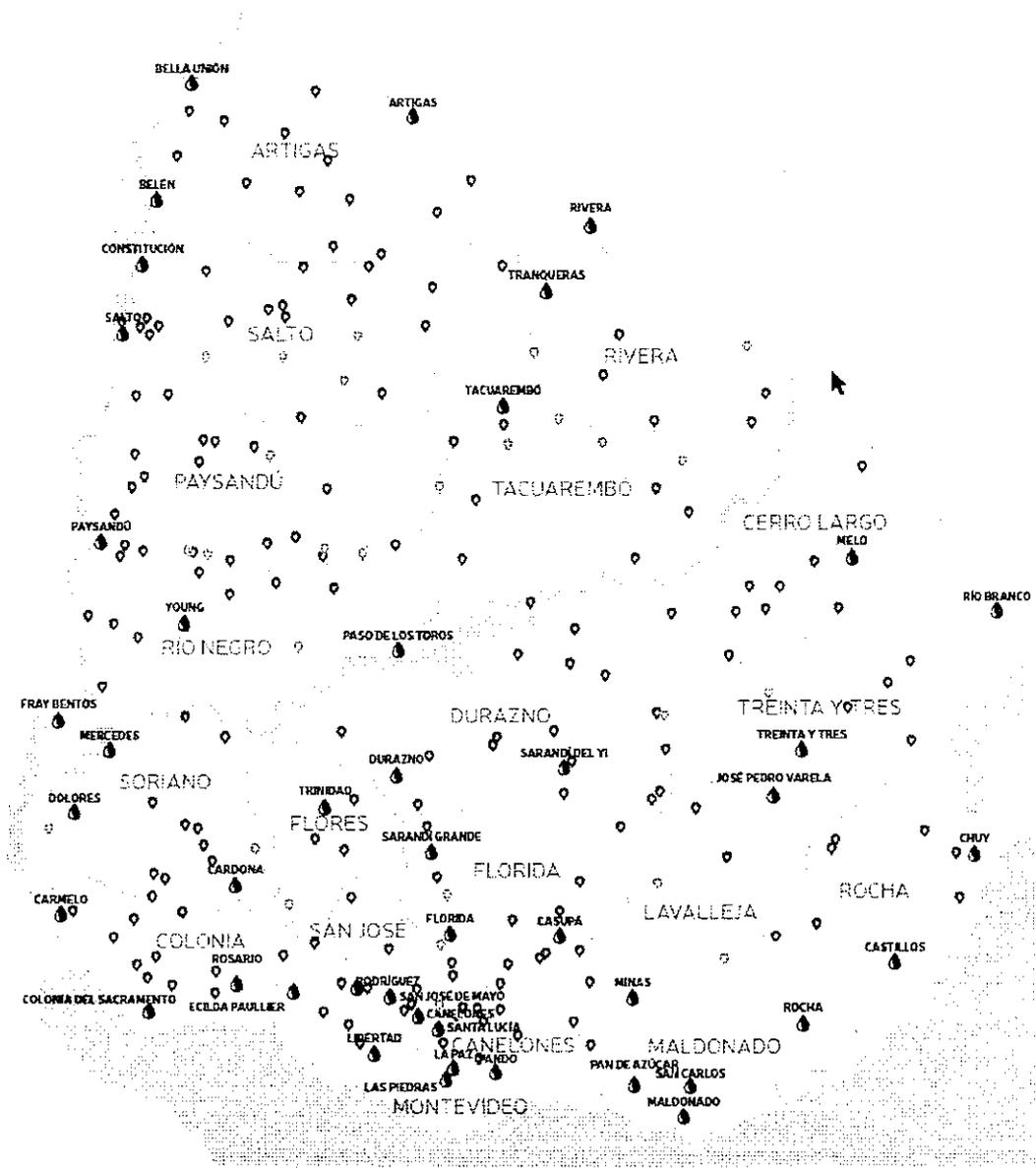
OSE cuenta con un plan de saneamiento para 75 localidades, con una proyección para el año 2030, realizado en base a una matriz multicriterio que se utiliza como herramienta para priorizar inversiones. En este plan no se prevé, a mediano plazo, la implementación de nuevos servicios de alcantarillado a poblaciones menores a 2.000 habitantes, ni la ampliación de redes existentes en zonas con densidades de población menores a 8 viviendas por cuadra (80 metros aproximadamente). Por otra parte, el 16 % de la población que tiene red de alcantarillado sanitario en el frente de su vivienda no está conectada a la misma. Para aumentar el número de conexiones, OSE y MVOTMA han desarrollado el Plan Nacional de Conexión al Saneamiento, destinado a brindar apoyo económico a hogares de menores recursos, para la ejecución de las obras de adecuación de la sanitaria interna y posterior conexión a la red de saneamiento.

Un aspecto a destacar, que se presenta en todo el país, son las interferencias e interconexiones entre los sistemas separativos de transporte y evacuación de aguas pluviales y de aguas cloacales. Los sistemas separativos no están diseñados para recibir las aguas pluviales de patios y azoteas, que deben canalizarse hacia la vía pública. En consecuencia, se presentan situaciones de trabajo a sobrepresión en la red,

causando muchas veces retroceso de aguas por las conexiones y desbordes a la vía pública o alivio de caudales hacia colectores pluviales o cursos de agua, con los efectos negativos consiguientes.

Respecto al tratamiento y disposición final de los efluentes, a partir de la década de 1990, OSE ha hecho foco en la mejora de la calidad de los vertidos de los centros urbanos que tienen redes de saneamiento. Aproximadamente el 80 % de las viviendas conectadas a las redes de saneamiento en el interior del país tienen como destino una planta de tratamiento de efluentes. No obstante, casi todas las ciudades ubicadas sobre el río Uruguay, el río Negro o Río de la Plata aún vierten con pre-tratamiento (a excepción de Paso de los Toros). Para estas ciudades existen proyectos de mejora de la calidad del vertido. También cuentan con recolección y tratamiento de efluentes gestionados por OSE la mayoría de los núcleos habitacionales de MEVIR. Ver Tabla 6.29

Figura 6. 33. Distribución de plantas de tratamiento de OSE y MEVIR | Fuente: DINAGUA



◆ Plantas de tratamiento de OSE | Sistemas de tratamiento de MEVIR** ◊ Humedal ◊ Laguna/s ◊ Parcela de escurrimiento
 **Incluye los sistemas que pasaron a ser gestionados por OSE

Tabla 6.29. Plantas de tratamiento gestionadas por OSE

Tipo	Cantidad
Sistemas de lagunas ²⁸	154
Lodos activados	15
Parcelas de escurrimiento	14
Laguna aereada	1
Zanjas de oxidación	5
Reactor anaerobio de flujo ascendente	1
Tratamiento fisico quimico	2
Tanque Imhoff	1
Vertido directo	8

6.1.3.2 Soluciones individuales

Los gobiernos departamentales regulan las instalaciones sanitarias internas de las viviendas y la construcción de soluciones individuales para el saneamiento (fosas sépticas o pozos negros) así como la prestación del servicio de "barométricas"⁶⁹ para su vaciado. También actúan como promotores de la extensión de los servicios de agua y alcantarillado, contribuyendo en algunos casos con aportes mediante convenios para la ejecución de obras de infraestructura (redes de agua y alcantarillado). Las intendencias son las encargadas del control de los servicios de barométricas y su habilitación. De la población urbana del interior del país, el 58 % cuenta con pozos negros, los cuales son gestionados por sus usuarios. Para su correcta operación, un pozo impermeable debería ser vaciado con una frecuencia al menos quincenal y su contenido debería ser transportado por camiones barométricos hasta instalaciones adecuadas para su tratamiento, previamente a su disposición final.

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

6.1.3.3 Impactos del saneamiento en la calidad de los recursos hídricos

La disposición final de las aguas residuales de origen doméstico en los cursos de agua impacta en su calidad. El Decreto Nº 253 establece las condiciones en que deben realizarse esos vertidos. Desde la década de 1930, el país incorporó el tratamiento de líquidos residuales, construyendo bajo la órbita del Ministerio

⁶⁹ Término comúnmente utilizado para referirse a los camiones cisterna que succionan líquidos y lodos residuales.

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

6.1.3.4 Desafíos del sector saneamiento

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

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

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

6.1.4 Drenaje urbano y aguas pluviales urbanas

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

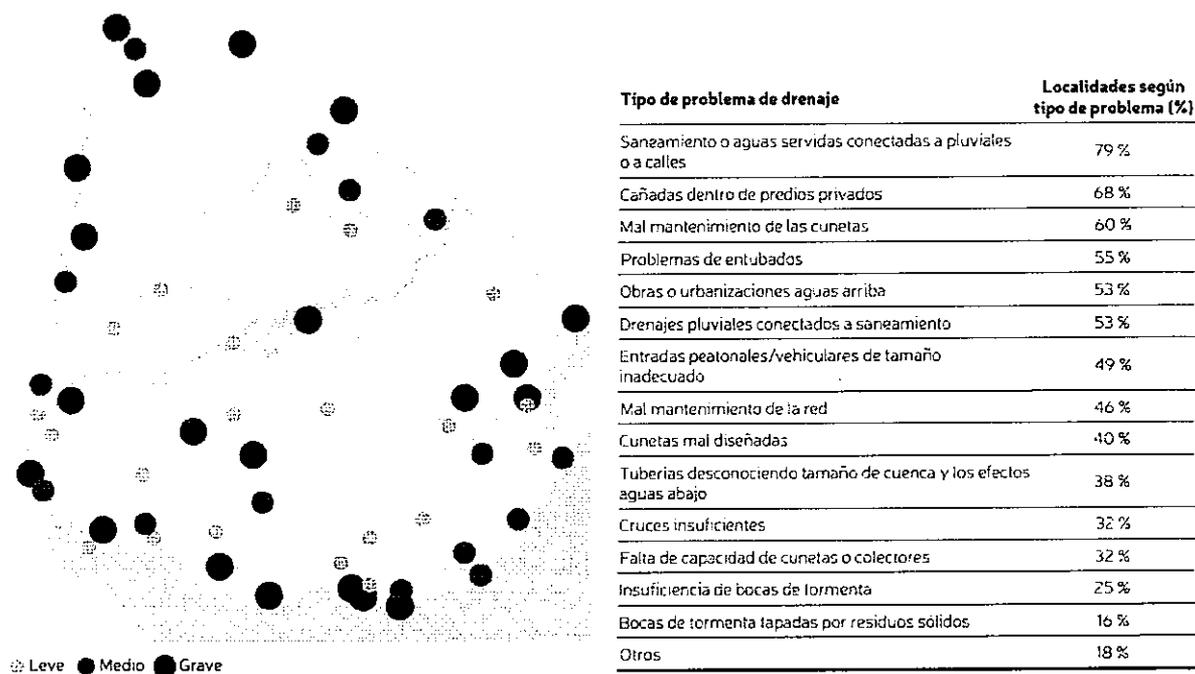
Por otra parte las aguas pluviales son un recurso de las ciudades, ya que brindan múltiples beneficios, permitiendo la existencia de espacios verdes, áreas de esparcimiento y el arrastre de contaminantes. El desarrollo de la ciudad, en un enfoque tradicional, implicó instalar infraestructuras que permitieran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

Actualmente se propone a nivel internacional avanzar hacia una gestión sustentable de las aguas urbanas, considerando no solo la cantidad sino la calidad de la misma, y como ésta se integra a la ciudad. Por otra parte, aun contando con servicios idóneos, el sistema pluvial puede verse desbordado, generando riesgos para la población, lo que requiere un enfoque de gestión de riesgo, en particular asociados a las cañadas y arroyos internos de las ciudades. En nuestro país los organismos encargados de la gestión de las aguas pluviales son las intendencias departamentales. En el caso de Montevideo, al ser un sistema unitario, esta

gestión es realizada junto al servicio de saneamiento. Para la financiación de las obras, las intendencias cuentan con recursos propios obtenidos por medio de impuestos y tasas departamentales y fondos nacionales e internacionales gestionados por Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). Es el poder ejecutivo departamental el que, priorizando las necesidades de cada ciudad, decide a qué obras y localidades se destinan estos recursos. Por otra parte, la intendencia de Montevideo ha contado históricamente con préstamos BID que financian las obras de saneamiento y drenaje pluvial. Los problemas de drenaje pluvial afectan tanto a capitales departamentales como a pequeñas localidades⁷⁰.

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

Figura 6.34. Ciudades con problemas de drenaje y tipo de problema de drenaje, ordenado según porcentaje de localidades que lo presentan | Fuente: DINAGUA



Avances y desafíos del manejo de las aguas pluviales

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

⁷⁰ Esta sección se desarrolla en base a la experiencia y a diagnósticos previos elaborados por DINAGUA y otras instituciones, sintetizadas en varias publicaciones, en particular IANAS (2015). "Aguas urbanas en Uruguay: avances y desafíos hacia una gestión integrada", *Desafíos de las Aguas Urbanas en las Américas*, Interamerican Network of Academies of Sciences, 2015.

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

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

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

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

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

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

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

6.2 Agua para el ambiente

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

6.2.1 Servicios ecosistémicos

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

Entre los servicios ecosistémicos relacionados al agua se encuentran:

- a) aprovisionamiento de agua (uso doméstico, riego, uso industrial, generación de energía hidroeléctrica) y otros recursos naturales acuáticos (pesca, fibra, otros)
- b) hábitat de biodiversidad acuática (sitio de alimento, refugio y reproducción de aves, peces, anfibios, algunos mamíferos e invertebrados, incluyendo vegetación acuática, microorganismos, etc.)
- c) Mantenimiento del ciclo hidrológico

- d) Regulación del clima
- e) Amortiguación de crecidas, prevención de erosión y recarga de aguas subterráneas
- f) Regulación de la calidad de agua por procesos de sedimentación, retención de nutrientes y otras sustancias químicas
- g) Valores culturales: valor paisajístico, antropológico y sitio de recreación

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

- En la pradera se da la protección y reposición de la fertilidad de los suelos, el control de erosión (que repercute en la mejora de la calidad de aguas), la amortiguación de inundaciones y la provisión de productos agropecuarios, así como también se destaca el secuestro de CO₂. (Bilenca y Miñarro, 2004, y Cracco et al., 2007)
- En los bosques ocurre la protección de suelo y agua, la reducción del riesgo de erosión y de inundación. Además, son hábitat de flora y fauna, también se da la fijación de C, son fuente de leña y otros productos derivados y poseen valores socioculturales. (González et al., 2005)
- En los humedales se da la recarga de agua subterránea, protección de línea de costa, mitigación de inundación y de erosión, depuración de las aguas. Son fuente de agua, hábitat para biodiversidad y sitios de recreación y tienen valores socioculturales.
- Los ecosistemas costeros amortiguan eventos extremos, son hábitat de biodiversidad, sustento de pesquerías, sitios de recreación y poseen valor paisajístico. (Cronk y Fennessy, 2001) En particular, las lagunas costeras son importantes zonas de reproducción y alimentación para aves acuáticas residentes y migratorias, y también para las especies de peces y anfibios, a la vez que tienen una alta riqueza florística asociada. (DINAMA 2014)

6.2.2 Fuentes de presión sobre ecosistemas y biodiversidad

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

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

Los humedales, incluido el bosque asociado, son principalmente afectados por la pérdida y degradación del hábitat (DINAMA, 2014), lo cual se puede generar como consecuencia de varias acciones que en gran parte también modifican el régimen hidrológico tales como: deforestación, desecación, canalización, desvío de cursos de agua u otras obras hidráulicas, de infraestructura o urbanización en zonas inundables, así como el impacto de incendios que pueden intensificarse en períodos de sequía. Además, la forestación con especies exóticas para la fijación de dunas y su posterior urbanización genera signos de erosión costera (Gutiérrez y Panario, 2006). En particular, la construcción de embalses sin un diseño adecuado interrumpe el paso de

especies de peces llegando a ocasionar extinciones locales de estas especies o de otras que dependan de estas (Soutullo et al., 2013), a lo que se suma la interrupción de la dinámica de sedimentos en los cuerpos de agua. En tal sentido es fundamental contar con un adecuado manejo del embalse y de los suelos aguas arriba para evitar la colmatación y los problemas de calidad de agua que traen aparejados, así como la generación de condiciones propicias para la eutrofización.

La degradación y pérdida de hábitat y la contaminación son causas del deterioro de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos, afectando a la biota y a otros componentes del sistema, incluido al recurso hídrico, al funcionamiento del sistema y por tanto a los servicios ecosistémicos. La contaminación puntual se da por aguas residuales o agroindustriales cuando no hay tratamientos o son insuficientes, o por efluentes industriales cuando son incompletos; la contaminación difusa es producto de prácticas que promueven la erosión y el escurrimiento de nutrientes desde la cuenca hidrográfica hacia los cuerpos de agua; y la contaminación con residuos sólidos en los cursos de agua. Sumado a esto, el ingreso de ganado a abreviar a las márgenes de los cuerpos de agua genera erosión del suelo y afecta la calidad de agua.

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

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

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

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

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

6.3 Agricultura, ganadería y forestación

El sector agroindustrial es uno de los determinantes de la economía uruguaya, explicando el 12,4 % del PIB durante el año 2015 y el 78 % del total de bienes exportados por el país durante el año 2016.⁷¹

Figura 6.35. Composición de las exportaciones 2016 | Fuente: Uruguay XXI

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

Principales rubros de exportación, datos año 2016

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

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

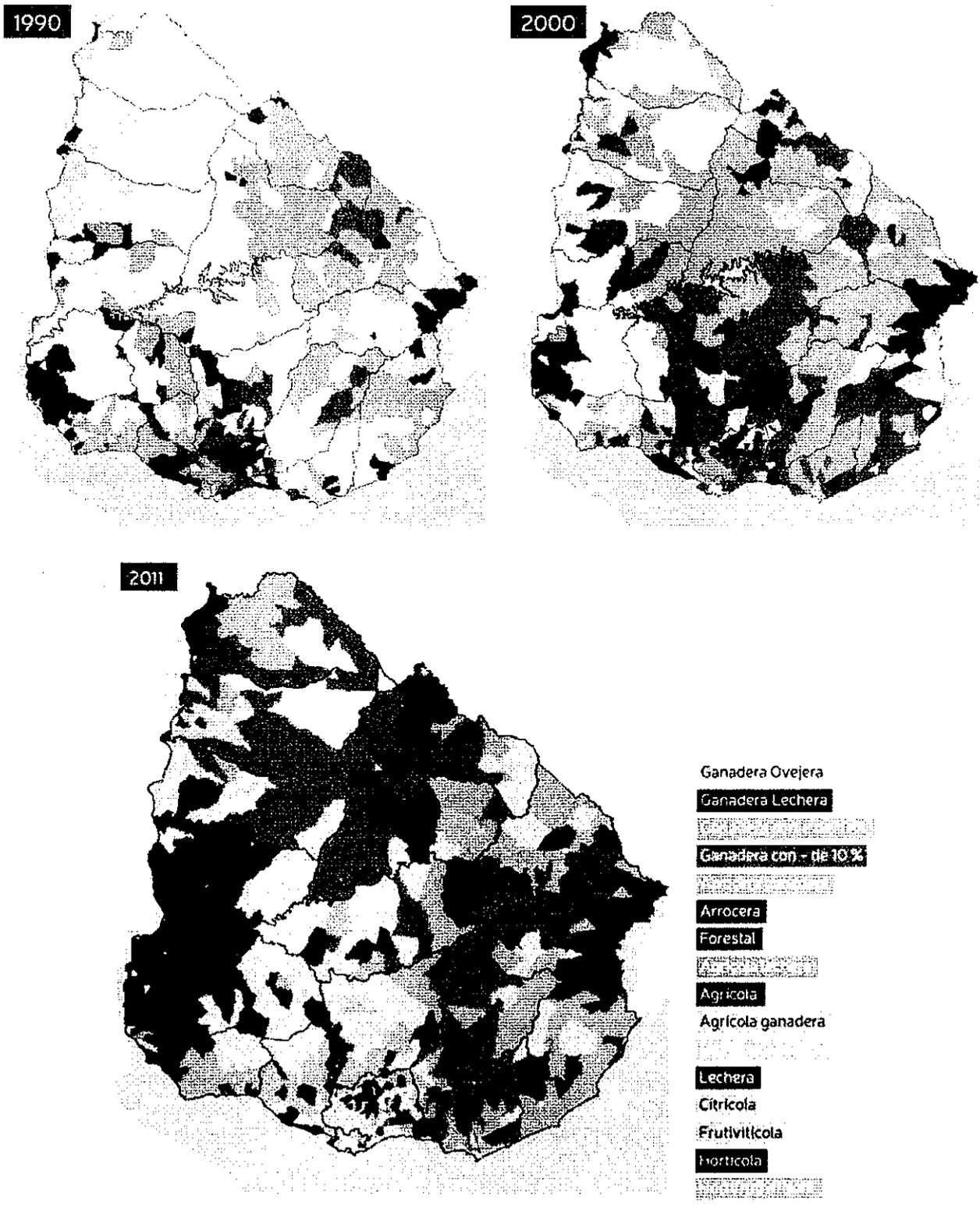
En la tTabla 6. 30 se presentan los usos del suelo y la variación entre años. En la Figura 6.36 se muestra la distribución de las regiones agropecuarias en el territorio y su evolución.

Tabla 6. 30. Usos del suelo, variación entre años según actividad | Fuente: MGAP, 2015

Uso del suelo	Miles de ha			Variación (miles ha)		%			Variación (en %)	
	1990	2000	2011	2000/1990	2011/2000	1990	2000	2011	2000/1990	2011/2000
Ganadería	14.589	14.727	13.3	138	-1.331	92	90	82	1	-9
Agricultura	693	673	1.604	-20	931	4,4	4,1	10	-2,9	138,4
Forestación	186	661	1.071	475	410	1,2	4	7	255	62
Otros usos	336	359	286	23	-73	2,1	2,2	2	7	-20
Total	15.804	16.420	16.357	616	-63	100	100	100	0,4	-0,4

⁷¹ <http://www.uruguayxxi.gub.uy/es/sector-agroindustrial-representa-el-78-de-las-exportaciones-de-bienes-de-uruguay/>

Figura 6.36. Regiones Agropecuarias en 1990, 2000 y 2011⁷² | Fuente: MGAP-DIEA, Censos Agropecuarios 1990, 2000 y 2011 | Tierra arada sin sembrar y tierras improductivas.



⁷² <http://www2.mgap.gub.uy/DieaAnterior/regiones/Regiones2015.pdf>

Particularmente, a partir del año 2002 se ha desarrollado un proceso de intensificación y expansión agrícola. Los principales cambios tecnológicos asociados al mismo son: la adopción de siembra sin laboreo, el empleo de cultivos transgénicos, el cambio desde una agricultura basada en cultivos de invierno a una basada en cultivos de verano fundamentalmente soja, la disminución de pasturas dentro de la rotación, la implementación de sistemas de agricultura continua y el desarrollo de sistemas agrícolas en nuevas zonas de producción, no tradicionalmente agrícolas.⁷³

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

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

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

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

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

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

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

El almacenamiento de agua para riego es dominado por estrategias individuales y la distribución se realiza mayormente por gravedad aunque han crecido en número el uso de sistemas mecanizados en los últimos

⁷³ Fernando García Préchac, Oswaldo Ernst, Pedro Arbeleche, Mario Pérez Bidegain, Clara Pritsch, Alejandra Ferenczi, Mercedes Rivas. *Intensificación agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural*. Colección Art.2. UdelaR, 2010.

años al amparo de la promoción de inversiones, el aumento de rendimiento y los precios internacionales de los productos.

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

6.3.1 Sector agrícola

En Uruguay la superficie total bajo riego aumentó 4 veces desde el año 1970 (52.000 hectáreas) hasta el año 2015, en donde se estimaron 205.000 hectáreas regadas de las cuales: 180.000 son de arroz y 25.000 de otros cultivos. Del año 2000 en adelante, el cultivo de arroz no ha seguido creciendo. Sin embargo se ha expandido la agricultura extensiva de secano pasando de 400.000 a 1.500.000 hectáreas de cultivos entre los años 2000 y el 2015 (MGAP/ DGRN, 2016). Este fenómeno se debió principalmente al crecimiento de cultivos de verano, en particular el cultivo de soja. El aumento en el precio internacional de los granos y las innovaciones tecnológicas en los sistemas productivos provocaron un gran incremento en el área de siembra y consecuentemente un aumento en el precio de la tierra, lo que ha generado, a su vez, importantes cambios estructurales (MGAP, 2016).⁷⁴ El dinamismo del riego en los últimos 10 a 15 años se debió principalmente a la expansión del área irrigada en agricultura extensiva de secano (grano y forrajeros) y luego en pasturas.

Toda el área bajo riego debe presentar y cumplir con un plan de uso de suelos y aguas que implica la tramitación y posterior aprobación conjunta del MVOTMA y MGAP. Para el caso de la agricultura de secano, frente a la nueva realidad del sector agropecuario y con el objetivo de promover la implementación de sistemas de producción sustentables que garanticen la productividad de los suelos en el largo plazo, el MGAP exige un Plan de Uso y Manejo Responsable de Suelos⁷⁵ para superficies mayores a 100 hectáreas. Estos planes deben considerar los suelos del predio, las prácticas de manejo, la secuencia de cultivos, y la erosión tolerable estimada con la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos (USLE). Para ello, las rotaciones de cultivos deben ajustarse a la real capacidad de uso de los mismos y el manejo debe respetar las normas técnicas establecidas en la reglamentación de la ley N° 15.239. Actualmente, el 96 % del área sembrada del país cuenta con planes de uso y manejo de suelos, correspondientes a aproximadamente 1,5 millones de hectáreas agrícolas.

El MGAP ha implementado una "Estrategia de Fomento del desarrollo de la Agricultura regada en el Uruguay"⁷⁶ con el fin de incrementar la productividad del sector. Se espera que la capacidad de riego aumente en donde se desarrolla la agricultura de secano, por lo que el crecimiento del riego no implicaría cambios en el uso del suelo, debido a que se va a regar parte del área que hoy ya está en agricultura o con pasturas artificiales.

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

⁷⁴ MGAP/OPYPA, *Riego en Uruguay: estrategias para su desarrollo*. Mariana Hill. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego_en_uruguay_estrategias_para_su_desarrollo.pdf

⁷⁵ de acuerdo al artículo 5 del Decreto 405/2008

⁷⁶ www.mgap.gub.uy, solapa *Agua para la producción*



6.3.2 Sector arrocero

El 95 % de la producción de arroz en Uruguay se exporta y nuestro país ocupa el 8º lugar como exportador mundial de arroz. A escala nacional, es el segundo rubro agrícola en divisas generadas (Anuario Estadístico DIEA, 2016). El 100 % del área de cultivo de arroz en Uruguay se realiza bajo riego, utilizando en promedio 13.000 m³/ha considerado el volumen aportado por el riego y por las precipitaciones ocurridas durante la estación de desarrollo del cultivo.⁷⁷

Hasta el año 2000 el motor del crecimiento del riego fue el arroz, representando entre el 70 y 80 % del área regada (MGAP, 2016).⁷⁸

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

Tabla 6.31. Área sembrada, producción y rendimiento de arroz | Fuente: MGAP-DIEA, Encuentra Arrocería

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

⁷⁷ Información aportada por la Asociación de Cultivadores de Arroz, 2016

⁷⁸ http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/riego_en_uruguay_estrategias_para_su_desarrollo.pdf

El tipo de riego varía según las características de la región, caracterizándose en el centro del país el riego por gravedad, principalmente a través de embalses (66 %), y en la zona este el 59,8 % se realiza con bombeo por tomas directas. Ver Tabla 6. 32.

Tabla 6. 32. Superficie regada por bombeo por tipo de riego y tipo de energía utilizada | Fuente: MGAP-DIEA, Encuesta Arrocerá

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

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

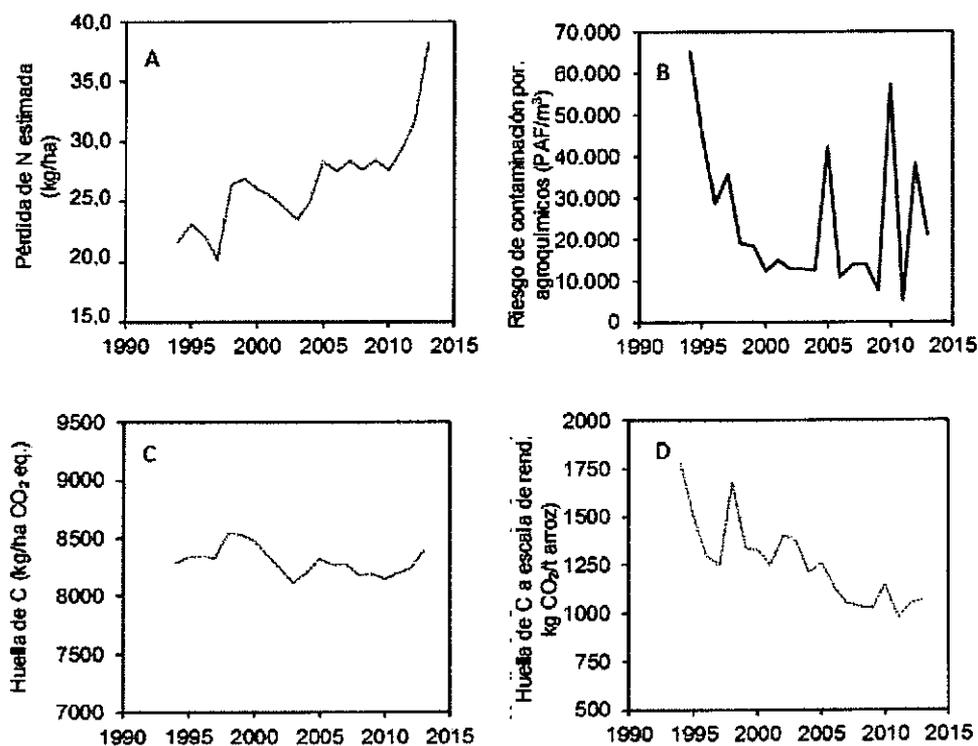
El bombeo se realiza en su mayoría con energía eléctrica, facilitada por los procesos de electrificación rural que han ocurrido en los últimos años. La disponibilidad de agua mediante toma directa varía según la zona. Mientras en la zona este no habría capacidad para ampliar el bombeo, en la zona centro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

Según los resultados obtenidos en el estudio "Sostenibilidad de la intensificación del arroz en Uruguay desde 1993 a 2013",⁷⁹ en los últimos 20 años el arroz incrementó sus rendimientos en un 70 % y su área de cultivo en un 18 %. El consumo de agua por superficie se mantuvo prácticamente estable, mientras que la productividad del agua, medida como kg de arroz por metro cúbico utilizado, indica un incremento del 41 % para igual periodo de estudio, realizando un uso más eficiente del recurso, mediante la modificación de otras variables del paquete tecnológico que se utiliza. Es importante destacar que el cultivo se realiza utilizando la rotación con pasturas con las ventajas que eso tiene para la conservación del suelo y la eficiencia en el uso de los fertilizantes (dosis promedio de 80 kg de nitrógeno/ha).

⁷⁹PITTELKOW, C.M.; ZORRILLA DE SAN MARTÍN, G.; TERRA, J.A.; RICCETTO, S.; MACEDO, I.; BONILLA, C.; ROEL, A. *Sostenibilidad de la intensificación del arroz en Uruguay desde 1993 a 2013*, INIA, Uruguay, 2016

El potencial de pérdida de N estimada aumentó en un 37 % fundamentalmente debido al incremento en el uso del fertilizante en los últimos años (Figura 6.37-a). El riesgo de contaminación asociado al uso de agroquímicos presentó altas variaciones a lo largo de los años. Si bien el valor absoluto de la carga de ingredientes activos de agroquímicos ha aumentado levemente, las importantes variaciones en este indicador se deben fundamentalmente a la alta ecotoxicidad asociada a algunos herbicidas que integran las mezclas utilizadas en cada año (en particular el propanil) y al uso puntual de insecticidas en algunos años (Figura 6.37-b). La huella de carbono se ha mantenido relativamente estable en el período, siendo las emisiones de metano asociadas al cultivo de arroz el mayor contribuyente a la misma (74 %) (Figura 6.37-c). Al igual a lo sucedido con otros indicadores anteriores, el aumento de la productividad registrada en el período determinó una disminución significativa de las emisiones por kg de arroz (Figura 6.37-d).

Figura 6.37. Indicadores estimados de impacto ambiental para el sector arrocero en Uruguay a) riesgo de contaminación de N, b) riesgo de contaminación de agroquímicos, c) huella de carbono, d) huella de carbono escalado por rendimiento | Fuente: ACA, 2016



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

rotaciones) así como tener un especial cuidado sobre el potencial de toxicidad de algunos herbicidas y el potencial uso generalizado de insecticidas.

6.3.3 Otros cultivos

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

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

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

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

Como conclusión se podría esperar un aumento en las demandas de agua con destino a riego agrícola, básicamente para la zona ubicada en el litoral oeste. Un plan que considere la expansión del riego en cultivos de verano en esta zona, y que quiera aprovechar el desarrollo que los mismos han tenido hasta el momento, requerirá prever infraestructura de embalse, distribución y conducción de agua.

6.3.4 Sector pecuario

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

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

Los tambos demandan agua en distintas operaciones desde el ordeño, limpieza de máquinas, salas, tanques de frío. Se estima en 10.000 hm³ el consumo anual destinado a estas operaciones, a las cuales debe agregarse el abrevadero y riego de forrajes. En general, dado el tamaño de los predios y la calidad de agua requerida, la fuente principal son las aguas subterráneas.

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

En el marco de la ley N° 15.239, a partir del año 2016 se exige a los productores lecheros la presentación de un Plan de Uso y Manejo Responsable del Suelo, junto con otras normas técnicas de la DGRN con el

objetivo de evitar la contaminación de fuentes de aguas y mejorar el manejo de efluentes de los tambos. Los planes deben incluir la fertilización que se realiza en la chacra.

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

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

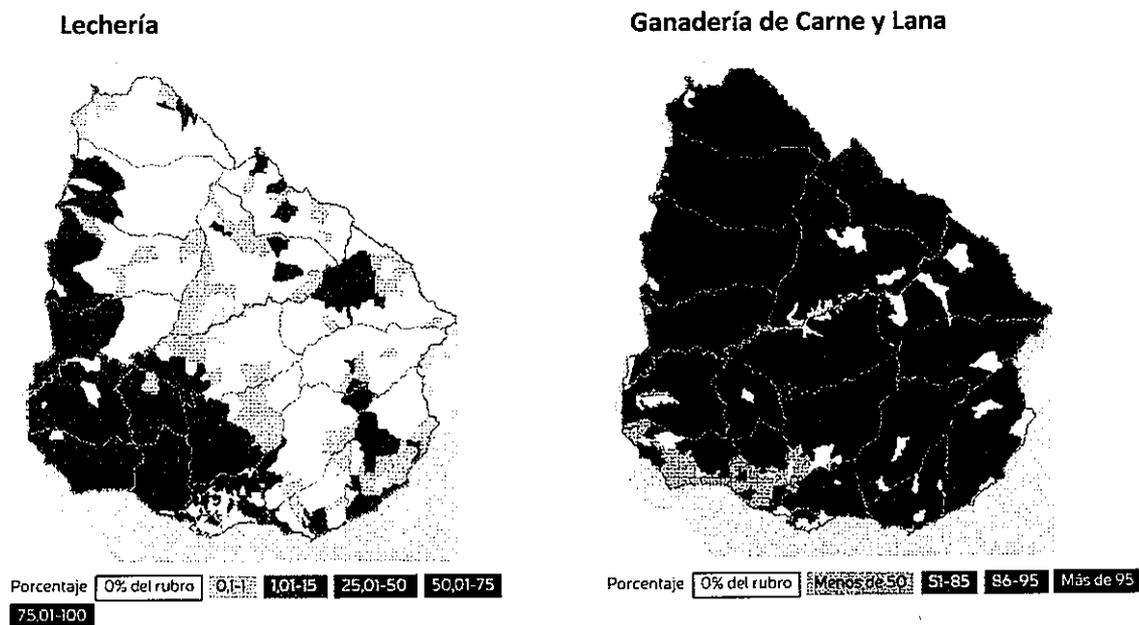
El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) señala que están dadas la mayoría de las condiciones (tecnológicas y de precios/mercados) para que ocurra en la presente década un nuevo salto productivo, de mejora de eficiencia y de diferenciación y agregado a la producción y transformación del sector cárnico. Sin embargo, no se vislumbra un crecimiento del stock ganadero, que se ubica en el año 2014 en el entorno de los 12.000.000 de animales.

Por su parte, el sector ovino está en el nivel más bajo de los últimos años, unos 7,5 millones de animales, lo que se explica por la competencia del sector agrícola y del ganadero vacuno.

El consumo de agua anual para abrevadero de ganado se estima en 180 hm³. Según la Declaración de Fuentes de Agua realizada por la DINAGUA en el año 2013, alrededor del 7 % de las empresas agropecuarias registradas en DICOSE manifiestan haber tenido problemas de acceso al agua para abrevadero. La posible incorporación de riego en pasturas y cultivos agrícolas con destino a ensilajes ya fue considerado dentro del análisis del sector agrícola.

La superficie destinada a la lechería y a la ganadería (carne y lana) se presenta en la figura 6.39.

Figura 6.38. Superficie destinada al sector pecuario | Fuente: MGAP-DIEA, Censo Agropecuario 2011

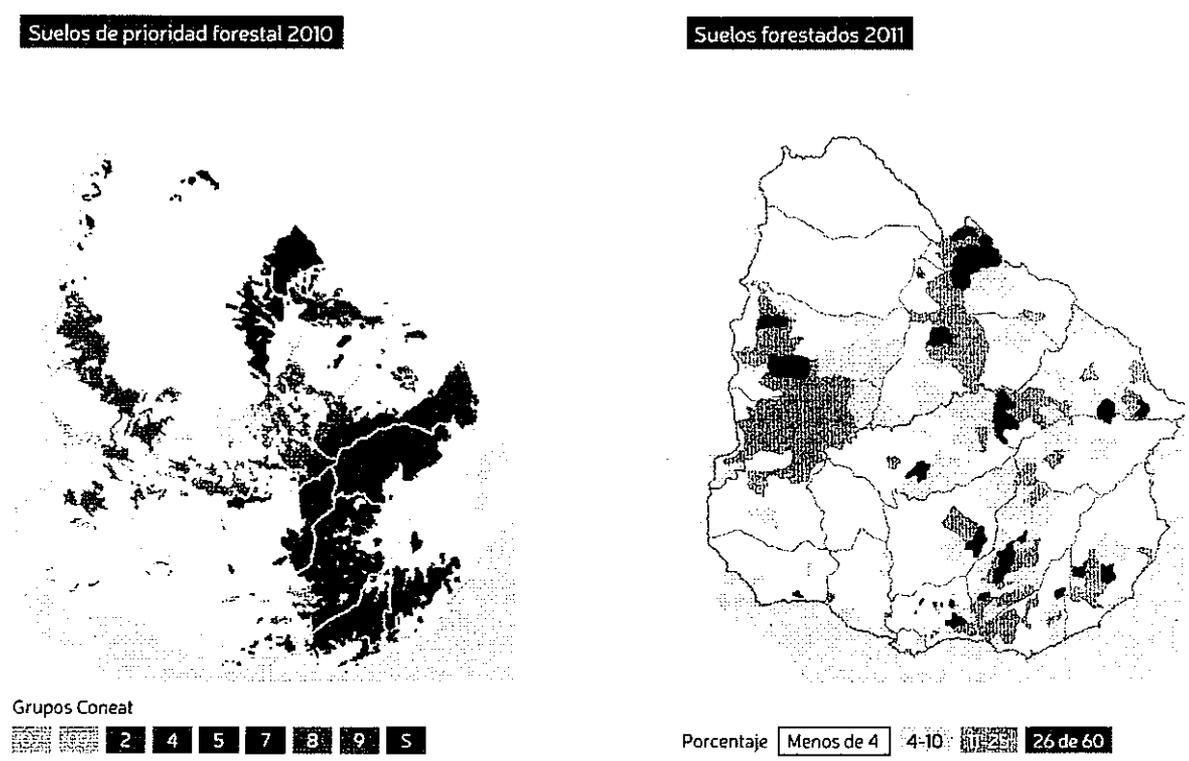


6.3.5 Sector forestal

El área de suelos declarados como de prioridad forestal por la Ley Forestal, Fondo Forestal y Recursos Naturales, N° 15.939, y sus decretos reglamentarios es de aproximadamente 4 millones de ha, 23 % del total del área agropecuaria del país⁴⁰.

El incremento del área dedicada a forestación, junto con la agricultura de secano, son responsables de los cambios más importantes del agro uruguayo (Figura 6.39).

Figura 6.39. Suelos de prioridad forestal 2010 y 2011 | Fuente: MGAP



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

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

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

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

Sin embargo, debido al cambio en la cobertura natural del suelo, la forestación ha creado polémicas acerca de la afectación de los recursos hídricos y del suelo, por lo que se han montado ensayos de parcelas con y sin forestación por parte del IMFIA-INIA- FAGRO, que desde el año 2006 estudian el comportamiento de cuencas forestadas y con pastura natural.

De los estudios realizados surge que la forestación provoca una reducción del escurrimiento del orden de 20 % en comparación con la pastura. La reducción del escurrimiento se debe principalmente a la intercepción de las plantaciones, que hace que no toda la precipitación alcance el suelo.

Silveira y Alonso (2009), con estudios realizados en una cuenca de 2.000 km² en Uruguay con un 25 % de superficie forestada, muestran tendencias de reducción de la escorrentía entre los períodos pre-forestación y pos-forestación. Los resultados de este estudio muestran una reducción estadísticamente significativa para escurrimientos anuales y estacionales.

El escurrimiento anual decrece entre 8,2 % y 36,5 % . Dependiendo de la precipitación anual, la reducción es mayor durante la primavera y el verano (25,2-38,4 %) y menor durante el otoño y el invierno (15-20,3 %). El consumo de agua del suelo de un eucalipto varía entre 19 y 44 litros de agua diarios, siendo similar a cultivos como el girasol, el maíz y el sorgo.

Con respecto al impacto en los acuíferos, si bien la plantación forestal tiene más capacidad de acceder al agua, por su profundidad radicular, y puede hacer un mayor uso del recurso, en momentos de precipitación facilita la recarga por la propia presencia de los árboles, se enlentece el flujo y eso permite que se genere una lámina mayor sobre el suelo y que infiltre más de agua que bajo pastura natural.

Respecto a la calidad del agua se verifica una disminución del orden de medio punto en el pH, dando medios neutros a levemente ácidos. Los valores de alcalinidad y conductividad son levemente más bajos que en pasturas. Desde el punto de vista ecológico, los ecosistemas bajo bosques son también representativos de una menor calidad de agua. El efecto en la erosión de los suelos no registra diferencias respecto a las pasturas naturales, no superando el valor tolerable de 7 t/ha/año.

Estos estudios continúan ampliándose a otras cuencas.

En la etapa industrial, el principal uso de la madera es la fabricación de celulosa, cuyo proceso requiere el uso de grandes volúmenes de agua.

De acuerdo a datos del BCU, el PIB del sector forestal ha mostrado una trayectoria creciente mostrando una tasa promedio de crecimiento del 4,8 % entre 2004 y 2013. La participación del sector en el PIB global se sitúa entre el 0,5 % y el 0,6 %.

El valor agregado en la parte industrial ha mostrado crecimiento constante, con la actividad de dos plantas de celulosa, y en estudio una tercera para entrar en funcionamiento en 2020, siendo la celulosa el segundo producto de exportación del Uruguay, en 2016, con un monto de US\$ 1.242 millones (15 % del total).

6.3.6 Cantidad y calidad de agua para el sector agropecuario: requerimientos e impactos

En el análisis del sector se han expuesto los distintos usos y sus requerimientos referentes a la cantidad de agua. Es necesario preservar la capacidad de resiliencia de los agro ecosistemas para afrontar los desafíos derivados de la variabilidad y el cambio climático que caracterizan al país. Dentro de los principales desafíos que el sector agropecuario debe afrontar en relación con el agua se encuentra mejorar la adaptación a los periodos de déficit y exceso de agua y una de las medidas propuestas en el primer caso es la de impulsar el desarrollo del riego.

A continuación se identifican los requerimientos de calidad y los impactos en la cantidad y calidad relacionados con las actividades del sector agricultura, ganadería y forestación.

Requisitos de calidad para el uso

Aguas para riego: exigen determinadas condiciones de calidad y cantidad que se establecen en las Normas técnicas sobre el uso del agua y especificaciones de calidad y cantidad de riego (Resolución MGAP 14/05/2003); entre otras, la concentración de sales. En particular, el Decreto Nº 253 establece requerimientos sobre el agua para el riego de cultivos destinados al consumo humano en su forma natural.

Aguas para abrevadero de ganado: las floraciones de cianobacterias y la presencia de coliformes afectan la calidad de agua para abrevadero.

Aguas para instalaciones de ordeño: con requisitos de calidad específicos según lo exigido para obtener la Refrendación Anual de Tambos y Queserías Artesanales y acorde al manual correspondiente.

Impactos de la actividad en la cantidad y calidad de los recursos hídricos

Los impactos pueden provenir de:

- sobreexplotación de los recursos superficiales y subterráneos
- diseño y gestión inadecuada de obras hidráulicas
- arrastre de las aguas hacia los cursos superficiales o infiltración en el terreno de sólidos, agroquímicos y nutrientes en suelos de uso agrícola, pastoril o forestal
- actividad animal en la cuenca que, además de aportar materia orgánica y nutrientes, puede ser fuente de contaminación microbiológica, en algunos casos con abrevadero directo de ganado en los cuerpos de agua
- Fuentes puntuales (efluentes de tambos, ganado concentrado en feedlot o en corrales para ordeño) con similares impactos pero más fácilmente mitigables con tratamiento adecuado
- Prácticas inadecuadas o accidentes (derrames, fumigaciones, lavados de maquinaria, etc.)

A partir de 2013 el MGAP ha logrado el cumplimiento de la obligatoriedad de la realización de Planes de Uso y Manejo de suelos por parte de los agricultores, que consiste en determinar la sucesión de cultivos a realizar en una unidad de producción que no genere pérdidas de suelo por erosión, estimadas por encima de la tolerancia para ese suelo como se ha detallado anteriormente.

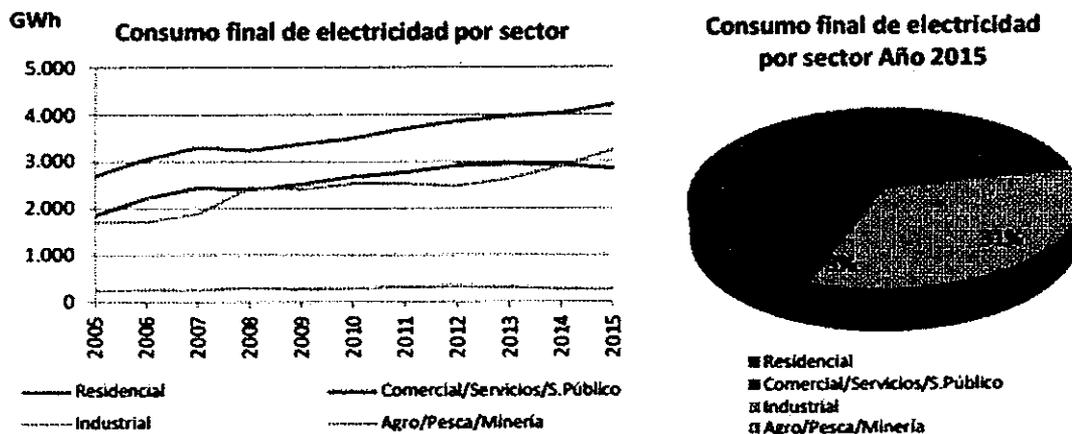
Se espera que la universalización de los planes de uso y manejo de suelos contribuya a la disminución de la erosión, histórico problema de Uruguay, así como el aporte de material difuso y contaminante a las corrientes de agua, especialmente nutrientes como nitrógeno y fósforo, asociados a los procesos de eutrofización de las aguas.

Las buenas prácticas agrícolas que se han promovido y desarrollado por el MGAP y los grupos de productores, que implican la conservación del recurso suelo, el uso eficiente de agua y una adecuada utilización de agroquímicos contribuyen a minimizar los impactos ambientales. Desde el MGAP se ha promovido el uso responsable de agroquímicos, controlando las diferentes sustancias que se pueden utilizar, así como el desarrollo del Programa Regional de Manejo de Plagas que fomenta prácticas de control de plagas y manejo preventivo para minimizar el uso de productos fitosanitarios.

6.4 Generación hidroeléctrica

De acuerdo con los datos del Balance Energético Preliminar Nacional 2015, publicado por la Dirección Nacional de Energía (DNE), el consumo final energético de electricidad ha venido presentando una evolución creciente en los últimos diez años. Ver Figura 6.40.

Figura 6.40. Consumo final de electricidad por sector 2005-2015



En términos generales se observa un sostenido crecimiento de la demanda de energía eléctrica, que puede situarse en el entorno del 3,5 % anual.

La energía de origen hidráulico ha tenido históricamente una muy importante participación en la cobertura de la demanda del país. Sin embargo, la oferta de esta fuente de energía es muy variable a lo largo de los años, ya que está fuertemente asociada al régimen de precipitaciones. La participación del sector hidroeléctrico en la matriz eléctrica depende fuertemente de la hidraulicidad anual, que varió en los últimos diez años entre el 50 % y el 80 %. Desde hace varios años, el país está llevando adelante una política energética de diversificación de la matriz, mediante la incorporación de nuevas fuentes de generación de electricidad, entre otras medidas. En especial, es claramente creciente en los últimos años la participación de la energía eólica y la biomasa como insumos para la generación de energía eléctrica.

Las fuentes renovables de origen hidráulico pueden considerarse actualmente explotadas prácticamente en su totalidad. En efecto, en la situación actual los grandes emprendimientos hidroeléctricos están ya construidos y en operación desde hace 30 años o más. Ver Tabla 6.33.

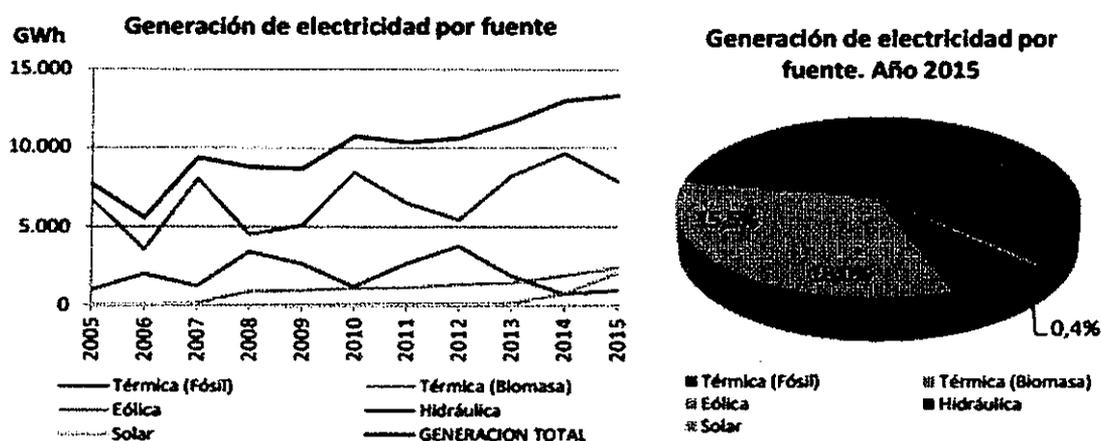
Tabla 6.33. Centrales hidroeléctricas

Central	Capacidad embalse (hm ³)	Superficie embalse (km ²)	Potencia Instalada MW
Rincón del Bonete	8.800	1.070	152
Baygorria	570	100	108
Constitución (Palmar)	2.854	320	333
Salto Grande	5.000	783	1.890

En este contexto, la ampliación de la oferta de energía no podrá encararse desde la hidroeléctrica de media y gran escala. En efecto, a partir de los 7.000 GWh de energía por año que se generan en promedio en el país, se podría llegar a obtener un 10 % más (aproximadamente). Este desarrollo vendría asociado al aumento del sobre-equipamiento de centrales existentes o a la modernización de los equipos de las mismas o bien a emprendimientos de menor porte, en particular la generación a pequeña escala de potencia. Se ha comprobado que estos proyectos sólo son viables en la medida que resulten de embalses multipropósito, donde la generación no sea el fin primario, o bien que se trate de equipar con turbinas, represas de riego o abastecimiento de agua existentes.

Además, Uruguay está en una única región pluviométrica, en el sentido que normalmente tanto inundaciones como sequías abarcan todo el territorio y no puede concebirse una complementariedad hidrológica a nivel nacional. El complemento de energía de carácter renovable que resulta viable en Uruguay se plantea entonces fundamentalmente a través de la incorporación de energía eólica. En este sentido, los esfuerzos del Estado han sido reorientados para incorporar un porcentaje muy significativo de energía de origen eólico en la matriz energética. En la Figura 6.41 se presenta la distribución de generación de electricidad por fuente para el año 2015 y su evolución 2005-2015, de acuerdo al Balance Energético Provisional 2015 del MIEM.

Figura 6.41. Generación de electricidad por fuente 2005-2015



6.4.1 Hidroeléctricas en el río Negro

En el río Negro se ubican las tres centrales hidroeléctricas: Gabriel Terra (Rincón del Bonete), Rincón de Baygorria y Constitución (Palmar). Las características de las centrales se resumen en la Tabla 6.33. La finalidad primaria de estos tres embalses fue la generación de energía eléctrica. Hoy en día también se extrae agua para otros usos, fundamentalmente riego y acuicultura. El Decreto N° 160/1980 limita la extracción de agua de los embalses del río Negro y de los afluentes que los alimentan para asegurarse el uso para la generación de energía. Los límites de extracción actual asignados por UTE para otros usos (Resolución N° 10/1154 del 27/08/2010) son de 1.000 hm³ para embalses y 16.850 l/s para tomas directas, y la utilización actual está muy próxima a estos límites. Durante el año 2013 se formó un grupo de trabajo para estudiar este uso no consuntivo y se debería retomar y repensar el análisis basado en la nueva matriz energética del país, con gran proporción de energía eólica.

6.4.2 Hidroeléctrica en el río Uruguay - Salto Grande

Se trata de una central binacional compartida con Argentina, instalada en el río Uruguay y administrada por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM). Con una potencia instalada de 1.890 MW, su embalse tiene muy escasa capacidad de regulación, por lo cual los aportes hídricos de las cuencas vertientes deben ser gestionados mediante la optimización del manejo del embalse. Esto conlleva a la necesidad de disponer de información hidrometeorológica en tiempo real, así como de pronósticos meteorológicos ajustados para alimentar los modelos de pronóstico operativo de caudales, disponibles para ambos países.

6.4.3 Aspectos de la gestión de riesgo relacionados con la generación hidroeléctrica

Si bien en Uruguay no existe regulación de alcance nacional y general en cuanto a la seguridad de las represas y centrales hidroeléctricas, obras civiles y equipos hidro-electromecánicos, actualmente se está trabajando en este sentido con asistencia técnica del Banco Mundial. En las represas hidroeléctricas estos aspectos son autoregulados por los operadores (UTE y CTM).

En la cuenca del río Negro se encuentra en operación un sistema de observaciones pluviométricas y limnimétricas de estaciones convencionales y telemedidas. El sistema fue instalado por UTE y es operado y mantenido también por la misma empresa, con la finalidad de optimizar la previsión de aportes a los embalses de generación y apoyar el alerta ante crecidas de las poblaciones ribereñas. Las tres represas del río Negro cuentan con sistemas de instrumentación y rutinas de inspección que permiten formular sistemáticas evaluaciones de su comportamiento. Paralelamente las obras son periódicamente auditadas por consultores externos que asesoran sobre la vigencia de sus condiciones de seguridad hídrico-estructural.

Las tres obras disponen además de planes de contingencia para actuar ante deficiencias de carácter hídrico y/o estructural. Actualmente se están completando los respectivos modelos de rotura y mapas de inundación para responder en caso de emergencias que impliquen la rotura parcial o total de una o más obras del sistema de embalses. Los análisis conducidos hasta el presente, en las sucesivas reevaluaciones de seguridad hidrológica, muestran que las tres represas y centrales del río Negro son capaces de laminar sin desbordamiento crecidas de recurrencia hasta decamilenaria, en cada una de ellas.

Además, se realizan controles sistemáticos de parámetros físico-químicos y biológicos en los embalses, que permiten monitorear la calidad de agua y verificar el avance de los procesos de eutrofización de los respectivos cuerpos de agua. Dos seguimientos especiales se han venido efectuando, relativos a la medición de la toxicidad por presencia de algas y a la presencia de moluscos invasores como la especie del mejillón dorado.

La represa de Salto Grande y su central hidroeléctrica cuentan, como las del río Negro, con un completo sistema de instrumentación y vigilancia de la seguridad, además de una actualizada red de alerta

hidrometeorológica ante crecidas y operación de su embalse. Es particularmente destacable la red de telemedición instalada en la denominada cuenca inmediata del embalse.

Del mismo modo también aquí se han establecido estudios de escenarios de emergencia incluyendo la rotura de la presa y combinaciones posibles de situaciones críticas en las presas situadas aguas arriba en las cuencas media y alta del río Uruguay.

6.4.4 Impacto de la variabilidad climática en la generación hidroeléctrica

La variabilidad climática implica una necesidad creciente de mejora en la modelación hidráulica (hidrológica-hidrodinámica) de eventos de precipitación y el tránsito de ondas de crecida en los embalses y hacia aguas abajo, previendo no solamente la optimización del uso del agua sino también mejorando los sistemas de alerta ante crecidas. Si bien la provisión y la obtención de información han tenido mejoras importantes (por la incorporación de redes de tele-medición y el acceso a datos de campo por Internet), resulta de utilidad la implementación de sistemas adicionales con cobertura nacional, como pueden ofrecer los sistemas de radares meteorológicos. La variabilidad climática contempla también la existencia de sequías pronunciadas, que comprometen el costo de abastecimiento de la demanda.

En este sentido, es fundamental avanzar en un pronóstico climático estacional que permita anticipar escenarios de déficit hídrico. Atendiendo a la necesidad de mitigar el impacto que tiene el déficit hidrológico en las cuentas públicas, en Uruguay se han desarrollado herramientas de corte financiero, como el seguro ante sequías que permite, junto a otras alternativas de contingencia, suavizar los máximos del costo de abastecimiento mediante el pago de una prima anual.

6.5 Agua para la industria

En 2014, el sector industrial en el Uruguay representó el 13,7 % del valor agregado del PIB. Se detalla en la Tabla 6.34 la distribución del mismo por tipo de industria.

Tabla 6.34. Valor agregado bruto (VAB) de Uruguay | Fuente: BCU

Rubro industria manufacturera	Valor Agregado Bruto 2014 (miles de pesos corrientes)	%
Elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco	83.097.968	50 %
Fabricación de madera y productos de madera, papel y productos del papel e imprentas	22.904.291	14 %
Fabricación de sustancias, productos químicos y productos de caucho y plástico	19.396.893	12 %
Fabricación de metálicas básicas, de maquinaria y equipo, metálica, eléctrica y de instrumentos de precisión	15.164.606	9 %
Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	6.938.070	4 %
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	5.782.315	4 %
Otras industrias manufactureras	5.475.883	3 %
Fabricación de productos textiles y prendas de vestir; curtido y adobo de pieles y cueros; productos de cuero y calzados	4.579.973	3 %
Fabricación de material de transporte	1.578.109	1 %
Total industrias manufactureras	164.918.107	100 %
TOTAL VAB	1.206.100.096	13,7 %

6.5.1 Uso industrial

El agua es un insumo clave en la mayoría de las industrias manufactureras, y las posibles fuentes son tomas de agua superficial, perforaciones para extracción de agua subterránea o agua de red de OSE. La elección de la fuente se basa en evaluaciones de disponibilidad y en razones económicas.

Los principales usos del agua en la industria son:

- transmisión de calor o refrigeración, uso que emplea la mayor cantidad de agua (generalmente del orden del 80 %)
- producción de vapor para calor o generación de energía
- materia prima, en aquellos casos en que el agua se incorpora al producto final, como en producción de bebidas, industria farmacéutica, industria alimenticia en general, o en los casos en que constituye un medio adecuado para ciertas reacciones químicas o como solvente en procesos productivos
- sanitario y de limpieza de las instalaciones

Tabla 6.35. Cantidad de registros de aprovechamiento de agua para uso industrial según destino y con volumen autorizado al 2015 | Fuente: DINAGUA

Destino de uso de agua industrial	Cantidad	%	Suma de Vol. Aut. (m ³)	%
Total Embalses	18	3,3	2.755.052	0,71
Alimentos y bebidas	2	0,4	329.722	0,09
Otros	1	0,2	488.139	0,13
Otros (industria)	14	2,6	1.937.191	0,50
Total pozos	471	86,6	17.170.800	4,45
Alimentos y bebidas	146	26,8	6.675.924	1,73
Envasado de agua	94	17,3	2.825.069	0,73
Forestal	9	1,7	611.880	0,16
Generación de energía	15	2,8	804.384	0,21
Otros	14	2,6	2.689.210	0,07
Otros (industria)	164	30,1	5.272.475	1,37
Química	28	5,1	695.578	0,18
Tambo	1	0,2	17.280	0,00
Total tomas	52	9,6	366.311.934	94,84
Alimentos y bebidas	16	2,9	12.716.300	3,29
Forestal	8	1,5	112.662.600	29,17
Generación de energía	5	0,9	226.070.214	58,53
Minería	1	0,2	73.500	0,02
Otros (industria)	22	4,0	14.789.320	3,83
Total general	544	100	386.251.640	100

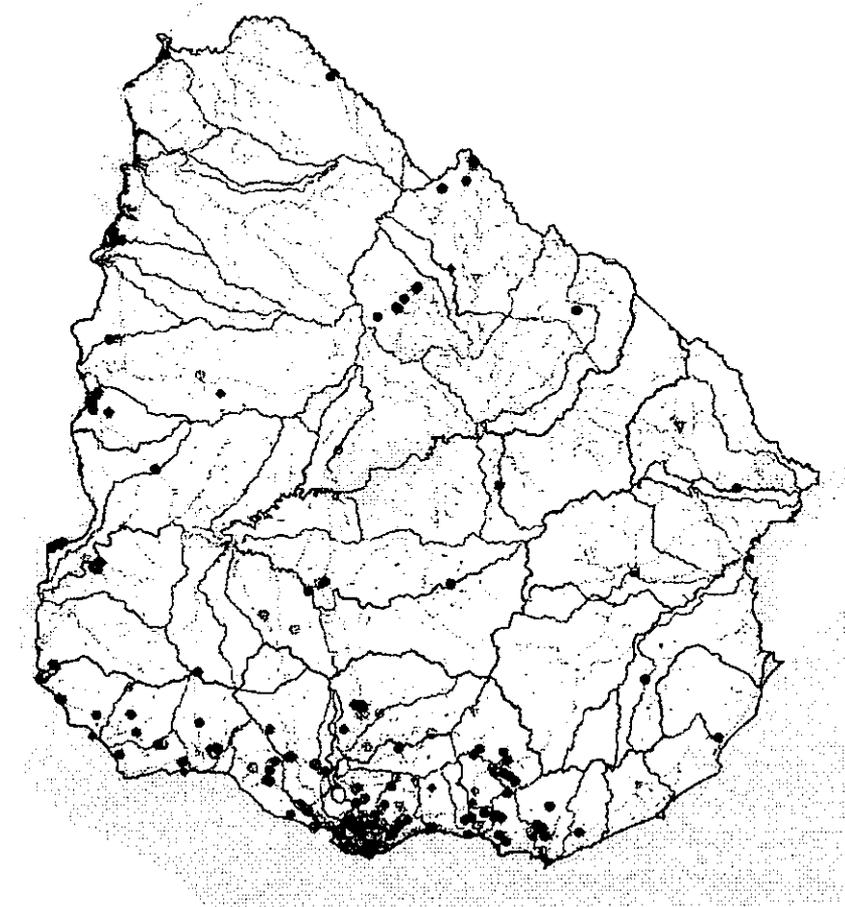
A efectos de ilustrar el origen y cantidades de agua utilizadas por la industria, se analizan los derechos de uso solicitados a la DINAGUA con este fin. El registro cuenta con 544 aprovechamientos de agua para uso industrial. El 30 % es para fabricación de alimentos y bebidas, el 17 % para envasado de agua. La mayor

cantidad de aprovechamientos industriales se realiza con agua subterránea, a través de 471 perforaciones. Sin embargo, la mayor cantidad de agua se extrae mediante toma directa, por grandes consumidores, como las plantas de celulosa o las centrales de energía térmica, que deben tramitar la autorización de derecho de aprovechamiento de agua y en el caso que superen los 500 l/s también la Autorización Ambiental Previa. (Ver tTabla 6.35 y Figura 6.42 y Figura 6. 43)

No se prevé que la demanda de agua para el sector industrial aumente considerablemente en forma generalizada, aunque sí podrán darse casos particulares o nuevos emprendimientos.

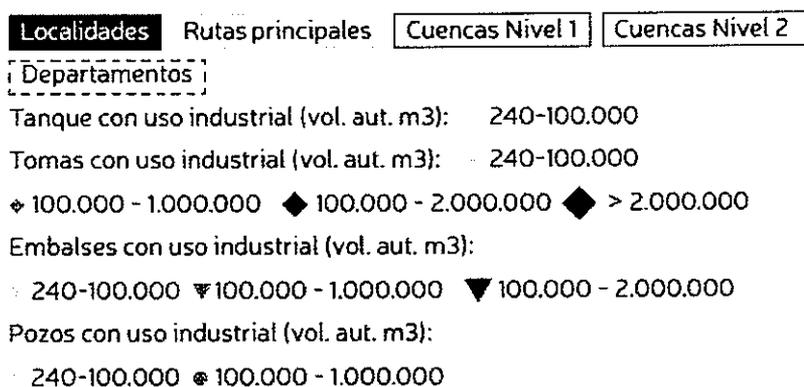
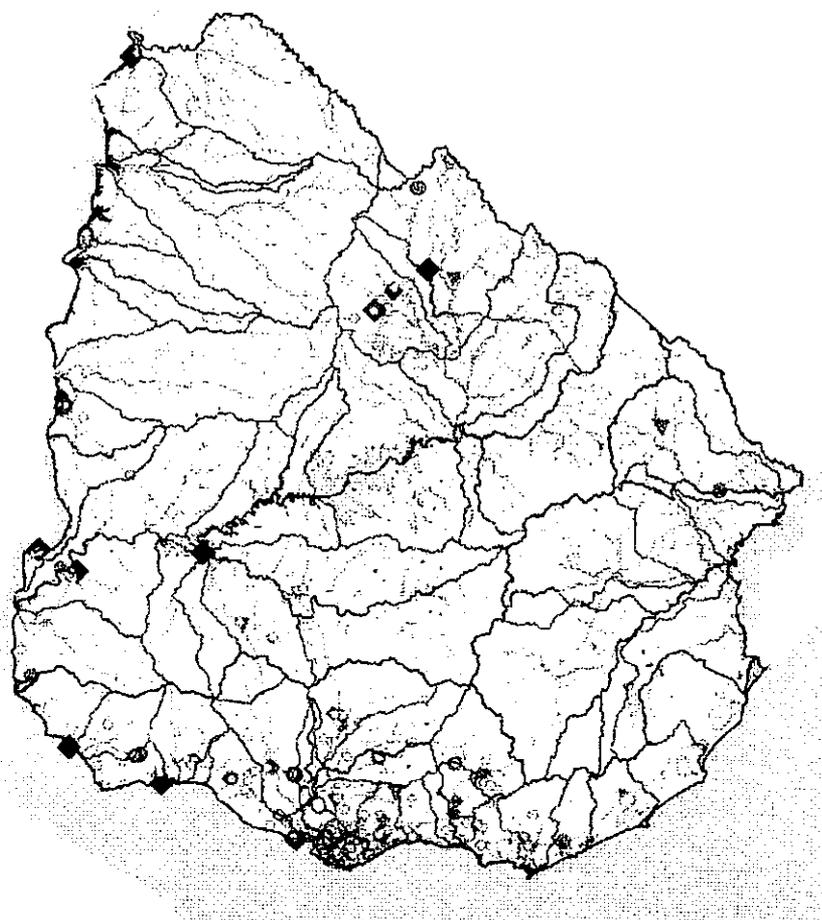
Dentro de las políticas de desarrollo industrial sostenible del MIEM está la promoción del uso eficiente del agua. Este criterio, junto con el uso eficiente de energía y materias primas y la disminución de la generación de residuos y emisiones, forma parte de los conceptos que mejoran la competitividad industrial conjuntamente con el desempeño ambiental.

Figura 6.42. Obras registradas en DINAGUA para uso industrial del agua según ramo



- Localidades
- Rutas principales
- Cuencas Nivel 1
- Cuencas Nivel 2
- Departamentos
- Embalses con uso industrial: ▾ Alimentos y bebidas
- ▾ Otros (Industria) ▾ Forestal
- Tanques con uso industrial: ▣ Otros (Industria)
- Química
- Tomas con uso industrial: ◆ Alimentos y bebidas ◆ Forestal
- ◆ Generación de energía ◆ Minería ◆ Otros
- Pozos con uso industrial:
- Alimentos y bebidas ● Envasado de agua ● Forestal
- Generación de energía ● Otros ● Otros (agropecuario) ● Química
- Tambo

Figura 6. 43. Obras registradas en DINAGUA para uso industrial según tipo de obra y por volumen autorizado



6.5.2 Efluentes industriales

Los efluentes industriales son considerados fuentes puntuales de contaminación que deben ser tratados previamente al vertido final para mitigar la descarga de contaminación. Los vertidos pueden contener sólidos, materia orgánica, contaminantes químicos, metales, grasas, etc., en diferentes concentraciones, dependiendo del tipo de actividad, la tecnología de producción y de tratamiento del efluente. El volumen anual de efluentes líquidos vertido es un indicador relevante al momento de evaluar la potencial afectación al ambiente (MVOTMA-DINAMA, 2014). En base a éste se calculan las cargas de los contaminantes a

evaluar en conjunto con la naturaleza del contaminante vertido y las características de los cuerpos de agua que recibe la descarga.

El Decreto Nº 253 del año 1979 y modificativos definen los requisitos de vertido que deben cumplir los efluentes previo a su disposición final y las autorizaciones de Desagüe Industrial (SADI) que deben tramitar ante el MVOTMA las empresas que generan efluentes líquidos.

Hay 585 emprendimientos registrados que han presentado la SADI en DINAMA por el vertido de sus efluentes líquidos (Tabla 6.36). Entre ellos se encuentran además de las industrias manufactureras, las plantas de tratamiento de efluentes urbanos de OSE.

El 82 % de los emprendimientos se ubica en la Cuenca del Río de la Plata y su frente marítimo.

Tabla 6.36. Emprendimientos registrados que han presentado la SAD o SADI por región hidrográfica. Empresas activas al 2014. Fuente: DINAMA

Emprendimientos con efluentes	Laguna Merín	Río de la Plata y frente marítimo	Río Uruguay	Total
Actividades de impresión y reproducción de grabaciones		3		3
Actividades de saneamiento y otros servicios de gestión de desechos		2		2
Alcantarillado	3	22	8	33
Comercio		19		19
Depósito y actividades de transporte complementarias		4		4
Elaboración de bebidas		20	8	28
Elaboración de productos alimenticios	7	184	46	237
Elaboración de productos de tabaco		1	2	3
Explotación de otras minas y canteras		3		3
Extracción de minerales metalíferos		1	1	2
Fabricación de coque y de productos de refinación del petróleo		1		1
Fabricación de cueros y productos conexos	1	45	3	49
Fabricación de metales comunes		5		5
Fabricación de otros productos minerales no metálicos		5		5
Fabricación de papel y de los productos de papel		9	2	11
Fabricación de productos de caucho y plástico		14		14
Fabricación de productos derivados del metal		15		15
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos		12		12
Fabricación de productos textiles		11	2	13
Fabricación de sustancias y productos químicos		56	4	62
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques		3		3
Producción agropecuaria, caza y actividades de servicios conexas		19	2	21
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles		1	5	6
Recolección, tratamiento y eliminación de desechos, recuperación de materiales	3	15	5	23
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado		8	2	10
Transporte por vía terrestre		1		1
Total general	14	481	90	585

En las siguientes figuras se presenta el volumen anual industrial vertido y la concentración de fósforo (DBO₅) por cuenca hidrográfica para el año 2011. También se expone la concentración de DBO₅ vertido según rubro industrial. A efectos de relacionar las autorizaciones de uso de agua para el sector industrial con los vertidos correspondientes, se presenta el mapa de ubicación de las tomas de agua registradas. Sería necesario articular ambas bases y que se tomen en cuenta para la gestión la cantidad y calidad del agua tanto de las salidas como de las entradas en el sistema. Ver Figura 6.44 y Figura 6.45.

Figura 6.44. Toneladas de DBO₅ vertidas en 2010 por rubro industrial | Fuente: DINAMA, 2014

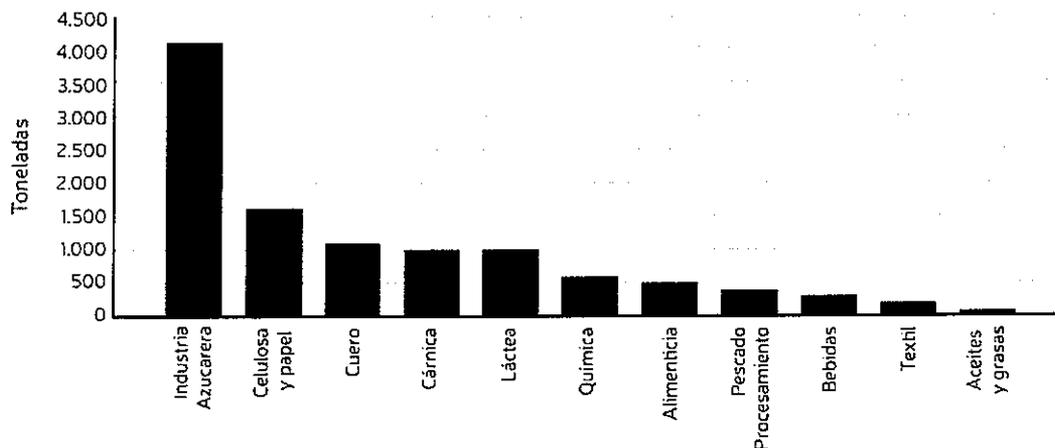
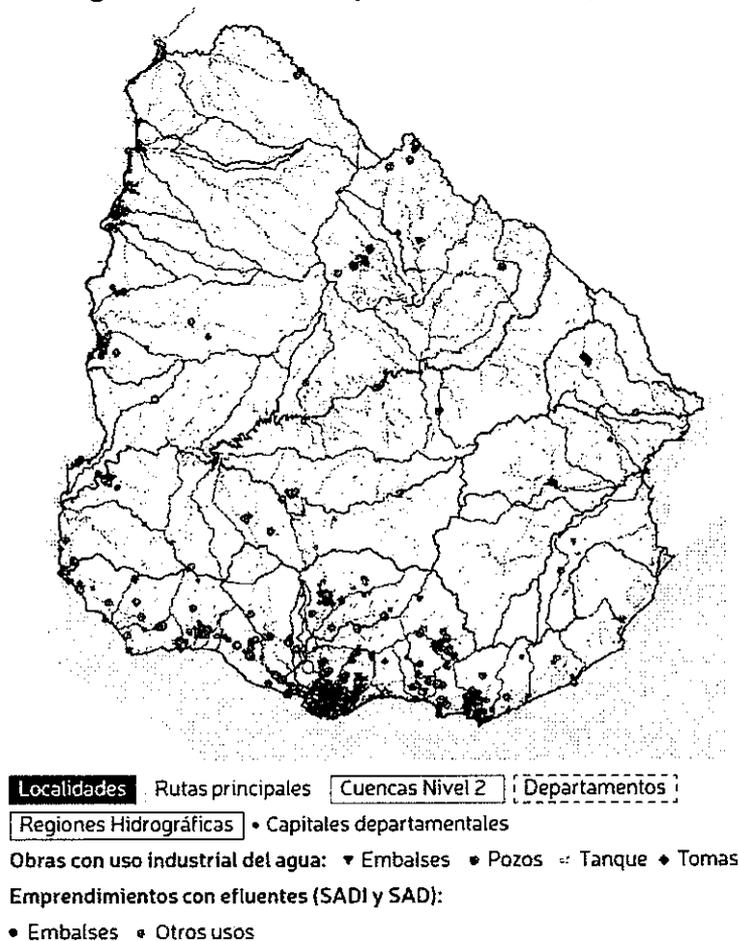


Figura 6.45. Emprendimientos registrados en DINAGUA con uso industrial del agua y emprendimientos con efluentes registrados en DINAMA | Fuente: DINAGUA y DINAMA 2014



6.6 Navegación

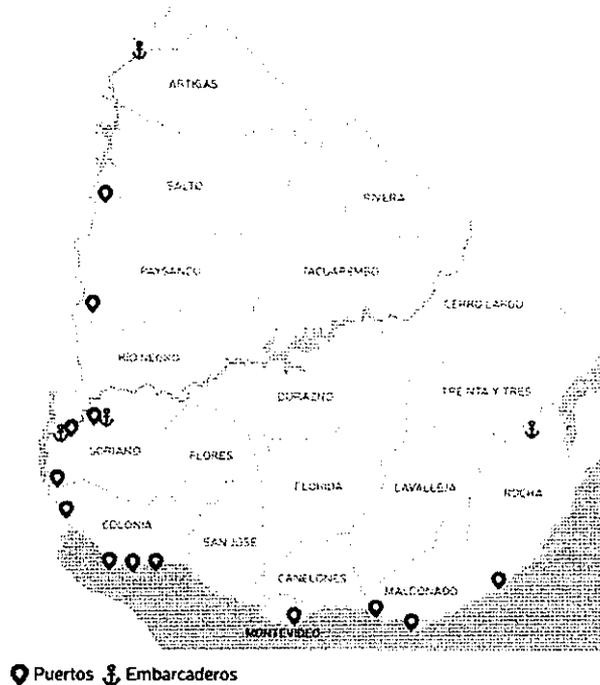
El incremento productivo de los diferentes bienes que se ha dado sostenidamente en la última década ha contribuido a la saturación de las redes terrestres de transporte de la región. Esto ha llevado a que los gobiernos empiecen a considerar como una alternativa económicamente eficiente y ambientalmente sustentable al transporte fluvial y marítimo, tanto de cabotaje como entre los países de la Cuenca del Plata. El transporte fluvio-marítimo presenta indudables ventajas económicas y ambientales sobre el resto de los modos de transporte, en particular sobre el transporte carretero por camión. Estas ventajas derivan de un menor costo energético por tonelada kilómetro transportada, una menor emisión de contaminantes a la atmósfera (en particular CO₂, principal responsable del cambio climático) y una disminución de pérdidas de vidas y accidentados graves por cada unidad de carga que se derive del modo carretero al modo acuático. Por otro lado, el incremento de la navegación también altera los sistemas acuáticos y puede afectar la calidad del agua, en tal sentido habrá que legislar y controlar las potenciales alternaciones derivadas de esta actividad.

Existen tendencias incipientes hacia este cambio de modo, aún muy débiles desde el punto de vista estadístico, pero que nos permiten afirmar que en el horizonte de mediano plazo el transporte de productos vía navegación de cabotaje y la navegación entre países de la región, integrantes de la Cuenca del Plata, tendrán altas tasas de crecimiento.

A través de los pasos de frontera terrestre, Uruguay intercambia con sus países vecinos una cifra del orden de los 3 millones de toneladas anuales (1.337.138 de toneladas con Argentina y 1.551.723 de toneladas con Brasil).

La habilitación, administración, mantenimiento y desarrollo de las vías navegables del país y de las hidrovías regionales que integra son responsabilidad de la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH – MTOP). También es competencia de dicha dirección nacional, la regulación y planificación portuaria del país y la administración, mantenimiento y desarrollo de los puertos e instalaciones portuarias que se encuentran bajo su jurisdicción. El Decreto Nº 412/992 que reglamenta la Ley de Puertos Nº 16.246 de 8 de abril de 1992 y sus modificativas posteriores establecen la competencia en materia de puertos, asignando responsabilidades al MTOP y a la Administración Nacional de Puertos (ANP). Figura 6.46.

Figura 6.46. Puertos y vías navegables o flotables del Uruguay | Fuente: MTOP-DNH



Las tres hidrovías, Paraná - Paraguay, Uruguay - Brasil y la del río Uruguay, son de carácter estratégico para el país. El interés se debe a la ubicación que tiene el país como centro logístico regional, con sus ventajas geopolíticas y de legislación: la Ley de Puertos que establece la figura de puertos libres, la Ley de Zonas Francas y la Ley de Incentivos a la Inversión, que permiten vender servicios logísticos a la región como el transporte, almacenamiento, manipulación, seguros, etc. Los ingresos por servicios logísticos están en el orden de los 1.000 millones de dólares al año, más de la mitad de los contenedores del puerto de Montevideo y el 60 % de la carga movilizada en Nueva Palmira.

6.6.1 Hidrovía Paraguay-Paraná

La navegación en la hidrovía Paraguay-Paraná, a pesar de los problemas institucionales generados por las distintas administraciones competentes en el río, es una realidad creciente y sus canales de llegada al Río de la Plata (canal Mitre en Argentina y canal Martín García, de administración binacional uruguaya-argentina) son elementos claves para el eficiente desarrollo del transporte fluvio-marítimo. Para ilustrar la importancia de la hidrovía basta referir que en el año 1988 el tráfico de mercadería por la misma era inferior al millón de toneladas y actualmente supera los 20 millones de toneladas.

Los puertos de importancia asentados en costas uruguayas para esta hidrovía son el puerto de Nueva Palmira y el puerto de Montevideo. El puerto de Nueva Palmira tiene una ubicación estratégica por ser el último punto de destino final de los trenes de barcasas y lugar de trasbordo hacia barcos de ultramar. Tiene acceso desde el Río de la Plata por el canal Martín García con calado de 32 pies (9.75 m). De las 11 millones de toneladas que moviliza, 6 millones corresponden a trasbordos de cargas regionales y 5 millones a carga uruguaya (4 millones de cereales y un millón de celulosa).

El puerto de Montevideo se ubica en la zona este de la bahía de Montevideo, con una superficie terrestre de 110 ha de difícil ampliación porque se encuentra rodeado por la ciudad. Tiene una longitud de muelles de 4.100 metros, con profundidades operativas de 10,5 m. Actualmente está en construcción un nuevo muelle (Muelle C) que agregará unos 330 m a una profundidad que puede llegar a los 14 m, al igual que el muelle de la terminal especializada en contenedores, bajo concesión de la empresa Terminal Cuenca del Plata. Los proyectos tendientes a aumentar la superficie terrestre ganan tierra a la bahía, de esta manera el Muelle C incorporará 23 ha, el Acceso Norte (recién construido) agrega 13 ha y la terminal para pesqueros que se construye en la zona de Capurro (al noroeste) incorporará 5 ha. El canal de acceso a Montevideo tiene una longitud de 42 km, dragado a 11 m y un muy buen estado. Para mantener estas profundidades se estiman las necesidades de dragado entre 10 y 12 millones de m³/año.

6.6.2 Hidrovía Uruguay-Brasil

La hidrovía Uruguay-Brasil está conformada por la laguna Merín, la laguna de los Patos y sus afluentes. En el caso de Uruguay, éstos son los ríos Cebollatí, Tacuarí y Yaguarón. La zona noreste del Uruguay es la más relegada en cuanto a infraestructuras de transporte. La laguna Merín ha funcionado más como una barrera que como una conexión entre Uruguay y Brasil. Actualmente, un exportador de grano de Treinta y Tres o de Cerro Largo debe absorber el costo de atravesar todo el país con su producción hasta llegar al puerto de Nueva Palmira. Hoy en día existen dos proyectos de puertos de inversión privada con autorizaciones ambientales y técnico-administrativas aprobadas: uno en la desembocadura del río Tacuarí y otro en la localidad de La Charqueada, sobre el río Cebollatí, departamento de Treinta y Tres. También la ANP está analizando posibilidades de emplazamiento en la zona. Por otra parte, las nuevas plantas de cemento portland, con vocación exportadora al Brasil, tendrían en el modo fluvial una alternativa de transporte más eficiente.

6.6.3 Hidrovía del río Uruguay

Desde 1979, año de inauguración de la represa de Salto Grande, el régimen del río está condicionado por las necesidades energéticas y la consiguiente regulación de vertidos, más que por la hidrología natural. Las crecientes se han moderado en sus picos y no se registran períodos en los cuales Fray Bentos o Nueva Palmira hayan salido de operación por quedar sumergidos. Difícilmente estos fenómenos podrían asignarse al cambio climático cuando hay una gestión del hombre en la regulación de caudales tan significativa y constante.

El Río de la Plata, por su parte, parece ajeno a este fenómeno en lo que hace a sus condiciones de navegabilidad, ya que los aportes de sus afluentes son bastante constantes. Los problemas registrados dependen de la mayor o menor eficiencia en los dragados de las vías navegables, en general todas a profundidades artificiales y construidas por el hombre. La marea no supera en general el metro y los fenómenos de bajantes extremas afectan a los pescadores artesanales o a los deportistas, pero no así a la navegación comercial.

La CARU (Comisión Administradora del Río Uruguay) a instancias de los Presidentes de ambos países en 2010, encarga los estudios para el balizamiento y dragado del río Uruguay hasta Concepción del Uruguay a una profundidad de 25 pies (7,6 m). En 2013 se entregan dichos estudios, donde se plantea un costo del dragado inicial de unos 28 millones de dólares y un mantenimiento anual del orden de los 8 millones de dólares. En 2014 se acuerda el inicio del proceso de obras correspondientes. A la fecha se culminó la apertura del Canal Casas Blancas, y el dragado de dos pasos de fondos duros, previendo su culminación en el presente año.

Por otra parte se crea en 2010 el Comité Binacional Hidrovía del Río Uruguay. Este comité formado por ambos gobiernos ribereños procura, entre otros objetivos fomentar la navegación del río Uruguay hasta Concepción y Paysandú, y en menor medida hasta Salto. Este proceso de creación institucional de la hidrovía se asocia a la mejora de las infraestructuras que se vienen ejecutando mediante la inversión de capitales privados y públicos de ambos países. Los puertos de Montevideo, Nueva Palmira y Fray Bentos en Uruguay, así como Concepción del Uruguay en Argentina están en un proceso de ampliación de sus capacidades, tanto a muelle como en tierra, y los canales de navegación serán dragados de manera de permitir la navegación de barcos de hasta 10 m de calado, lo cual habilita a transportar una cifra del orden de las 40.000 toneladas por viaje.

6.6.4 Infraestructura portuaria

La Dirección Nacional de Hidrografía, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, tiene como cometidos la regulación y planificación portuaria del país y la administración, mantenimiento y desarrollo de los puertos e instalaciones portuarias turísticas y deportivas de Nueva Palmira, Carmelo, Colonia, Riachuelo, Juan Lacaze, Piriápolis, Punta del Este y La Paloma; además de la habilitación, administración, mantenimiento y desarrollo de las vías navegables del país y de las hidrovías regionales.

A la Administración Nacional de Puertos (ANP) le compete la administración, conservación y desarrollo de los puertos públicos de Montevideo, Nueva Palmira, Colonia, Juan Lacaze, Fray Bentos, Paysandú y Salto.

Puerto de Montevideo

Con excepción de la terminal de hidrocarburos, ubicada al norte de la bahía, las actuales instalaciones portuarias se encuentran en la costa este de la bahía de Montevideo. Sin embargo, existen proyectos de nuevos desarrollos a ubicarse sobre los lados norte y oeste. La superficie acuática del puerto se divide en tres dársenas (Dársena Fluvial, Dársena I y Dársena II). La superficie terrestre es de aproximadamente 110 ha, mayormente dedicada a operaciones. Actualmente, hay proyectos en curso para continuar ampliándola.

La Terminal Cuenca del Plata (TCP) de Montevideo es una instalación destinada a la operación de contenedores. Está conectada a la red ferroviaria nacional.

Puerto de Nueva Palmira

Comprende en su conjunto el puerto administrado por la ANP, la terminal y puerto privado de Corporación Navíos SA, ubicado inmediatamente adyacente aguas abajo, y las instalaciones de Frigofrut, ubicadas al norte, ambos actuando bajo igual régimen que la Zona Franca de Nueva Palmira. El recinto portuario posee silos para almacenaje de graneles agrícolas con una capacidad global en el orden de las 72.000 T.

Puerto de Colonia

Es el puerto con mayor movimiento de pasajeros y vehículos del país. Conecta con frecuencias diarias las ciudades de Colonia del Sacramento y Buenos Aires, capital de la República Argentina.

Puerto de Juan Lacaze

El puerto de Juan Lacaze, o Puerto Sauce, atiende actualmente al negocio vinculado con el MERCOSUR, prestando servicio a buques de pasajeros, los que a su vez transportan mercaderías estibadas en vehículos de carga. Brinda servicio a buques graneleros e interviene en el tránsito fluvial de combustibles. Cuenta con instalaciones de puerto deportivo.

Puerto de Fray Bentos

El puerto de Fray Bentos se ubica a 92 km de Nueva Palmira (Km 0 de la hidrovía Paraná-Paraguay) y a 385 km o 560 km de Montevideo, dependiendo si se utiliza el canal Martín García o el canal Paraná Mitre. Dos ramales ferroviarios, que transitan por las zonas de producción forestal, llegan hasta el extremo de sus muelles. Asimismo, cuenta con servicios regulares de transporte de pasajeros por carretera.

Puerto de Paysandú

Está ubicado en la ciudad de Paysandú, aguas abajo del puente internacional Paysandú-Colón. En el muelle de cabotaje hay toma de agua potable y suministros de energía eléctrica. Si bien estudios realizados indican que la onda de marea oceánica llega hasta el puerto, actualmente, al igual que el puerto de Salto, la altura del nivel del agua depende del volumen que evacúa la represa hidroeléctrica de Salto Grande.

Puerto de Salto

Se ubica en la ciudad de Salto, 13 kilómetros aguas abajo de la represa hidroeléctrica de Salto Grande.

6.7 Pesca y acuicultura

La puesta en marcha del sector pesquero industrial tuvo como componente fundamental la explotación de "especies tradicionales"⁸⁰ seleccionadas de acuerdo a su biomasa y disponibilidad, entre otros aspectos, y a una paulatina diversificación ampliando el número de especies capturadas y productos elaborados.

El incremento en el ingreso de divisas respondió a la explotación de nuevos recursos (cangrejo rojo, merluza negra, grandes pelágicos, etc.) y al mayor valor agregado de los productos finales derivados de las especies tradicionales (filetes, empanados, preparaciones y conservas de pescado). El sector pesquero uruguayo registró en el año 2014 una captura de 64.843 T, lo que representó un ingreso de exportaciones de 153 millones de dólares. De éstas, 55.446 T son captura de tipo industrial. La distribución, según las distintas especies capturadas, fue la siguiente: merluza 42 %, corvina 23 %, pescadilla 6 % y sábalo 5 %. Más del 80 % de las capturas se destinó a la exportación.

Como consecuencia de las políticas de desarrollo y del escaso consumo interno de productos de la pesca, la industria pesquera uruguaya se ha caracterizado por estar fundamentalmente dirigida a los mercados de exportación. Las normas que regulan las actividades de la pesca y caza acuática en la zona marítima provienen de la Ley de Pesca⁸¹ del año 1969. La actualización e integración de componentes ambientales, de participación y la integración de nuevos sectores se establecieron en la nueva Ley de Pesca Responsable y Fomento de la Acuicultura⁸² en 2013. Durante todo este proceso, la participación del Estado se hizo efectiva a través del Instituto Nacional de Pesca (INAPE), actualmente Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA). La misma, además de las competencias en políticas sectoriales, aborda la investigación en ciencias de la pesca, así como el desarrollo de tecnología para asegurar y certificar sanitariamente la exportación de los productos pesqueros a los mercados internacionales. Muchos de los recursos pesqueros se extienden más allá de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) uruguaya, por lo que se establecieron tratados internacionales⁸³ que abordan el manejo conjunto de los recursos acuáticos con Argentina y Brasil.

Algo similar ocurre en los cursos de agua fronterizos. A partir del Tratado de Límites del río Uruguay se crean la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), que también realiza investigación sobre la fauna ictícola y establece normas de administración de los recursos pesqueros a nivel binacional con Argentina; y comisiones binacionales con Brasil en el río Cuareim, con la Comisión del Río Cuareim (CRC). En la laguna Merín se estableció la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín (CLM).

Con la firma de la Declaración de Roma, en 1999, Uruguay reafirmó su adhesión a la aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995), entre cuyos objetivos se encuentra establecer principios y criterios para elaborar políticas encaminadas a la conservación de los recursos pesqueros y a la ordenación y desarrollo de la pesca en forma responsable. El manejo de un recurso pesquero es un proceso complejo que requiere la integración de su biología y ecología con factores socio-económicos e

⁸⁰ Las especies tradicionales son: merluza (*Merluccius hubbsi*) entre los recursos de altura; corvina (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) entre los costeros; el sábalo (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*) y tararira (*Hoplias malabaricus/H. lacerdae*) entre los recursos continentales; y el camarón (*Farfantepenaeus paulensis*) en las lagunas costeras (Jose Ignacio, Rocha y Castillos).

⁸¹ Ley Nº 13.833 de diciembre de 1969, complementada en su reglamentación por el Decreto Nº 149/997.

⁸² Ley Nº 19.175 de diciembre de 2013.

⁸³ El 19 de noviembre de 1973 fue firmado el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo entre los gobiernos de Argentina y Uruguay. En el mismo se establece la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) en que pueden operar indistintamente buques de Uruguay y Argentina, y la creación de las comisiones binacionales, la Comisión Administrador del Río de la Plata (CARP) y la Comisión Técnico Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) donde se realizan estudios para la conservación y preservación de los recursos vivos, establecen normas relativas a la explotación racional y se fijan volúmenes de captura por especie y distribución entre las partes.

institucionales, con repercusiones sobre sus usuarios y administradores. La administración de los recursos debe contemplar los diferentes intereses y asegurar la supervivencia y disponibilidad para las generaciones futuras.

La complejidad de equilibrar el desarrollo del sector industrial con la capacidad de carga del ecosistema obliga a optimizar los recursos destinados a la investigación y consecuentemente a coordinar actividades entre diferentes instituciones nacionales.⁸⁴ El objetivo es alcanzar el nivel óptimo de explotación que proporcione el mayor rendimiento posible de la pesquería a largo plazo.

6.7.1 Pesca industrial

El Plan de Desarrollo Pesquero estuvo orientado principalmente a la captura mediante arrastres de fondo por parte de la flota industrial, la que actualmente cuenta con alrededor de 60 barcos. Una de las pautas propuestas en la política pesquera de Uruguay durante este período estuvo dirigida a lograr la diversificación, mediante el uso de técnicas de pesca no convencionales (espineles, palangres de fondo, cercos, líneas verticales, etc).

Dicha diversificación se refirió tanto a las capturas como a los productos que de ella se obtenían a efectos de un aprovechamiento integral de recursos que se encontraban vírgenes, subexplotados o que formaban parte importante del descarte efectuado en pesquerías tradicionales. La política de diversificación redundó en un incremento en la producción y exportación, desarrollando pesquerías sobre una amplia variedad de especies de altura hasta bentónicas costeras, donde su fácil acceso y bajo costo operativo brindaron oportunidades laborales de corto plazo, así como en aguas internacionales, mediante flota industrial con especies como la merluza negra, túnidos, krill y otros crustáceos en aguas comprendidas en la región del Tratado Antártico.

6.7.2 Pesca artesanal

Este tipo de pesca conforma la gran mayoría de las pesquerías costeras, con capturas comparativamente más reducidas que las pesquerías industriales. Incluye la pesca artesanal de mejillón y de almeja al este de la costa del país (Maldonado y Rocha) y la pesca en ríos interiores y lagunas costeras (José Ignacio, Rocha y Castillos).

Existe una zonificación del territorio nacional sobre la cual se otorgan los permisos de pesca artesanal. La flota artesanal con permiso alcanza una cifra cercana a las 600 barcas, con una capacidad menor a los 10 TRB (Toneladas de Registro Bruto) e involucra un conjunto aproximado de 800 pescadores.

Las capturas del sector pesquero uruguayo artesanal en los últimos años han variado de 4.000 T a 7.000 T, representando del 7-12 % de la pesca total del país.

6.7.3 Acuicultura

Este sector en Uruguay ha experimentado un fuerte crecimiento desde las últimas décadas, con un incremento cercano al 8 % anual. Actualmente existen ocho emprendimientos aprobados por la DINARA

⁸⁴ Universidad de la República, Dirección Nacional de Medio Ambiente, DINAMA-MVOTMA, Dirección Nacional de Agua, DINAGUA-MVOTMA, Servicio Oceanográfico Hidrográfico y Meteorológico de la Armada, SOHMA-MDN; Agencia Nacional de Investigación e Innovación, ANII-MEC en el marco de acuerdos e investigaciones puntuales, o proyectos de mayor envergadura (ANII, PNUD, EcoPlata, etc.).

que cultivan varias especies de consumo, entre las exóticas: el esturión, la tilapia y la langosta de pinzas rojas, y entre las autóctonas: el sábalo (principal recurso comercial en agua dulce), el bagre negro, el pejerrey y la espirulina (micro alga).

La producción se ha desarrollado principalmente en los últimos 10 años, pasando de 13 T en 2004 a 200,5 T en 2014. En 2012 ocupó alrededor de 3 hectáreas y a partir de 2013 se ocupan cerca de 383 hectáreas al incluirse las represas para riego en el cultivo de sábalo.

La producción más relevante la constituye la carne de esturión pasando de producir 10 toneladas en 2004 a 190 toneladas en 2014 y el caviar que incrementó de 1 a 7 toneladas en el mismo período. Ambos productos acuícolas, de alto valor comercial, son los únicos que se exportan. Asimismo, se registran alrededor de 11 pisciculturas de peces ornamentales constituyendo una producción estimada en 250.000 peces por año, destinados principalmente al mercado interno. Los emprendimientos de mayor escala productiva utilizan por un lado agua proveniente de embalses hidroeléctricos, caso de los esturiones, abasteciéndose de los lagos de Baygorria y Rincón del Bonete para la etapa de engorde y de pozo semisurgente durante los primeros estadios de vida. El cultivo de sábalo utiliza agua de represas para riego durante el engorde mientras que para las primeras etapas se abastece con agua de lluvia y de pozo. Los emprendimientos de menor escala productiva utilizan generalmente agua de lluvia y de pozo semisurgente y eventualmente la derivación de un curso natural.

La Ley Nº 19.175 de Pesca Responsable y Fomento de la Acuicultura prevé, entre otras medidas, la posibilidad de que DINARA junto a otras autoridades competentes en la materia otorguen concesiones para explotación acuícola de cursos de agua, embalses, lagunas y mar.

La principal limitante para la producción acuícola en el país es el clima templado, restringiendo el número de especies posibles de cultivo y obligando a una selección de especies aptas y el conocimiento de su crecimiento a fin de evaluar el costo de producción y de su eventual posibilidad de inserción en el mercado. Por ello es que se realizan esfuerzos en desarrollar conocimiento biológico y sobre tecnologías de producción de algunas especies autóctonas marinas como lenguado, corvina y brótola con potencial acuícola y valor de mercado, así como en experimentar el mejoramiento genético del bagre negro (especie dulceacuícola) a fin de optimizar el crecimiento de la especie en cultivo. No obstante, también se estima el potencial de algunas especies exóticas cuando se presentan propuestas privadas. Se considera que el volumen de la producción acuícola en el corto término continuará creciendo, fundamentalmente por la producción de caviar, carne de esturión y sábalo. En relación a las otras especies se considera que deberá aguardarse un tiempo mayor para que se consoliden emprendimientos que produzcan carne de bagre y pejerrey. Los emprendimientos privados que existen actualmente producen juveniles de estas especies para siembra de cuerpos de agua con fines recreativos o de autoconsumo.

El cultivo de tilapia ha transitado por diversas etapas de ajuste tecnológico con éxito. Solo resta el comienzo de su producción a escala comercial.

6.8 Extracción de áridos en cursos de agua

En Uruguay los principales áridos extraídos de ambientes fluviales son arenas, gravas y piedras, que se utilizan mayormente en la industria de la construcción. Las operaciones de extracción de áridos de los cauces y planicies de inundación de los cursos de agua influyen en su morfología (modificando las secciones de los álveos). En ciertos casos la extracción de áridos es deseable para el hombre, ya que puede beneficiar

a la navegabilidad del curso, y en otros puede causar impactos negativos en el ambiente (régimen hidrológico y calidad del agua).

Los permisos de extracción de áridos están al amparo del artículo 96 de la Ley Nº 15.851 de 1986 que habilita al Estado a dar permiso de extracción de materiales en álveos de dominio público (océanos, arroyos y lagunas del país). Tanto el control y el otorgamiento de permisos para su extracción, así como el dominio de los álveos es competencia de la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Por otra parte, cuando corresponda se deberá tramitar una autorización ambiental previa según lo establecido en el Decreto Nº 349/005. Los permisos otorgados en todo el país son principalmente para la extracción de arena, siendo la cuenca del río Santa Lucía y en particular la desembocadura de este río la de mayor incremento de canteras de extracción de arena en los últimos años.

6.9 Turismo y recreación

El turismo es, a la vez que una manifestación del derecho humano al esparcimiento, al conocimiento y la cultura, un factor de desarrollo que ha aumentado su importancia a nivel mundial.

En el 2014, en el Uruguay este rubro representó el 7 % del PIB, el 17 % de las exportaciones totales y el 52 % de las exportaciones de servicios (Cuenta Satélite de Turismo, 2014). A este ingreso de divisas se debe sumar la contribución del turismo interno, que también dinamiza la economía de los destinos turísticos e impacta favorablemente en la economía nacional.

En nuestro país tanto el turismo receptivo como el interno son predominantemente estacionales, con fuerte dinámica en el primer y cuarto trimestre del año, en los que se desarrolla la temporada turística basada en el recurso playa y en los usos recreativos de los recursos hídricos.

Durante el 2014 el país recibió 2.810.651 visitantes, el 90 % de los cuales eligió destinos donde el uso recreativo del agua es un factor clave. El 30 % de los visitantes eligió a Montevideo como destino principal de viaje, el 17 % el litoral termal, el 10 % a Colonia y el 21 % los destinos costeros como Punta del Este, la costa de Rocha, Costa de Oro y Piriápolis. El gasto turístico de los visitantes no residentes en Uruguay ascendió a 2.617 millones de dólares (MINTUR, 2015). Frente a estas cifras del turismo receptivo, el turismo interno, con 886 millones de dólares, representó un 34 % del gasto turístico total.

La distribución por destinos y a lo largo del año, así como las actividades realizadas, permiten afirmar que el clima y los recursos hídricos son clave para la actividad turística en Uruguay. Los destinos que reciben la mayor cantidad de visitantes tienen en el uso recreativo del agua un atractivo central. La disponibilidad de aguas termales es uno de los factores que pueden explicar la distribución equilibrada de visitantes en el litoral termal a lo largo del año.

A su vez, en Montevideo, la importancia y diversidad de su oferta turística podrían explicar que el arribo de visitantes presenta un aumento relativamente leve en el verano; Montevideo ejerce todo el año su atracción de capital nacional y principal concentración urbana del país, pero tiene en su cadena de playas un importante atractivo turístico que es a la vez el espacio público más utilizado por sus habitantes en el verano.

Colonia también presenta una discreta variación en la cantidad de visitantes en la temporada estival; si bien es una ciudad costera y cuenta con playas en la ciudad y en el departamento, su principal atractivo —el

barrio histórico designado Patrimonio de la Humanidad— recibe un alto nivel de visitas durante todo el año.

Por su parte Punta del Este, la costa de Rocha, Costa de Oro y Piriápolis evidencian una marcada estacionalidad, explicada porque el principal atractivo radica en sus playas.

Ante la importancia clave que tienen los recursos hídricos para el turismo, se considera necesario mejorar y ampliar las capacidades de gestión interinstitucionales. El MVOTMA y los gobiernos departamentales colaboran en el control de las actividades con potenciales impactos negativos sobre los cuerpos de agua y en el monitoreo de la calidad del agua para usos recreativos. El MINTUR cuenta con la certificación Playa Natural Certificada que presenta un discreto nivel de adhesión por parte de los destinos locales. Se está conformando un grupo interinstitucional de Aguas Termales. En los aspectos de planificación, gestión e inversión, Punta del Este y la costa de Rocha se consideran los destinos que requieren mayor atención, dada la permanente presión de los emprendimientos inmobiliarios. Montevideo, Maldonado y Canelones están implementando ambiciosos proyectos de saneamiento. El sistema de saneamiento de Montevideo, las políticas ambientales implementadas y la certificación de playas ISO 14.001 permiten a la capital contar con playas y aguas seguras para su uso recreativo. La reciente renovación y reestructura del sistema de saneamiento de Maldonado, Punta del Este y Piriápolis aseguran para este destino turístico la calidad de sus principales playas. En Canelones, la implementación del plan de saneamiento y desagües de la Ciudad de la Costa resuelve serios problemas ambientales agudizados con el importante crecimiento de la población durante las décadas del ochenta y noventa y con los efectos del cambio climático. En Rocha, la ordenanza costera vigente desde 2003 y la aplicación de la Ley Nº 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible han comenzado a conducir los procesos de urbanización costera hacia objetivos de mejora de la calidad ambiental.

La expectativa de crecimiento general del turismo para los próximos 5 años es de entre el 10 % y el 15 %. Sin embargo hay que tener muy presente la desaceleración de la economía en nuestros dos principales mercados, Argentina y Brasil. Si bien la preponderancia de la estacionalidad y del turismo de sol y playa seguirá siendo relevante se están desarrollando alternativas. Entre las mismas, y en relación con los usos del agua, el Ministerio está promoviendo el turismo náutico y fluvial; vale precisar que este tipo de actividades no generan impactos significativos en las grandes tendencias del turismo.

Entre los desafíos prioritarios se encuentra la planificación del uso sostenible del agua para usos recreativos, y en especial la racionalización del uso de las aguas termales. A su vez, la planificación y el monitoreo de los procesos territoriales y ambientales en relación a los recursos hídricos requiere capacidades para afrontar las transformaciones y los desafíos de los proyectos de inversión y de transformación territorial. La inversión extranjera directa, clave para impulsar el desarrollo, ha sido alta en los últimos años (Uruguay XXI, CEPAL, 2014). Se trate de emprendimientos productivos o de infraestructura (plantas industriales, infraestructura energética, nuevos puertos o pequeños proyectos de gran impacto territorial como el puente sobre la laguna Garzón) será necesario implementar un monitoreo sistemático de sus impactos y beneficios, para asegurar la sostenibilidad del desarrollo.

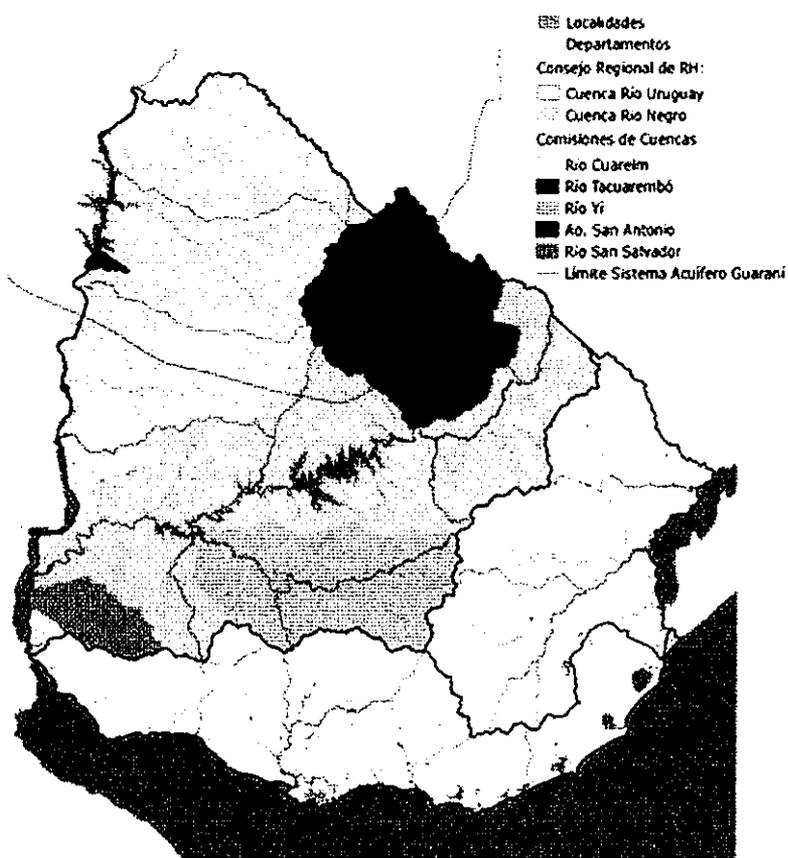
7. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROGRÁFICAS

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 Uruguay⁸⁵ 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). Recientemente, en octubre de 2016, se creó la Comisión de Cuenca del río San Salvador.

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



⁸⁵ Creado por el Decreto Reglamentario Nº 262/011 de la Ley Nº 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.⁸⁶ Las principales regiones agropecuarias y su superficie en porcentaje se pueden visualizar en la Tabla 7.37.

Tabla 7.37. Regiones agropecuarias y porcentaje de la superficie total para el Río Uruguay | Fuente: MGAP-DIEA, con base en el Censo Agropecuario 2011

REGION AGROPECUARIA	Porcentaje de la superficie total
Agrícola	9,9
Agrícola Ganadera	22,7
Agrícola Lechera	0,2
Total AGRICOLA	32,8
Arrocera	0,8
Arrocera con ganadería	6,7
Total ARROCERA	7,5
Ganadera con mejoramiento	37,5
Ganadera Lechera	0,04
Ovejera	5
Total GANADERA	42,5
Hortícola	0,2
Citricola	0,6
Total AGRICOLA INTENSIVA	0,8
Lechera Ganadera	0,3
Total LECHERA	0,3
Forestal	16,1
Total FORESTAL	16,1
TOTAL	100

La mitad de la forestación del país se concentra en esta región, ocupando principalmente los departamentos de Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo (centro-noreste) y Paysandú, Río Negro y Soriano (suroeste). La superficie agrícola se caracteriza por una región hortofrutícola (citricola, vitivinícola, y cultivos primor) en los departamentos de Paysandú, Salto, Artigas; una región cerealera (maíz, trigo, cebada, sorgo y soja) en el litoral y en los departamentos de Durazno, Florida y Flores; y una región arroceras en Tacuarembó, Rivera, Cerro Largo (centro noreste) y Artigas (norte).

⁸⁶ M. Achkar, A. Domínguez, F. Pesce, *Cuencas Hidrográficas del Uruguay.*, elaborado a partir de información de MGAP 2011, 2014.

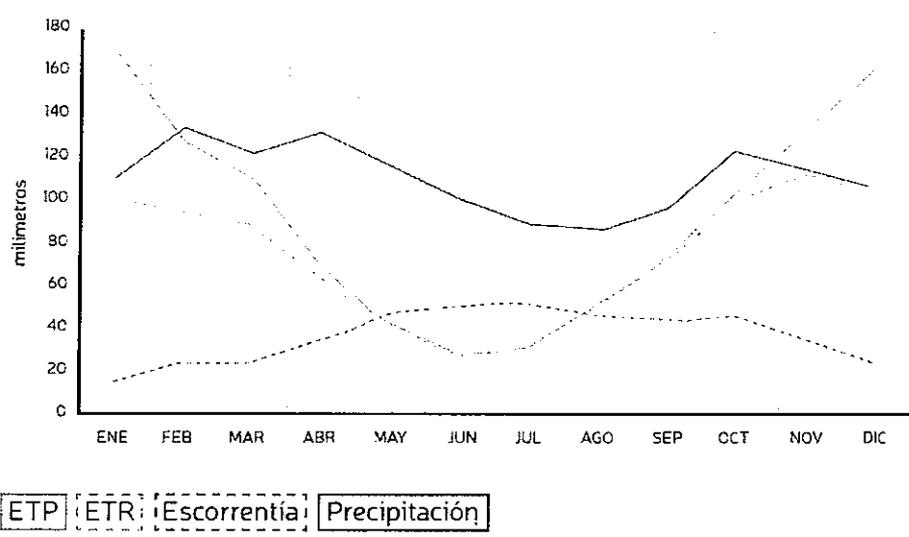
Esta región contiene el 90 % del potencial instalado para generación de energía eléctrica (represas hidroeléctricas de Salto Grande, Gabriel Terra, Baygorria y Constitución) y cuenta con emprendimientos mineros principalmente en los departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Paysandú, Cerro Largo y Durazno.

La región presenta ecosistemas con alta diversidad entre los que se destacan los Esteros de Farrapos e Islas del río Uruguay, ubicado sobre el litoral del río Uruguay, considerado sitio Ramsar. Predominan los ecosistemas de praderas 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 ecosistemas de praderas.

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).

Figura 7.2. Componentes del balance de la región hidrográfica del Río Uruguay



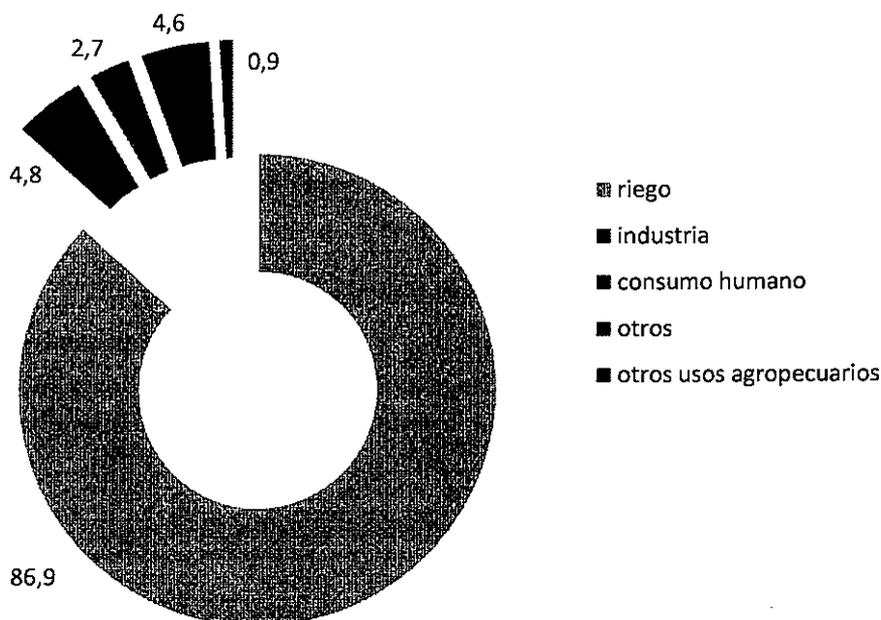
7.1.3 Características del uso de los recursos hídricos

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.⁸⁷

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.

⁸⁷ Sin considerar la generación hidroeléctrica, según datos de DINAGUA, 2015.

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



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.

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 Nº 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.

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.

Figura 7.4. Sistema Acuífero Guaraní

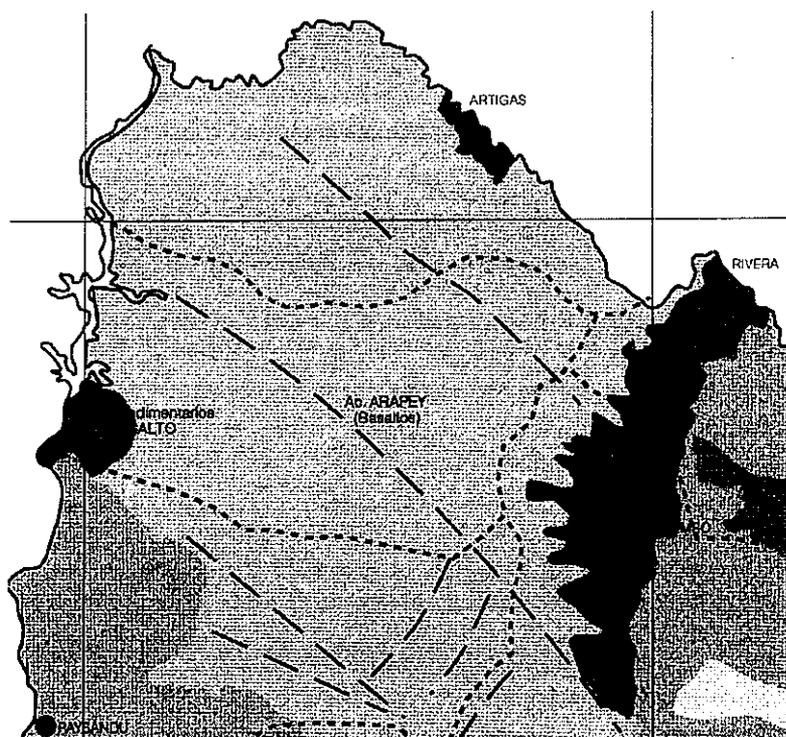


Su fracturación ha sido heredada del basamento cristalino y reactivada modernamente, luego de la extrusión volcánica del Cretácico. Esto le da al SAG una complejidad adicional, debido a la presencia de

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.

Figura 7.5. Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay | Fuente: DINAMIGE, 2009



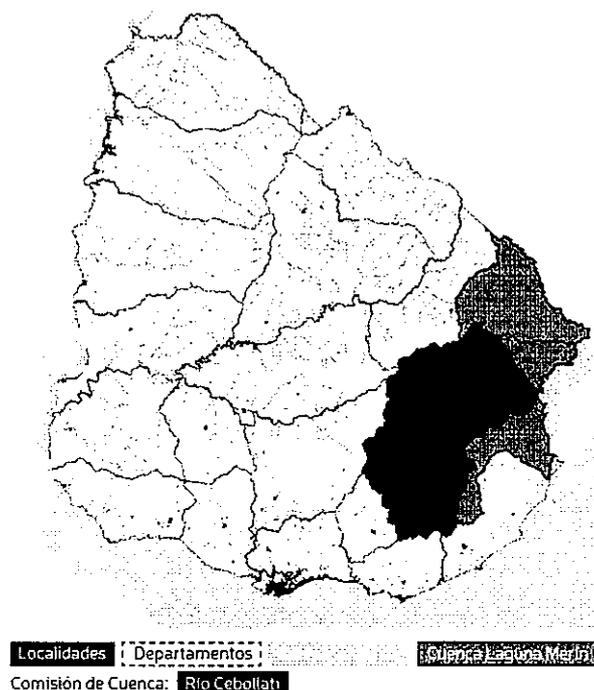
En su parte confinante el SAG se encuentra cubierto por capas basálticas volcánicas que alcanzan espesores entre 500 m y 1.000 m. El agua subterránea presenta condiciones de artesianismo (en algunos casos con surgencia natural) y tiene gran potencial geotérmico, con temperaturas de 38 °C a 49 °C. El 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.

7.2 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.

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



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 Merín⁸⁸ y en esa órbita se ha creado la Comisión de Cuenca del río Cebollatí.

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 arrocerá 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 7.11 se presenta el porcentaje de la superficie que ocupa cada una de las regiones agropecuarias.

⁸⁸ Creado por el Decreto Reglamentario N° 263/011 de la Ley N° 18.610.

Tabla 7.38. 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

REGION AGROPECUARIA	Porcentaje de la superficie total
Agrícola Ganadera	7,9
Total AGRICOLA	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

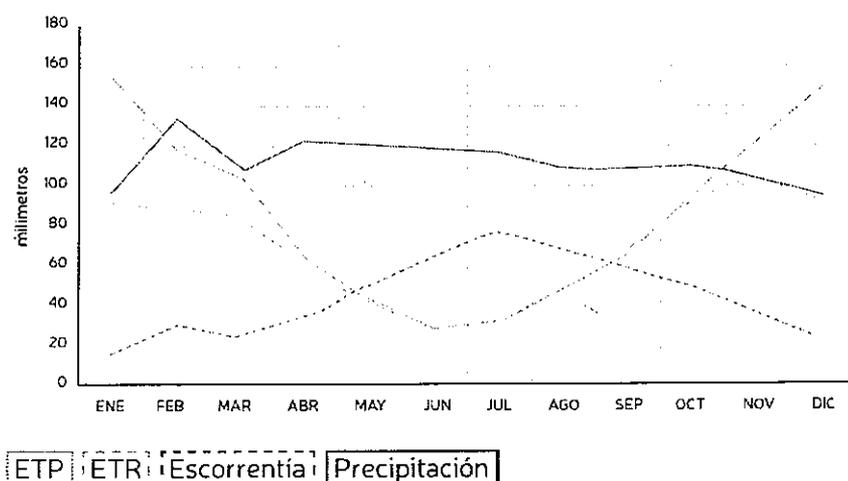
Esta cuenca presenta un importante porcentaje de suelos con prioridad forestal que aún no han sido explotados en su totalidad. Además, cuenta con emprendimientos mineros, principalmente en los departamentos de Treinta y Tres, Rocha y Lavalleja.

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.

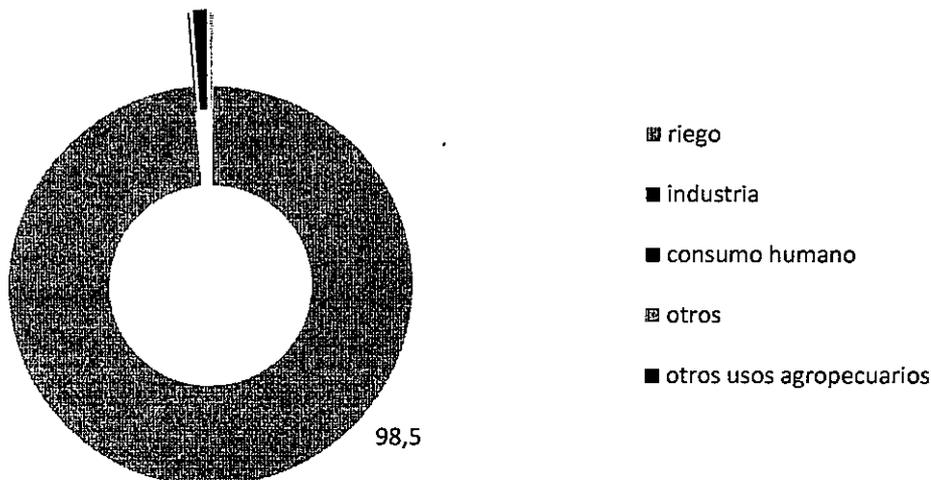
Figura 7.8. Componentes del balance de la región hidrográfica de la laguna Merín



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.

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



En la casi totalidad de la región, tanto los volúmenes de agua embalsados por unidad de área como 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.

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 dónde 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.

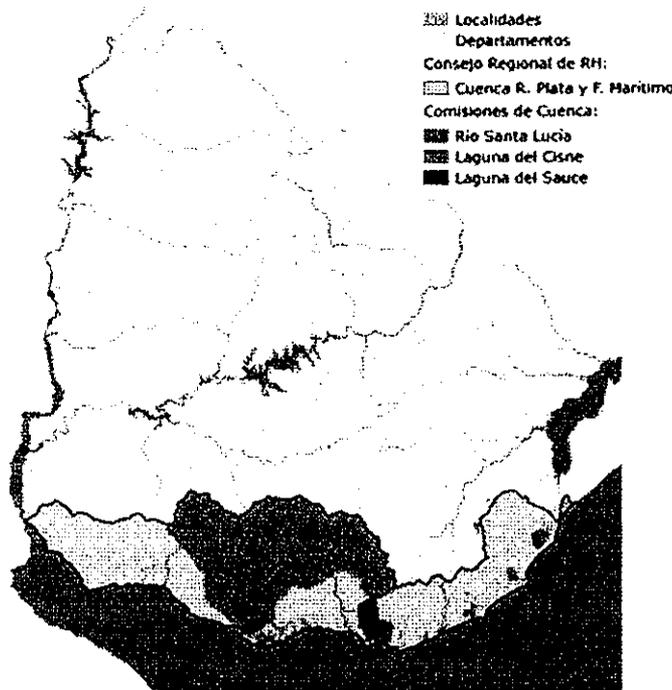
7.3 Región hidrográfica del Río de la Plata y frente marítimo

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 marítimo⁸⁹ 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.

Figura 7. 9. Región hidrográfica para la cuenca del Río de la Plata y frente marítimo | Fuente: DINAGUA



⁸⁹ Creado por el Decreto Reglamentario N° 263/011 de la Ley N° 18.610.

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 7.39 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).

Tabla 7.39. 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

REGION AGROPECUARIA	Porcentaje del total
Agrícola	7
Agrícola Ganadera	19
Agrícola Lechera	17
Total AGRICOLA	43
Arrocera con ganadería	2
Total ARROCERA	2
Ganadera Lechera	2
Ganadera con mejoramiento	27
Total GANADERA	29,0
Citrícola	0
Horti-Fruti-Vitícola	1
Hortícola	3
Frutivícola	2
Total AGRICOLA INTENSIVA	6
Lechera	4
Lechera Ganadera	6
Total LECHERA	10
Forestal	9
Total FORESTAL	9
TOTAL	100

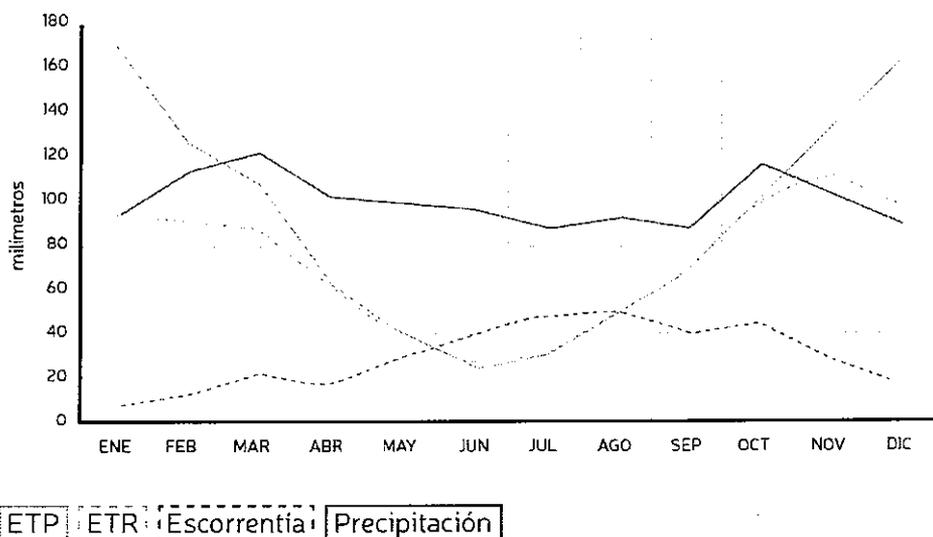
La región posee la mayor cantidad de áreas protegidas dentro de las que se destacan los Humedales del Santa Lucía y los Humedales del Este, el Cerro Verde, el Parque Nacional Cabo Polonio, Laguna de Rocha, Laguna Garzón, Isla de Flores y Potrerillo de Santa Teresa, entre otras. Esta cuenca tiene la particularidad 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.

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.

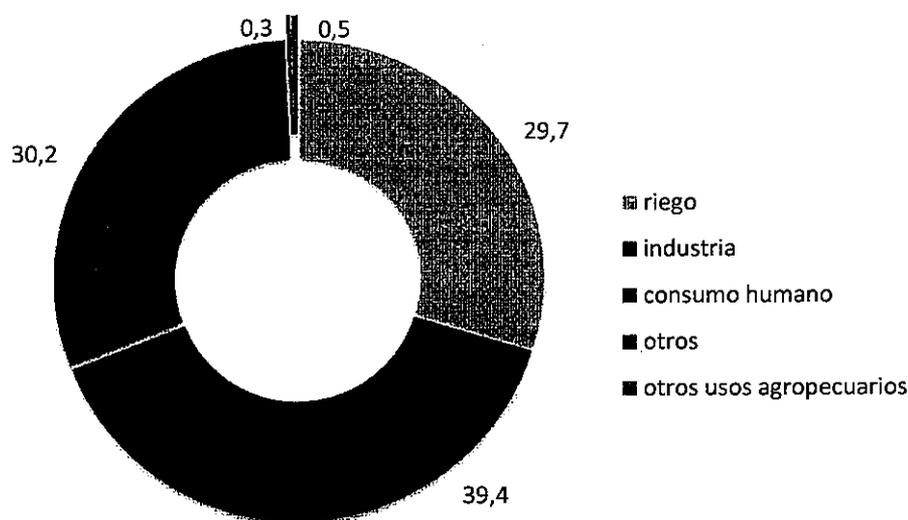
Figura 7. 10. Componentes del balance de la región hidrográfica del Río de la Plata y frente marítimo



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.⁹⁰ 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.

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



⁹⁰ Sin considerar la generación hidroeléctrica, según datos de DINAGUA, 2015.

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 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.

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 a 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. En la temporada estival puede alcanzar a 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 (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 provenientes al cambio e intensificación del uso del suelo que alteran la calidad de 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 dispuestas 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, 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 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.

8. GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

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.

8.1 Monitoreo de los recursos hídricos

El monitoreo de variables hidrometeorológicas, de calidad del agua y de los usos del agua es esencial para la evaluación, planificación, gestión y control de los recursos hídricos. Comprende la operación de redes de estaciones permanentes y programas específicos a cargo de distintas instituciones. El Código de Aguas establece la obligación de monitorear el recurso hídrico ("inventario y apreciación") y especifica las frecuencias mínimas con las que se debe llevar a cabo, por parte del Estado y por parte de los usuarios. Bajo este marco, el inventario y evaluación de los recursos hídricos debe abarcar "su ubicación, volumen, aforo, niveles, calidad, grado de aprovechamiento y demás datos técnicos pertinentes".⁹¹

En el año 2009, la Ley de Política Nacional de Aguas establece que los usuarios cuyas actividades afectan el ciclo hidrológico deberán realizar mediciones en cantidad y calidad y entregarlas a la autoridad nacional competente, de acuerdo con lo que ésta establezca, sin perjuicio de las competencias del Estado en la materia.

Existen algunos servicios y organismos oficiales que ejecutan programas sistemáticos de medición de las condiciones de la atmósfera o de los cuerpos de agua como, por ejemplo: INUMET, DINAGUA, SOHMA, DINAMA, OSE, INIA, UTE, CARU, CTM-SG, intendencias, etc.

La información que cada institución genera responde a diferentes necesidades y objetivos, tanto con fines de evaluación permanente de los recursos hídricos en general (en cantidad y calidad), como con fines operativos inmediatos relacionados con sus funciones específicas como el pronóstico del tiempo o de caudales circulantes. Asimismo, existen mediciones generadas en proyectos y programas específicos, de la UdelAR (principalmente) y de diferentes organizaciones civiles, que no son sistemáticas, pero permiten tener información sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos para establecer la calidad del agua en un momento dado o mediciones de variables hidrometeorológicas.

También hay cierto tipo de información que debe ser relevada durante períodos excepcionales (por ejemplo inundaciones o derrames contaminantes) o acotados en espacio y tiempo (ejecución de proyectos a término), cuya continuidad y sistematización ha dependido de las capacidades locales instaladas, de la capacidad de respuesta desde las instituciones responsables o de la financiación externa de proyectos por períodos restringidos.

A continuación se describen las principales instituciones que realizan el monitoreo de los recursos hídricos y el ciclo hidrológico.

⁹¹ Artículos 7 y 13 del Código de Aguas.

8.1.2 Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)

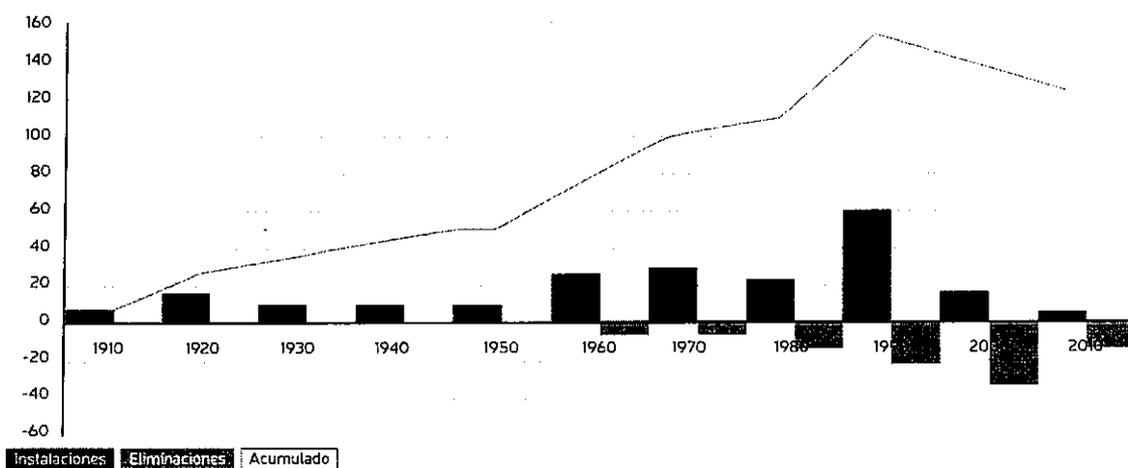
La DINAGUA es la responsable de mantener el "inventario actualizado de los recursos hídricos". Dicho inventario ha sido constituido mediante la creación de un banco de datos hidrométricos, a cargo del Servicio Hidrológico, y un inventario de aprovechamientos, a cargo del Área de Administración de Recursos 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, tanto de aguas superficiales como subterráneas, y el otorgamiento, registro y control de los derechos de uso derivados.

El Servicio Hidrológico ha funcionado de hecho 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 en función de 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").

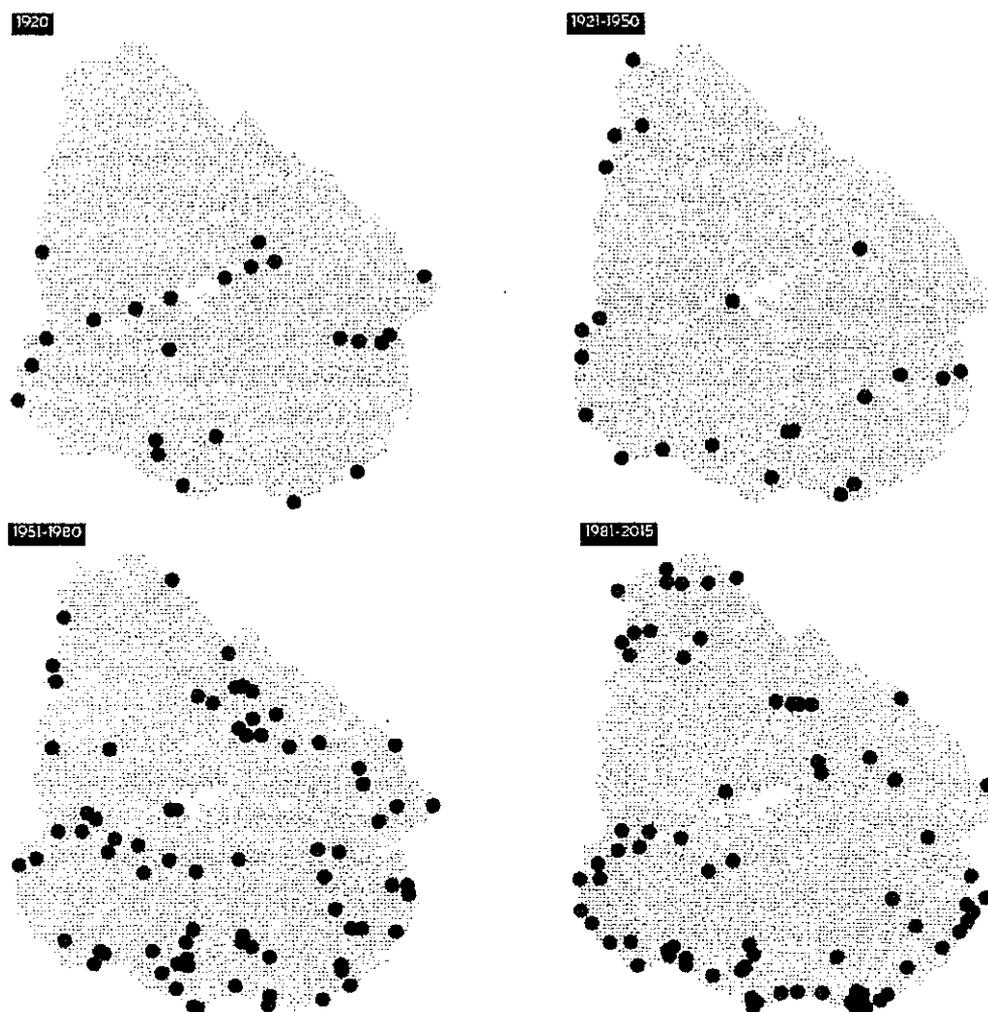
La amplia variabilidad que presentan los regímenes hidrológicos de nuestros cursos de agua hace que para tener una descripción estadística confiable sea necesario contar con series extensas y continuas. Si bien el Servicio Hidrológico tiene información que en algunos casos particulares supera un siglo 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.

Figura 8.26. Evolución del número de estaciones activas (todo el país)



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 8.27. Secuencia de instalaciones de estaciones hidrométricas (nuevas, reubicaciones o sustituciones)



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 transmitiendo 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 Cuareim para la alerta temprana de inundaciones para las ciudades de Artigas/Quaraí y la gestión del recurso hídrico compartido y en la cuenta 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 8.29 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.

Figura 8.28. Estaciones activas de la red hidrométrica (2014). Fuente: DINAGUA

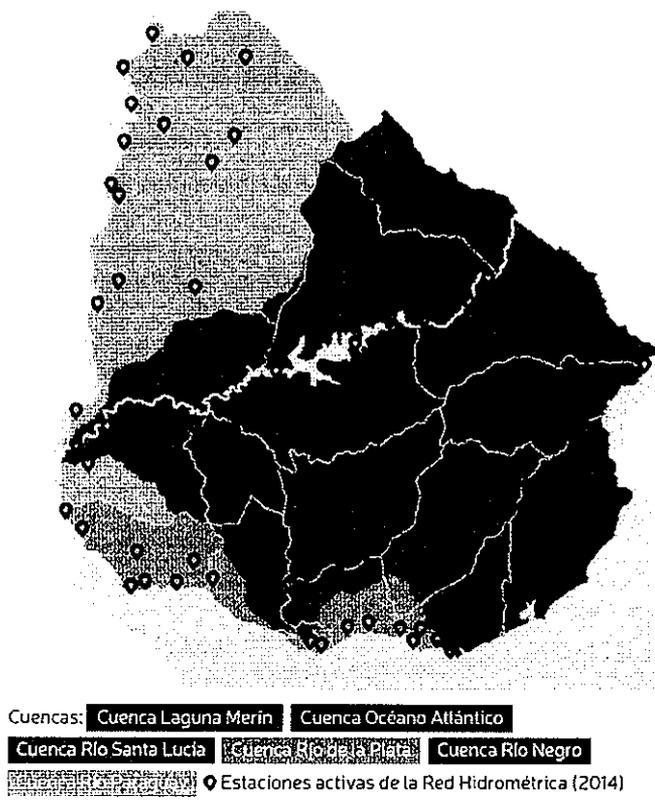
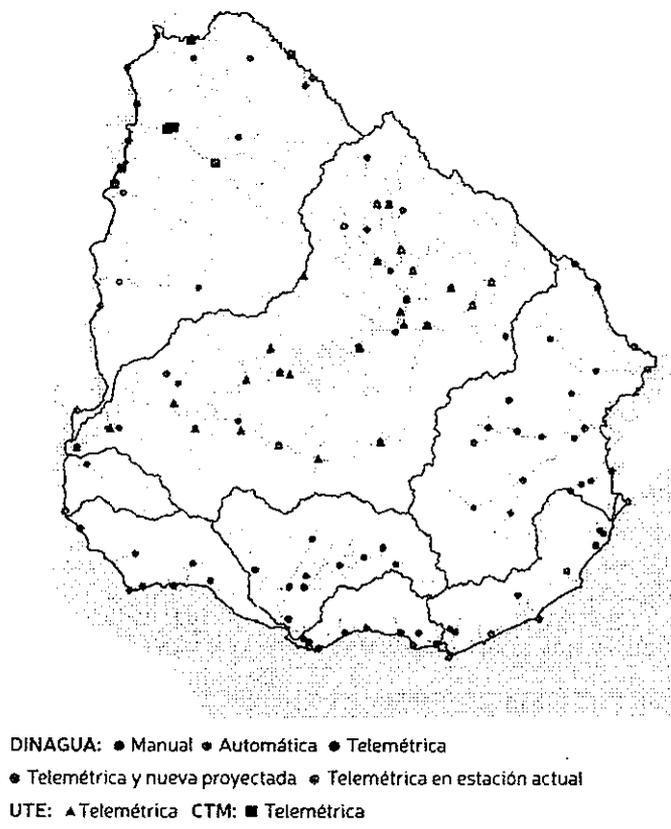


Figura 8.29. Redes de estaciones hidrométricas (2016), se incluyen estaciones de DINAGUA, UTE y CTM | Fuente: DINAGUA, UTE y CTM



La Tabla 8.40 presenta un resumen de las estaciones operativas de DINAGUA, agrupadas por cuencas nivel 1.

Tabla 8.40. Resumen de estaciones operativas y datos registrados (dic. 2014) | 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	9	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 %

Los datos primarios recolectados mediante las estaciones de esta red son los niveles del agua de los cursos observados a horas determinadas 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), 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 Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA)

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, 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 realizado 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 este 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 forma, en diciembre de 2013, queda conformado 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).

92

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 agregada 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 la infraestructura necesaria (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. Los dos primeros organismos son ejecutores 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 temprana 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 Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP)

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 de 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 Ministerio de Defensa Nacional (MDN)

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 Obras Sanitarias del Estado (OSE)

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 Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE)

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 y para definir los programas de alerta y evacuaciones en las ciudades aguas abajo, en apoyo al SINAIE.

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 Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG)

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 tanto convencionales como 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 Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

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 adecuadamente equipada, 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 Intendencia de Montevideo (IM)

La red de monitoreo explotada por la intendencia de Montevideo (IM) responde a lo expresado en su agenda ambiental, la cual, 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 Miguelete
- 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 Nº 253/79 y modificaciones de los Decretos Nº 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 Intendencia de Canelones (IC)

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 de monitoreo 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 de monitoreo, 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 su 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 tanto a los trabajos de campo (relevamientos, instalaciones, mantenimiento, mediciones) como 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 alcanzar a 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 públicos y privados 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 Nº 18.610, Política Nacional de Aguas, se define la integración de la información relacionada con los recursos hídricos, los sistemas de agua potable y de saneamiento en un sistema nacional de información hídrica. Se establece el carácter público de la información generada tanto por la autoridad como 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 Ambiental⁹² que permita gestionar el recurso y apoyar en general a las políticas nacionales”. Fue concebido inicialmente como un sistema federado que vincula a las direcciones nacionales del área ambiental del MVOTMA (DINAMA, DINAGUA y DINOT) entre sí, 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.

En relación específicamente 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 con la administración y control de los usos de agua a través del inventario y registro

⁹² <http://www.mvotma.gub.uy/ambiente-territorio-y-agua/conoce/sisnia.html>

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 actualización⁹³ y pasará a denominarse Sistema de Información Hídrica (SIH) potenciando las capacidades de 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, tanto en suelo rural como 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.

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 basan 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 y variabilidad y cambio climático (INYPSA 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 proyecto del 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)

Por otro lado, existen en otras instituciones al menos 12 modelos similares desarrollados por otras instituciones con fines específicos.

⁹³ Cooperación técnica BID N° 12.393 / Cooperación técnica FECASALC N° 12.866 (financiación parcial).

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 eventos 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

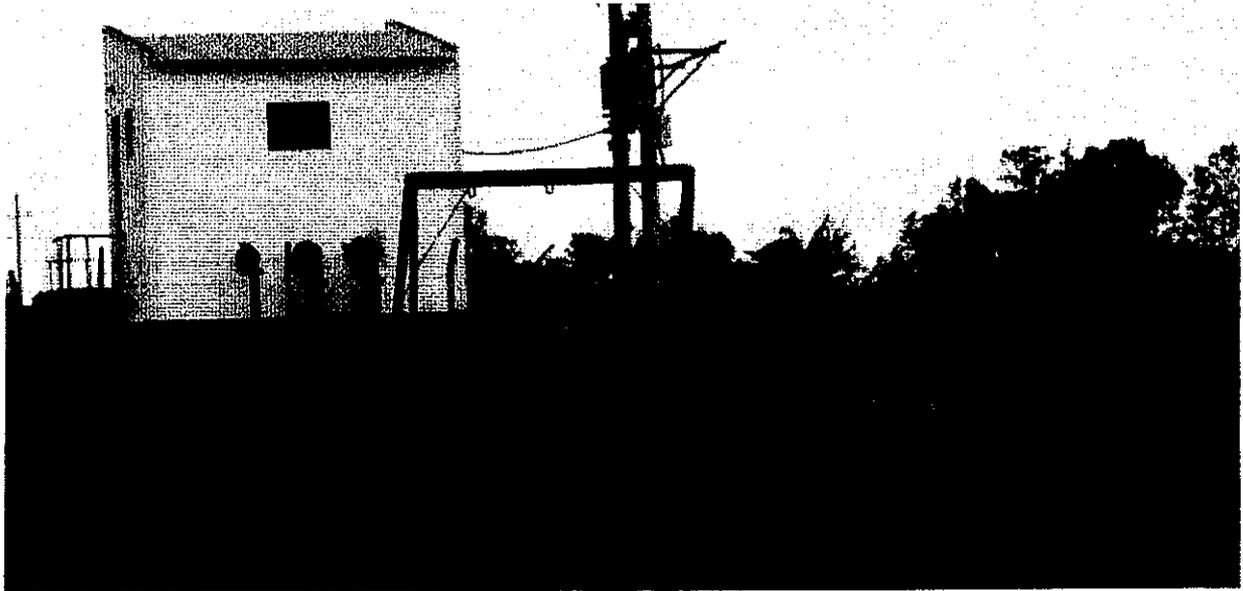
Las aguas superficiales se aprovechan mediante obras de captación desde la fuente de agua y/o mediante obras de almacenamiento.

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).⁹⁴

⁹⁴ Decreto N°349/005 del Poder Ejecutivo.

Figura 8.30. Toma directa (típica de bombeo) | Fotografía: DINAGUA



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 8.41, 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 lo tanto, 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.

Tabla 8.41. Detalle del Decreto N° 123/999 | Fuente: DINAGUA

		Área de la cuenca de aporte a la obra (ha)					
Altura (m)		A < 4	4 ≤ A < 40	40 ≤ A < 200	200 ≤ A < 500	500 ≤ A < 1000	A ≥ 1000
0 < V < 12.000		V < 12.000 m³ Tajamar chico					
		12.000 ≤ V < 120.000 m³ Tajamar mediano					
		V ≥ 120.000 m³ Tajamar grande					
12.000 ≤ V < 120.000	3 ≤ H < 5	Tajamar chico	Tajamar mediano	Tajamar grande	V < 120.000 m³ Tajamar grande		
					120.000 m³ ≤ V < 600.000 m³ Represa chica		
					600.000 m³ ≥ V Represa mediana		
V ≥ 120.000	H ≥ 5	V < 120.000 m³ Tajamar grande			Represa chica	Represa mediana	Represa grande
		V ≥ 120.000 m³ Represa chica					

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.

Es 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.

Figura 8.31. Tanque excavado | Fotografía: DINAGUA



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 usa como retenciones laterales.

La construcción de canales, acueductos, sifones o estaciones de bombeo que se utilicen para riego deben contar con AAP cuando conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo.

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 con una Autorización Ambiental Previa.

8.4.3 Distribución de obras y volúmenes de uso

En la Tabla 8.42 se muestra la cantidad de obras inventariadas a diciembre de 2015, agrupadas por tipo de obra y uso del agua, y en la tabla 8.43 se presentan los volúmenes de extracción anual.

Tabla 8.42. Obras por tipo y uso | Fuente: DINAGUA

	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 (%)

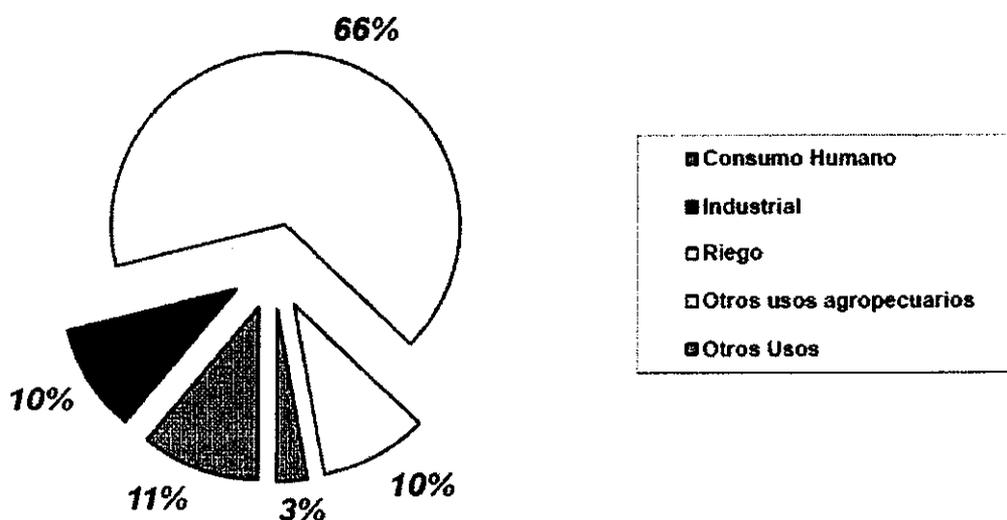


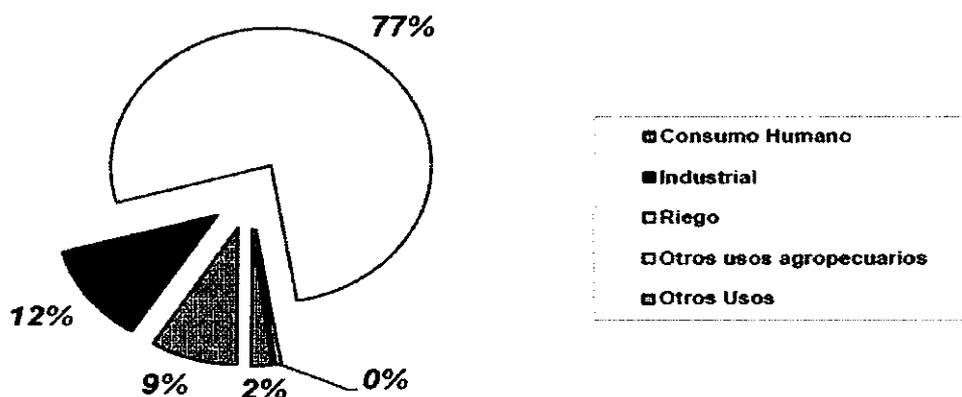
Tabla 8.43. Volúmenes anuales por tipo y uso | Fuente: DINAGUA

VOLUMEN DE USO ANUAL (x10³ m³)

	USO					TOTAL
	Consumo Humano	Industrial	Riego	Otros usos agropecuarios	Otros Usos	
EMBALSES	12,050	6,311	2,139,044	13,707	10,474	2,180,586
TOMAS	381,760	515,654	1,363,801	428	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

(*) Obras autorizadas, inventariadas o en trámite hasta el 30/12/2015

VOLUMEN DE USO ANUAL POR USO (%)



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 estrictamente 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 8.44 y Tabla 8.45 y en las Figura 8.32, 8.33 y Figura 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.

Tabla 8.44. Obras por región, cuenca principal y uso | Fuente: DINAGUA

CANTIDAD DE OBRAS

REGIÓN	CUENCA	USO					SUB-TOTAL CUENCAS	SUB-TOTAL 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 F. MARÍTIMO	RÍO DE LA PLATA	86	284	880	81	44	1,375	2,831
	RÍO SANTA LUCÍA	106	145	952	75	19	1,301	
	OCEANO ATLANTICO	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	

Tabla 8.45. Volúmenes anuales por región, cuenca principal y uso | Fuente: DINAGUA

VOLUMEN DE USO ANUAL ($\times 10^4 \text{ m}^3$)

REGIÓN	CUENCA	USO					SUB-TOTAL CUENCAS	SUB-TOTAL REGIONES
		Consumo Humano	Industrial	Riego	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 F. 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	
	OCEANO ATLANTICO	10,181	582	212,393	898	1,887	225,940	
LAGUNA MERÍN	LAGUNA MERÍN	16,444	2,988	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	

Figura 8.32. Distribución geográfica de aprovechamientos por tomas directas. Densidad de obras ($1/10.000 \text{ Km}^2$) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) | Fuente: DINAGUA

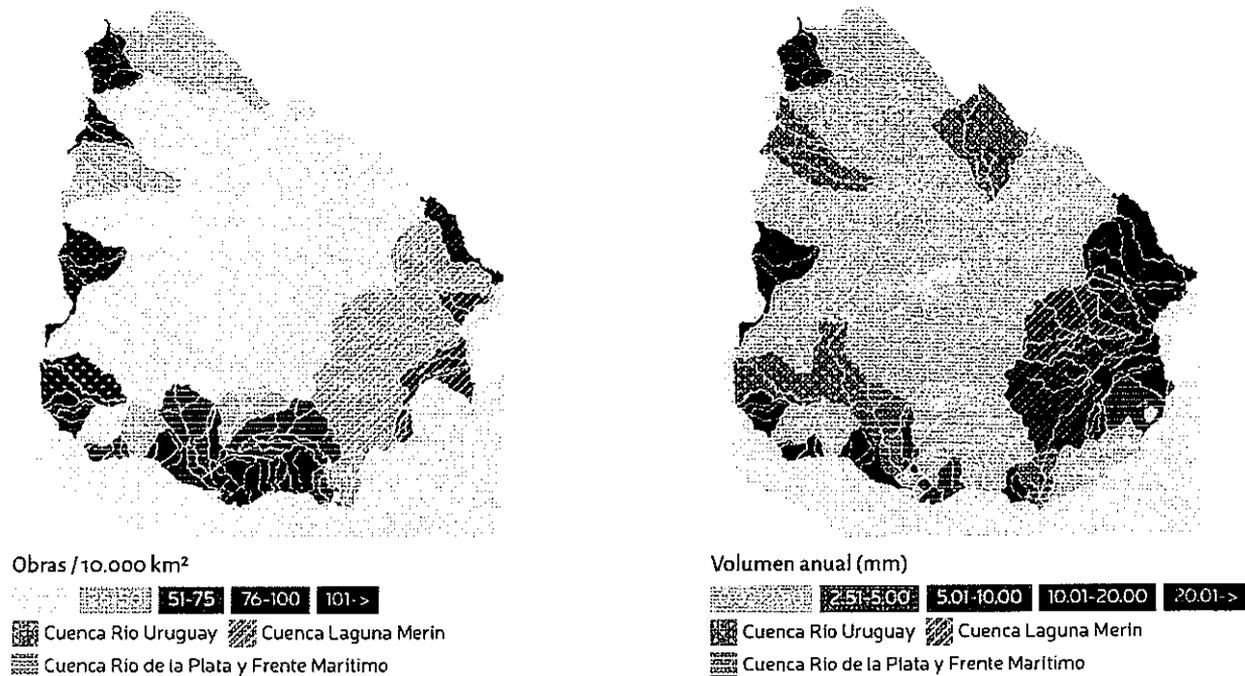


Figura 8.33. Distribución geográfica de aprovechamientos por embalses. Densidad de obras 1/10.000 Km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm) | Fuente: DINAGUA

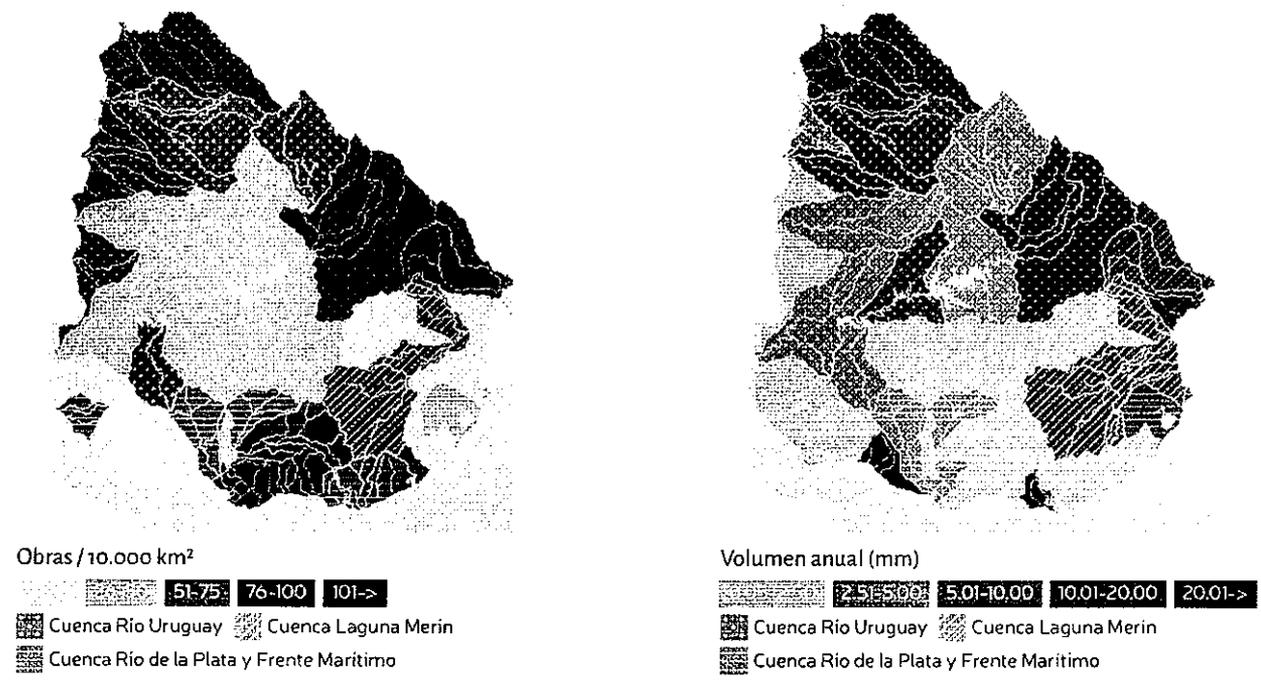
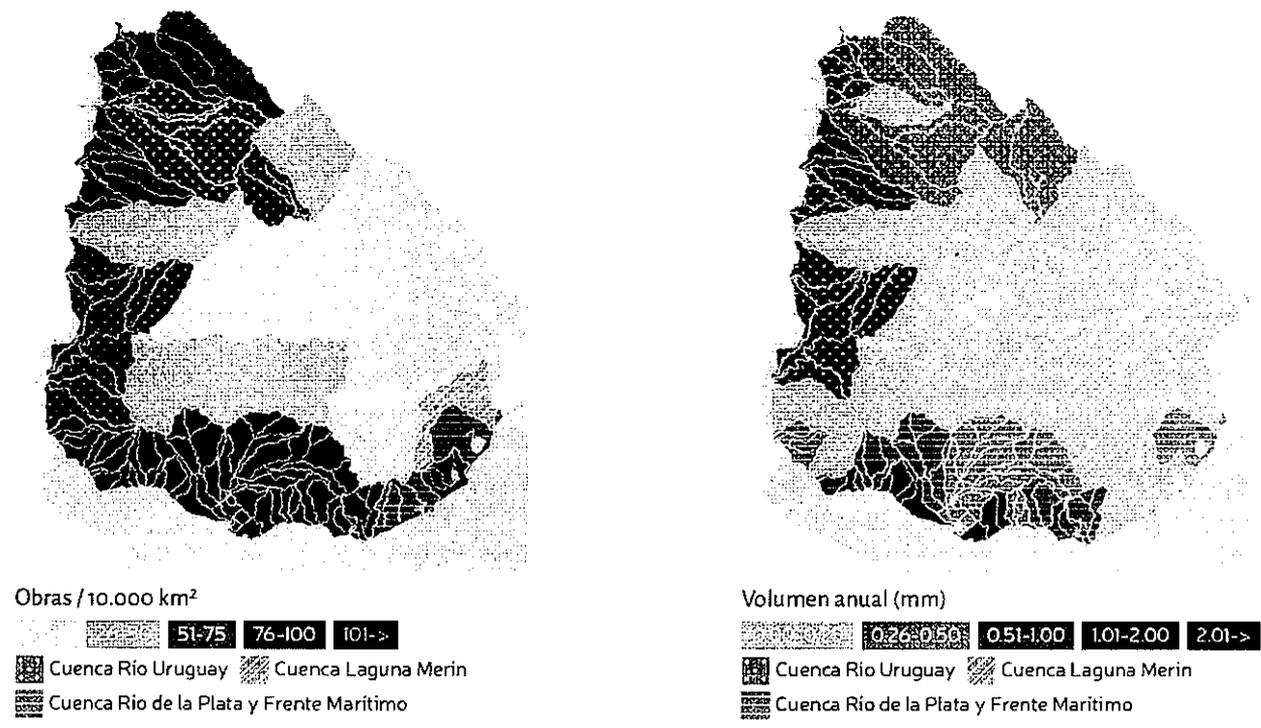


Figura 8.34. Distribución geográfica de aprovechamientos por pozos. Densidad de obras 1/10.000 Km²) y volumen de uso anual por unidad de área (mm). Fuente: DINAGUA



8.4.4 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 sobreelevación 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.

Figura 8.35. Terraplén | Fotografía: DINAGUA



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 Nº 1

A fines de la década de 1930 se construyó un tramo del Canal Nº 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 Nº 2.

Figura 8.36. Tramo del Canal Nº 1 | Fotografía: DINAGUA



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 Nº 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 Nº2 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 en que se 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.

Figura 8.37. Represa del arroyo India Muerta | Fotografía: DINAGUA



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

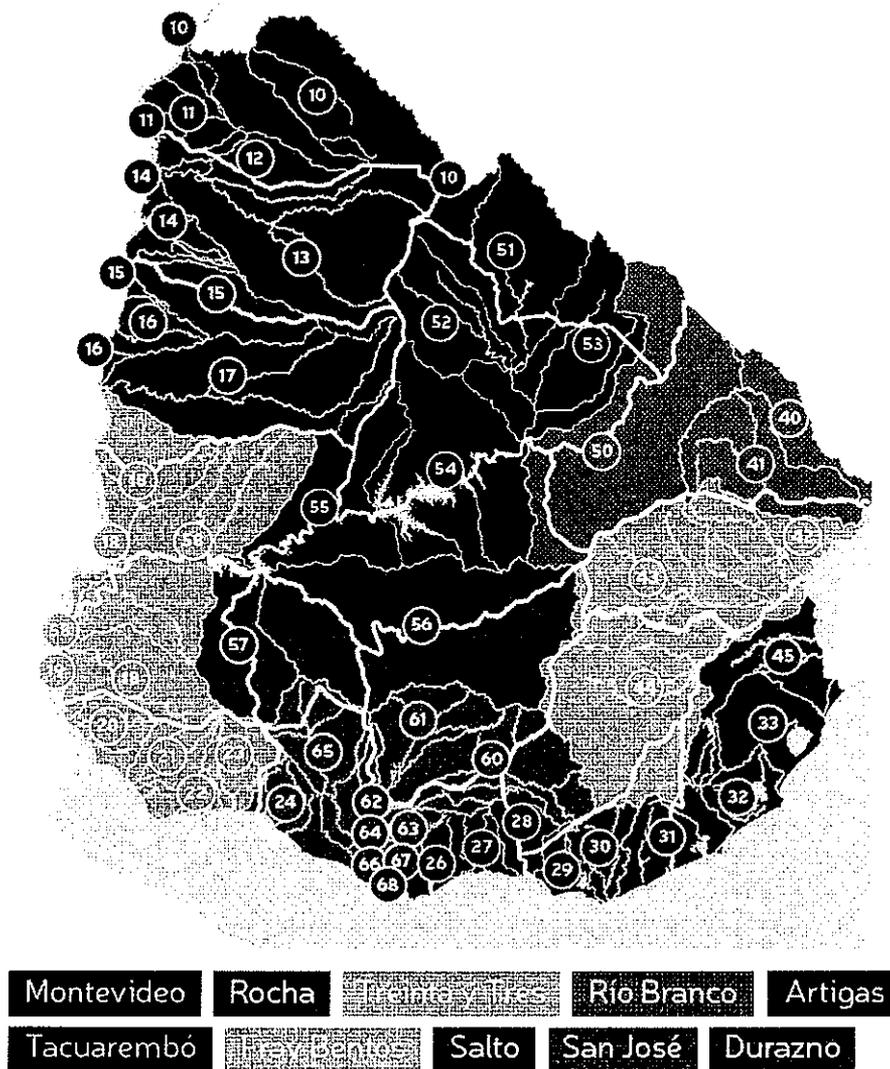
Represa y sistema de riego de India Muerta

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.

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, los 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. Ver Figura 8.38.

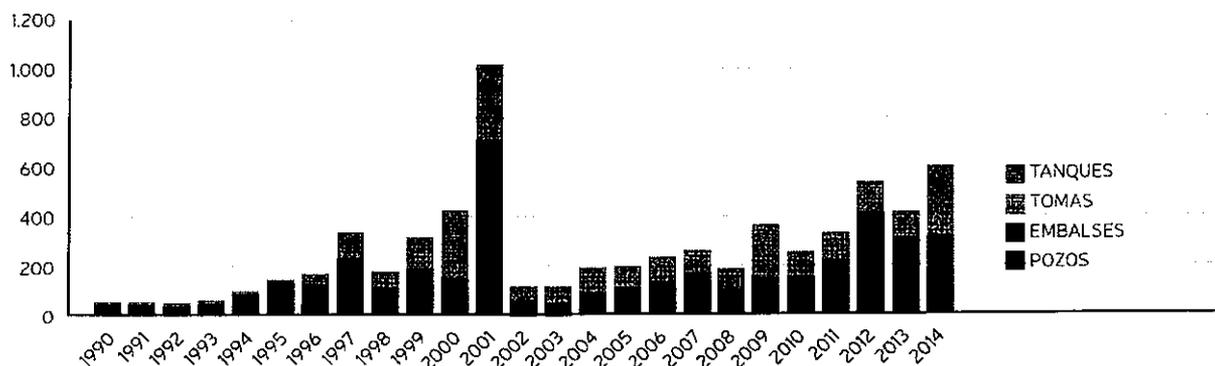
Figura 8.38. Oficinas regionales de DINAGUA | Fuente: DINAGUA



Una vez presentada la solicitud a la DINAGUA, ésta 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.

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. Ver Figura 8.39.

Figura 8.39. Solicitudes de aprovechamientos de aguas por tipo de obra | Fuente DINAGUA



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.

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):⁹⁵

- 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

Criterios de asignación de aprovechamiento para extracción directa de agua (tomas)

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 a 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 predominante, 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.

⁹⁵ Decreto Nº349/005 del Poder Ejecutivo.

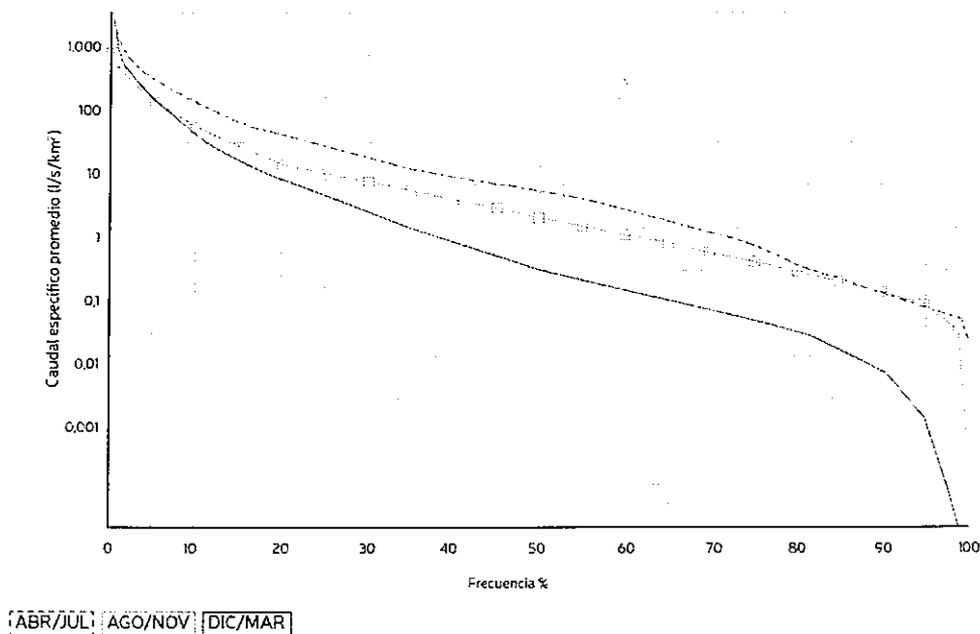
En el caso de pozos nuevos se debe solicitar primero un permiso de estudio con la información del anteproyecto de la obra que permita valorar su viabilidad y eventuales interferencias con otros derechos preexistentes. Luego de realizado el pozo y obtenida la información hidrogeológica de las napas interceptadas, 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 Infrabasáltico 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.

Figura 8.40. Caudal específico para río Cuareim, Artigas



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 2011⁹⁶

⁹⁶ 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>

- "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, en 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 que la capacidad de retención del embalse sea superior a lo que aporta la cuenca, se permite guardar agua por periodos excedentarios o lluvias por encima de los promedios. No obstante no se reconocen derechos de uso sobre esas aguas excedentarias.

En caso que el volumen de las represas sea 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 aguas abajo 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 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



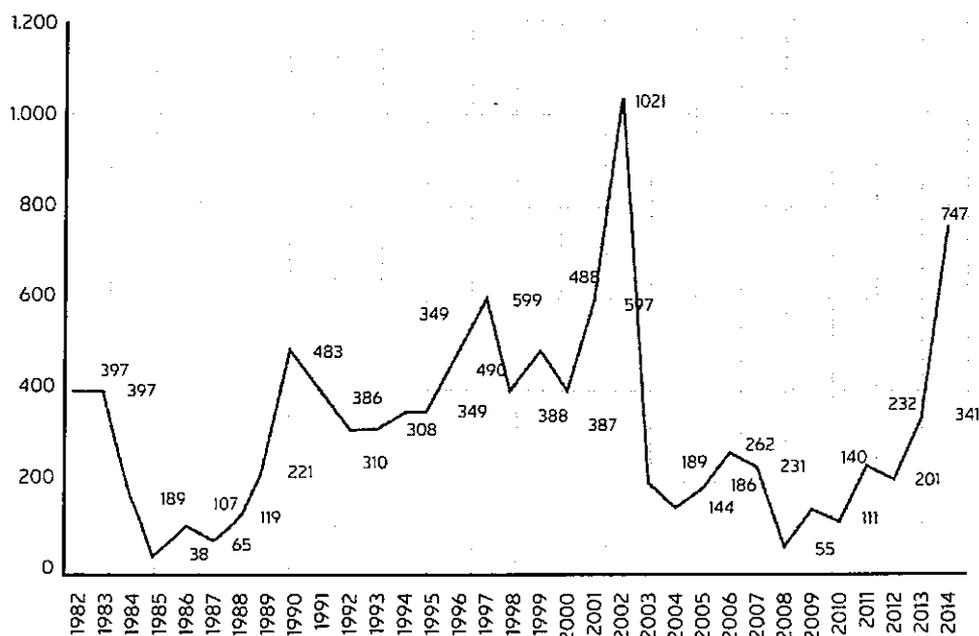
un control del destino establecido de las aguas y que las obras se mantengan en buen estado, a efectos de garantizar la seguridad de las mismas.

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.

Figura 8.41. Inscripciones del año 1982 al 2014



En la Figura 8.41 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 se refiere el artículo 12 de la Ley Nº 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 Nº 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.

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, entendido 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 cual se hace indispensable la incorporación de la gestión del riesgo como una componente estratégica de las políticas públicas.

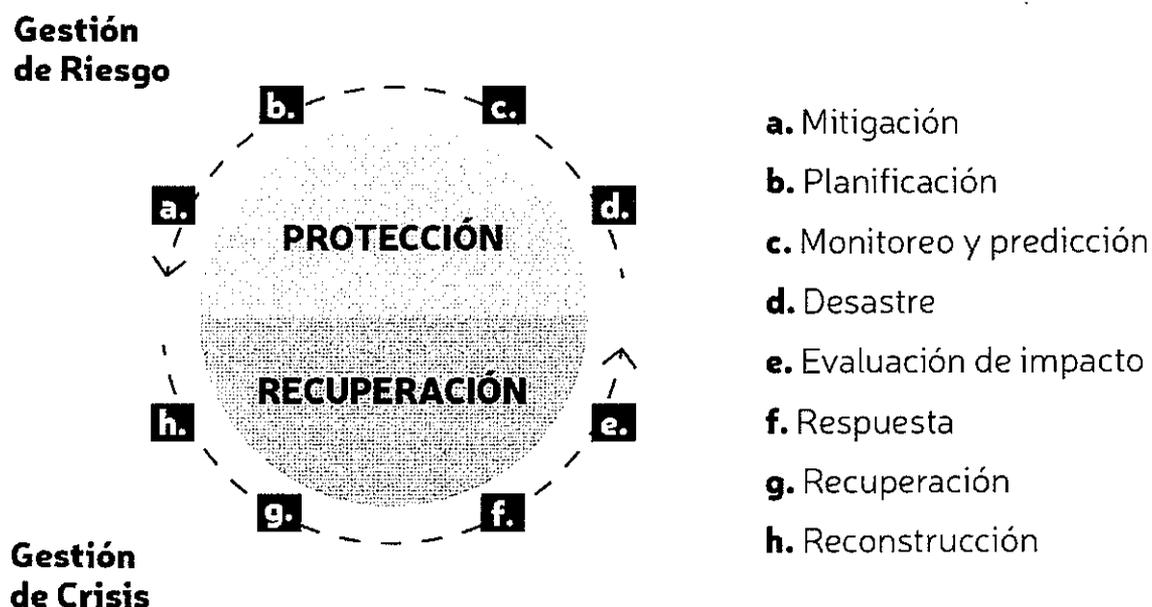
La incorporación del enfoque de gestión de riesgo de origen hidrometeorológico en las políticas públicas en Uruguay ha tenido un recorrido sostenido desde hace un tiempo hasta la fecha. Se ha incorporado la variabilidad climática y las situaciones de eventos extremos asociados a los recursos hídricos. Evidencia de ello son, entre otros, la ley de creación del Sistema Nacional de Emergencia (Ley Nº 18.621), la Ley de Política Nacional de Aguas (Ley Nº 18.610, artículo 11), 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.

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. Por otro lado, 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 Nº 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).

Figura 8.42. **Ciclo de gestión de desastres** | Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska (Lincoln)



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.

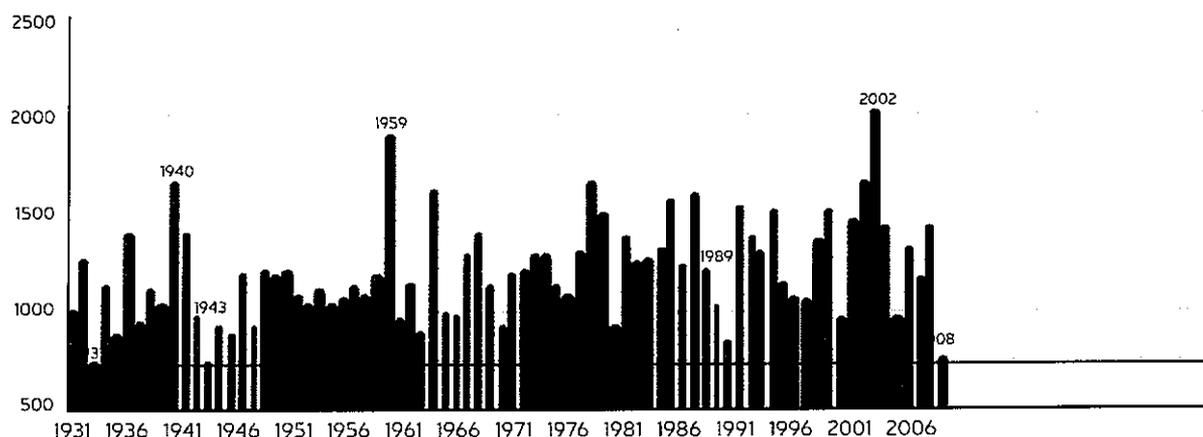
La falta de humedad en la zona radicular de las plantas impide el correcto desarrollo y crecimiento de las mismas. Las zonas más vulnerables a la sequía agrícola son las que presentan escasa profundidad de suelo y baja capacidad de retención de agua.

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 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 8.43 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 1926 mm y 2055 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.

Figura 8.43. Precipitación anual. Período 1931-2008



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 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).

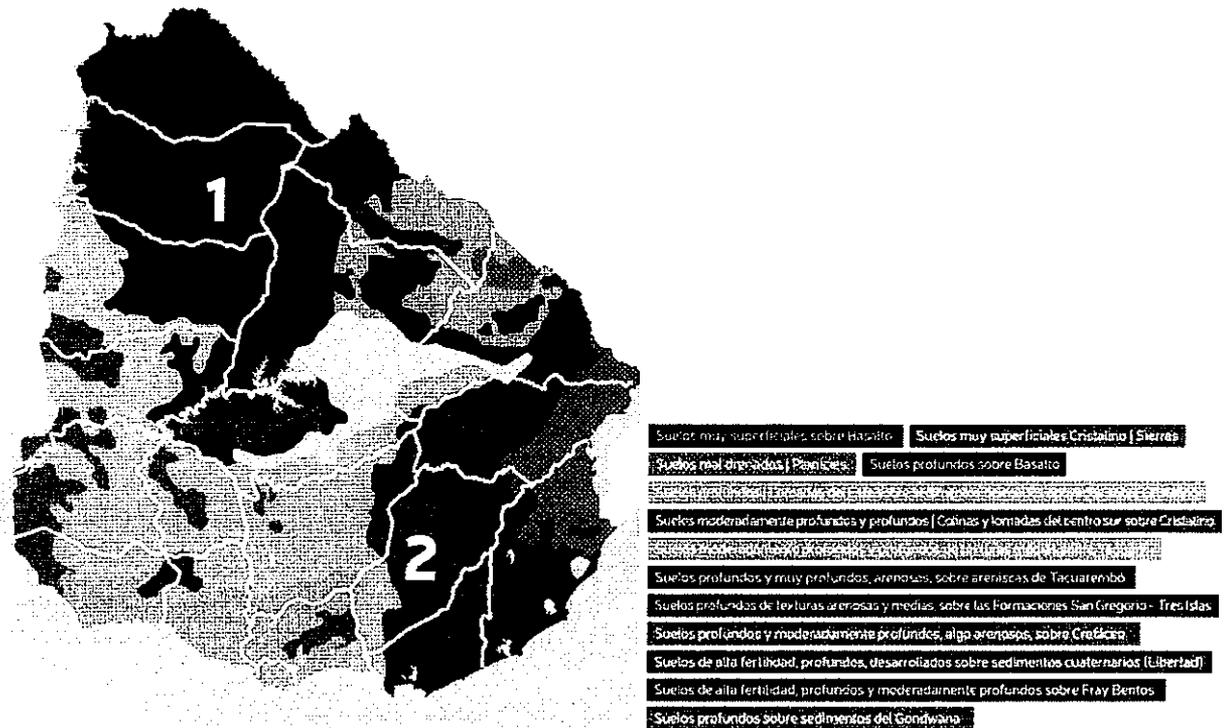
Los estudios sistemáticos de suelos realizados en el Uruguay en 1967, fundamentalmente el informe de la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE), permiten visualizar un mapa de grupos de suelos atendiendo a la morfología, profundidad de suelo, fertilidad, drenaje y material geológico. Derivado del estudio puede decirse que se cuenta con 4 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.

La Zona 1 (Cuchilla de Haedo) es quizás una de las zonas que más se ve afectada frente a una sequía, afectando la productividad de los sistemas o actividades productivas que allí se desarrollan, por una disminución drástica de la producción forrajera disponible para cubrir las necesidades fisiológicas de los animales. La escasa profundidad de los suelos condiciona los sistemas productivos, encontrándose básicamente sistemas de explotación lanar y sistemas de cría vacuna extensiva, con menor dotación por hectárea, que se ven menos afectados que otros sistemas productivos. Su mayor superficie se ubica en la unidad de suelo Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros, predominan litosoles de 5 a 10 cm de profundidad, apoyados directamente sobre el basalto. Debido a esa escasa profundidad, son suelos con baja capacidad de retención de agua, menos de 25 mm. Representa el 20 % del territorio del país y el déficit de agua se traduce en un menor crecimiento vegetal, afectando las sequías al sector pecuario por baja disponibilidad de forraje.

La Zona 2 (Sierras del Este) abarca el 10 % de la superficie nacional comprendida entre las unidades Santa Clara, Sierra Polanco, Sierra Aiguá, Carapé, Sierra de las Ánimas y Cerro Chato de la CRSU. Se trata de suelos inceptisoles y litosoles con texturas gravilosas, apoyados sobre rocas cristalinas que no exceden los 50 cm de profundidad. Son suelos de baja capacidad de almacenar agua (50 mm) y con relieve fuerte (10 a 25 % de pendientes).

Como antecedentes y avance 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* en respuesta a la sequía 2010-2011 en Canelones.

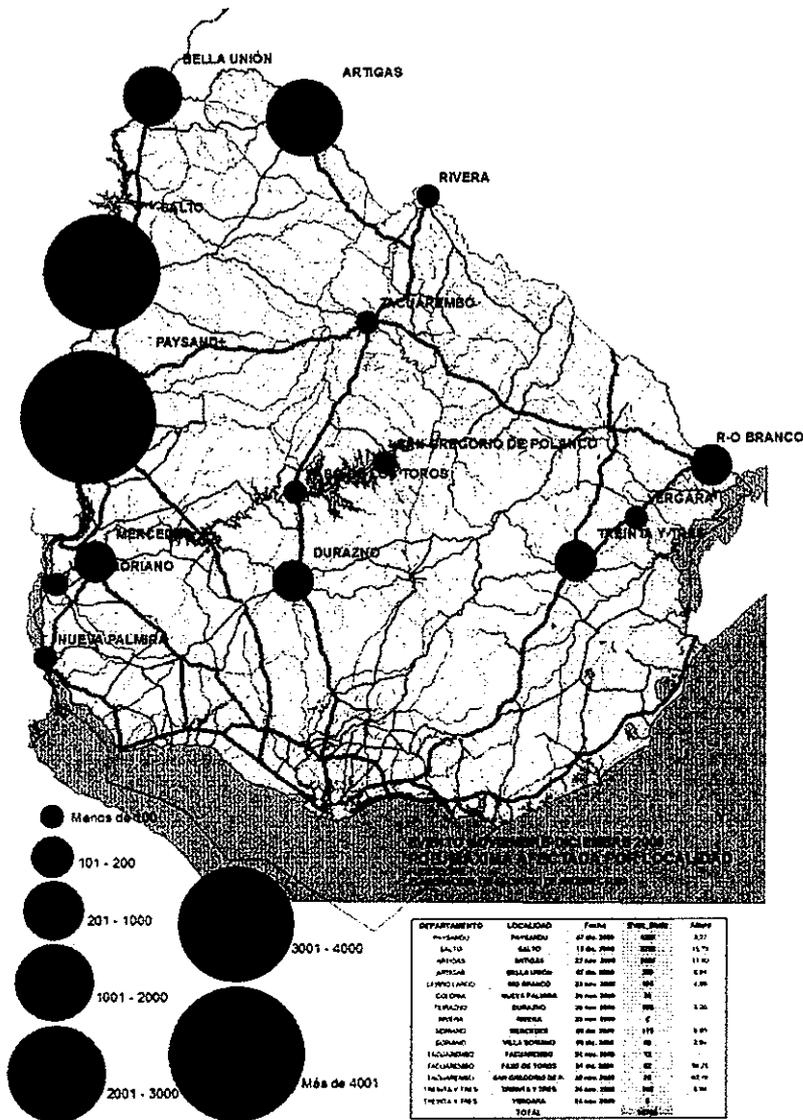
Figura 8.44. Grupos de suelos | Fuente: CIDE



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 corresponden 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 8.45 se puede apreciar la afectación del evento de 2009 en el litoral y centro del país.

Figura 8.45. Población afectada en el evento de inundaciones noviembre-diciembre 2009 | Fuente: SNE.
Elaboración ITU, Facultad de Arquitectura



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 evacuados en 2007), Artigas (5.069 evacuados 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.

evacuados en 2009) y Salto (3.230 evacuados 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.

A nivel nacional se desarrollan las siguientes líneas de acción:

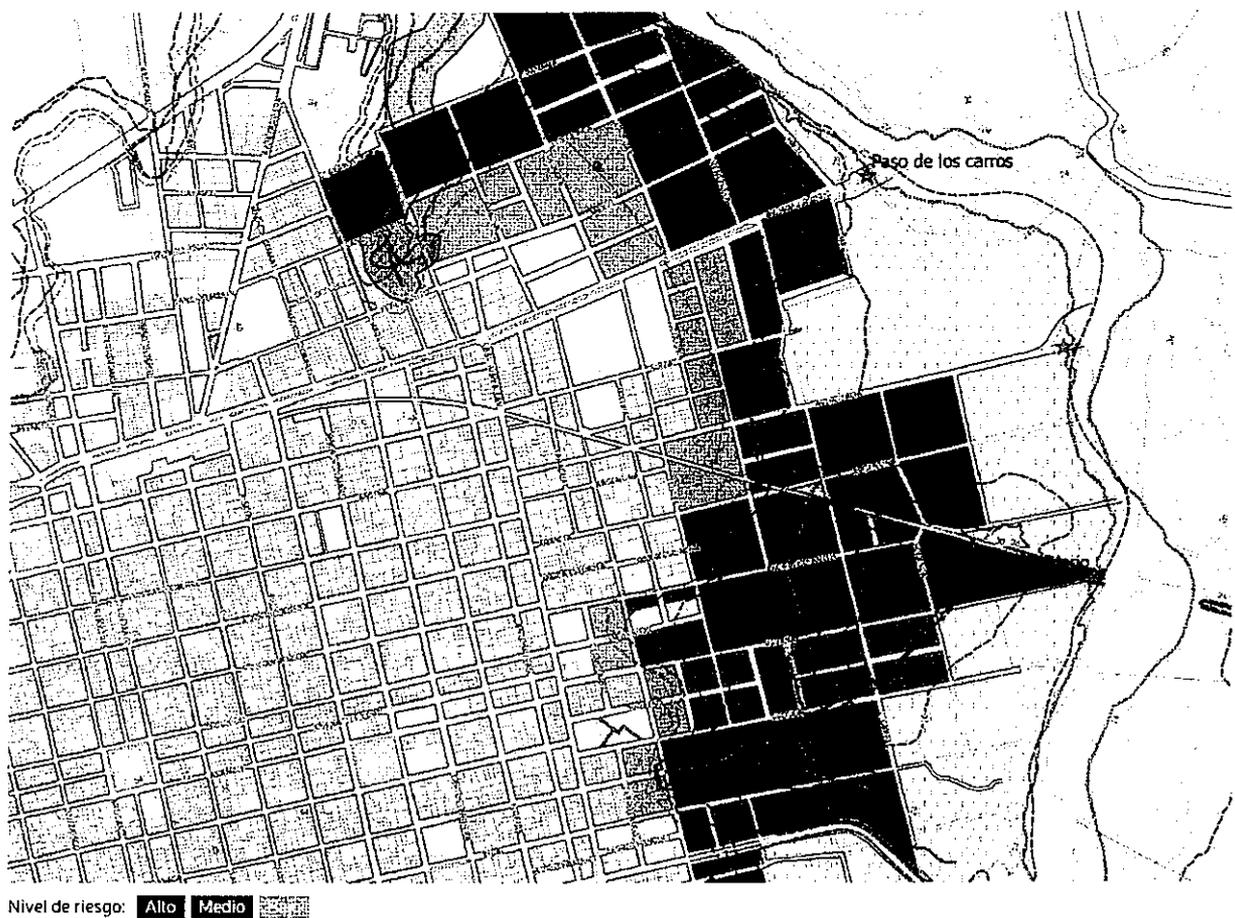
- A. generar un marco regulatorio específico para inundaciones urbanas y drenaje pluvial, relacionado con la Ley Nº 18.308 (Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable), la Ley Nº 18.621 (creación del Sistema Nacional de Emergencia) y la Ley Nº 18.610 (Política Nacional de Aguas).
- B. proponer 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 45 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 8.46, 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.

Tabla 8.46. Riesgo, acción, categoría de uso e instrumentos

Riesgo		Acción	(LOTDS)	Instrumentos
Existente	Alto (rojo)	Desestimular dinámicas no compatibles Promover la transformación	Suelo urbano o suburbano con usos fuera de ordenamiento por inundación	Programa de actuación integrada Otros
	Medio o bajo (amarillo)	Mitigación	Urbano con restricciones por inundación	Seguros, adaptación viviendas, alerta temprana
Futuro	Potencial	Prevención	No urbanizable (rural, natural, etc.)	TR-100 en directriz nacional de OT EAE (previsión de riesgos futuros de las medidas del plan)

A la fecha se han elaborado 18 mapas de amenaza, 8 atlas de vulnerabilidad y 6 de riesgo. De estos últimos, tres ya han sido incluidos en los planes locales y aprobados por los legislativos departamentales.

Figura 8.46. Mapa de riesgo de inundación de la ciudad de San José



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 capacidades 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, tanto UTE como 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.

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:

- los 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
- las Comisiones de Cuencas y Acuíferos

Los Consejos Regionales se integran de forma tripartita y equitativa con siete delegados de 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 de 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 integración 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 LPNA 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.

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.

⁹⁸ Ver artículo 2 de los decretos N° 262-4/011 del 25 de julio de 2011.

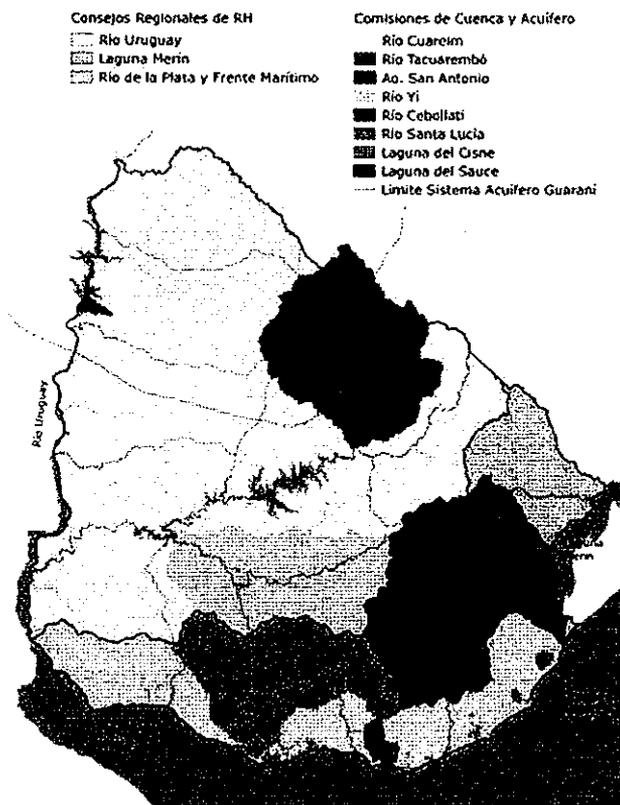
⁹⁹ Ver reglamento de funcionamiento aprobado en cada uno de los ámbitos mencionados.

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. Ver Figura 8.47.

Figura 8.47. Delimitación de Comisiones de Cuenca y Acuíferos



Actualmente se consideran instalados los tres Consejos Regionales de Recursos Hídricos y diez Comisiones de Cuencas y Acuíferos, por lo tanto, 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.

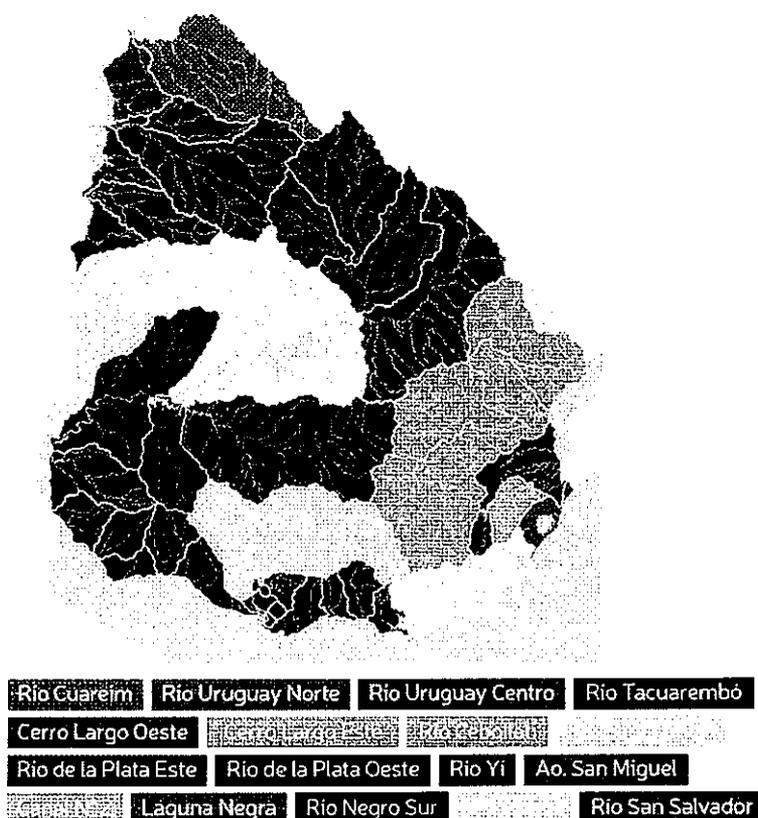
Cabe señalar que es necesario fortalecer las capacidades inter e intra institucionales para intercambiar información y para trabajar de forma articulada con un enfoque integrado de los recursos hídricos. Por otra parte, es necesario formalizar y concretar el apoyo de las unidades técnicas de los ministerios, 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.

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.

Figura 8.48. Juntas regionales de riego | Fuente: DNRN/MGAP



¹⁰⁰ Artículo 8 del Decreto N° 106/013 del 2 de abril de 2013.

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 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 abreviar 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 que la conforman.

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 domiciliaria 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 soliciten el mismo 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 Agencia Nacional de Aguas (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 hidro-químicas 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:
 - a. Piloto Concordia-Salto tiene como objetivos controlar el riesgo de salinización desde el sur-suroeste, determinar radios de influencia de las perforaciones, racionalizar el uso de agua termal, promover la reutilización del agua termal, elaborar normativa para proyectar, construir, fiscalizar y monitorear los pozos profundos y capacitar el personal vinculado con la administración de los recursos del SAG.

- b. 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 hidro-química, 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 son actualizados en 2015 por DINAGUA, con apoyo de la UdelaR, mediante la incorporación de nuevos datos y los resultados servirán 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 vienen 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 (cuenca) (brasileña) del río
- Consejo Regional del Río Uruguay (Uruguay) - Comité Federal de la Cuenca del río Uruguay en territorio brasileño (en formación)