



Ministerio
de Ambiente

Guía Metodológica de Caudales Ambientales

(Versión de 07/09/2026)

Resolución Ministerial Nº 831/2026 de fecha 11 de setiembre, 2026





**Ministerio
de Ambiente**

Autoridades

Ministro de Ambiente

Edgardo Ortuño Silva

Subsecretario de Ambiente

Oscar Caputi

Directora General de Secretaría

Alejandra Varela

Directora Nacional de Aguas

Teresa Sastre

Director Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental

Alejandro Nario

Directora Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Verónica Piñeiro Rodríguez

Directora Nacional de Cambio Climático

María Fernanda Souza

Contenido

1. Introducción y marco de aplicación	4
1.1. Introducción y alcance de la guía	4
1.2. Marco conceptual	5
2. Metodologías para la determinación de caudales ambientales	9
2.1. Métodos hidrológicos.....	9
2.2. Métodos eco-hidráulicos o de simulación de hábitat.....	10
2.3. Métodos holísticos	11
2.4. Tendencia de uso de las metodologías	13
3. Recomendaciones para la selección metodológica y la determinación de caudales ambientales	14
3.1. Criterios de selección metodológica a escala de cuenca	14
3.2. Criterios para la selección metodológica a escala de obra	17
3.2.1 Pasos a seguir para la determinación del caudal ambiental mediante el método hidrológico de probabilidad de excedencia	18
3.2.2. Pasos a seguir para la determinación del caudal ambiental mediante el método ecohidráulico.....	21
4. Monitoreo y control del caudal ambiental en obras hidráulicas	23
ANEXOS	25
ANEXO I. Información hídrica, modelación hidrológica y regionalización de estadística de caudales.....	25
ANEXO II. Variables a considerar en el análisis del contexto de cuenca.....	30
GLOSARIO	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34

1. Introducción y marco de aplicación

1.1. Introducción y alcance de la guía

La guía metodológica de caudales ambientales, prevista por el decreto 368/018, incluye las pautas para la determinación, aplicación, control y monitoreo de caudales ambientales. La guía constituye un primer paso para introducir el tema de los caudales ambientales, presentando el enfoque conceptual y metodológico.

La guía pone a disposición y brinda orientación sobre un amplio espectro de métodos que permite realizar un análisis adaptado a cada caso si se cuenta con la información y capacidades disponibles. Este aspecto es clave para enfrentar la complejidad del tema mientras se avanza la generación de conocimiento vinculado a la dinámica de funcionamiento de las cuencas hidrográficas y sus ecosistemas y en un marco de gestión integrada de los recursos hídricos.

Para el otorgamiento de derechos de aguas la Dirección Nacional de Aguas del MA (Dinagua) incluye en su análisis criterios hidrológicos, mediante una evaluación de la disponibilidad de agua en la cuenca en base a un balance hídrico, la aplicación de limitaciones para que no se produzcan afectaciones a otros derechos de uso de agua otorgados, preservar el régimen hidrológico y reducir riesgos de fallos asociados a la variabilidad hidrológica. Estos criterios se mencionan en el Plan Nacional de Aguas (MVOTMA 2017), contribuyen a la conservación del recurso hídrico, a su uso sustentable y a la aplicación de caudales ambientales.

La incorporación de caudales ambientales en la planificación y gestión integrada del agua a nivel nacional se realiza siguiendo la estrategia planteada en el Proyecto P01/3 “Aplicación de caudales ambientales” del Plan Nacional de Aguas, en un marco de manejo adaptativo, definiendo actividades y metas para: impulsar, a corto plazo, su aplicación con la información e instrumentos disponibles y realizar una evaluación inicial con propuestas de mejoras para la gestión; y promover, a mediano y largo plazo, estudios por cuencas, el desarrollo de investigación y el fortalecimiento de la capacidad institucional, de los ámbitos de participación, de la comunicación y de la apropiación de la temática.

Para la mejora de la aplicación de caudales ambientales, el decreto 368/018 también plantea que el Ministerio de Ambiente (MA) realizará determinaciones por cuenca hidrográfica. Lo cual es parte del proceso de planificación para la gestión integrada de los recursos hídricos. Asimismo, en la meta 1.3.1 “Planes de gestión integrada de cuencas” del Plan Nacional Ambiental, entre las líneas de acción se plantea determinar los regímenes hidrológicos de los cuerpos principales de las cuencas priorizadas y establecer criterios para la determinación de caudales ambientales. En este sentido, la presente guía da lineamientos generales nacionales a considerar en los procesos de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos ej. Planes de gestión integrada de cuenca y al momento en que se realicen análisis específicos a nivel de cuenca.

Los caudales ambientales son una herramienta que no debe limitarse a una definición técnica hidrológica y ecológica, ya que el enfoque ambiental involucra también dimensiones socioeconómicas, políticos y culturales que son esenciales para una gestión integrada de

cuenclas y que no son alcanzadas en detalle por esta guía. Estas dimensiones se pueden profundizar en la aplicación de los métodos holísticos.

Entre las limitaciones para la aplicación de las metodologías de determinación de caudales ambientales se encuentran la insuficiencia de datos ecológicos e hidrológicos asociados, necesidades de mejora de la información y la falta de experiencia técnica. Se prevé avanzar en la aplicación de caudales ambientales con los criterios definidos en la guía, mientras se profundiza en la generación de conocimiento, el fortalecimiento de las capacidades, la difusión y en el intercambio de experiencias para optimizar su aplicación.

La guía será revisada periódicamente por el Ministerio de Ambiente (MA), según el avance del conocimiento en la materia y la experiencia derivada de su aplicación.

1.2. Marco conceptual

Los ecosistemas acuáticos (ríos, arroyos, cañadas, lagunas) pueden ser fuente de agua para diversos usos: consumo humano (abastecimiento a la población), agropecuario (riego, abrevadero, agroindustrial, otros usos), industrial, hidroeléctrico y recreativos. A modo de ejemplo en la Figura 1 se muestra un diagrama de cuenca hidrográfica con diferentes usos del agua.



Figura 1. Diagrama de cuenca hidrográfica con diferentes usos de agua.

En los ecosistemas acuáticos ocurren procesos naturales como el ciclo del agua, de nutrientes y de otros compuestos, la sedimentación, el transporte y almacenamiento de aguas de las crecidas y la carga y descarga de aguas subterráneas, que favorecen los siguientes servicios ecosistémicos:

- Servicios de provisión - disponibilidad de agua para los diversos usos como para el consumo humano y la producción de alimentos, de materiales para la construcción y fibras, entre otros;



- Servicios de regulación y soporte - mantenimiento de la calidad de agua, control de erosión, regulación del clima, amortiguación de eventos de inundaciones y de sequía, recarga de aguas subterráneas y provisión de hábitat;
- Servicios culturales - valores culturales, paisajísticos y variados usos recreativos como el uso para baños, pesca deportiva, navegación, deportes acuáticos, entre otros.

La base conceptual de caudales ambientales plantea que **para que un río se mantenga sano, resiliente y productivo hay que manejarlo dentro de su rango de variabilidad hidrológica natural** (Richter *et al.* 1997, Poff *et al.* 1997). El régimen hidrológico natural es fundamental para sostener la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas fluviales (Poff *et al.* 1997).

El régimen hidrológico se entiende como la variación natural del caudal que fluye por los cursos de agua y su planicie de inundación, y que interactúa con las aguas subterráneas, que puede cambiar de acuerdo a las estaciones del año o las características de ciertos períodos o años más secos o más lluviosos. En la Figura 2 se muestra un perfil de un curso de agua para visualizar la relevancia de conocer la variación natural del caudal que es clave para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y el mantenimiento de los diversos usos del agua y de los servicios ecosistémicos a largo plazo.



Figura 2. Perfil de un curso de agua en donde ocurre la variación natural del caudal que fluye por los cursos de agua y su planicie de inundación, y que interactúa con las aguas subterráneas, que es clave para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y el mantenimiento de los diversos usos del agua y de los servicios ecosistémicos.

Los procesos ecológicos en los ecosistemas fluviales están regulados principalmente por cinco componentes del régimen hidrológico: la magnitud, la frecuencia, la duración, el momento y la tasa de cambio de las condiciones hidrológicas. Por ejemplo, la magnitud influirá en la disponibilidad de hábitat para los organismos acuáticos. La frecuencia y duración de los pulsos de inundación son relevantes para la disponibilidad de hábitat en la planicie de inundación y para la conectividad lateral y longitudinal de los ecosistemas acuáticos. Los ciclos de vida de los organismos podrán estar vinculados al momento en que ocurren ciertas condiciones hidrológicas dentro de la variabilidad natural. La tasa de cambio de las condiciones hidrológicas

también es relevante a considerar, debido a que cambios extremos pueden generar cambios de las condiciones del hábitat y estrés en la biota.

Es necesario conocer la variabilidad hidrológica para determinar cuánto del régimen hidrológico puede ser utilizado, sin comprometer la integridad y el funcionamiento natural de los ecosistemas, los usos del agua y los servicios ecosistémicos.

Los caudales ambientales son una herramienta de gestión integrada de recursos hídricos para el desarrollo sustentable (Dyson *et al.* 2003), siendo relevante que esté enmarcada en la planificación de los recursos hídricos y que incluya la participación de actores locales vinculados al agua (Horne *et al.* 2017). Además de las consideraciones ambientales, el caudal ambiental debe incluir consideraciones socioeconómicas, políticas y culturales, que deberán ser abordadas gradualmente en etapas posteriores de mejora de esta guía.

A los efectos de la aplicación de caudales ambientales de la forma más amplia posible se debe tener presente el marco normativo nacional e internacional vinculado directamente con la gestión de los recursos hídricos.

En Uruguay el Decreto 368/018 define los caudales ambientales como:

- ❖ *Régimen hidrológico de un cuerpo o curso de agua o sus tramos, necesario para sostener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas correspondientes y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos asociados en la cuenca.*

La definición planteada es conceptual ya que expone los fundamentos de caudales ambientales y hace una mención especial a la importancia de realizar un análisis a nivel de cuenca. La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos dependerán del sistema en análisis y del contexto de la cuenca. Es necesario profundizar en el conocimiento y cuantificar los procesos ecohidrológicos y su valoración ambiental, fortaleciendo el monitoreo e impulsando la investigación en este sentido.

En Uruguay la mayoría de las obras hidráulicas de represamiento realizadas - en términos generales y a excepción por ejemplo de las obras para generación hidroeléctrica - tienen una capacidad muy baja o nula de regulación hídrica en eventos de crecida y el excedente de agua escurre aguas abajo. Es por esto, que el foco de aplicación de los caudales ambientales en la generalidad de las obras debe estar en la regulación del régimen hidrológico para los caudales bajos. Dado que en términos de ciclo medio anual de caudales los valores del tercer cuatrimestre del año hidrológico (DIC-MAR) son los que presentan valores por debajo de la media anual (DINAGUA, 2025), es que los criterios expuestos a continuación consideran específicamente los meses de verano asociados a la mayor ocurrencia de caudales bajos.

Los conceptos principales de caudales ambientales ya se aplicaban anteriormente en Uruguay mediante criterios y consideraciones para el uso sustentable y la conservación del régimen hidrológico desde la gestión de los recursos hídricos que se acentúan en los procesos de planificación para la gestión integrada del agua. Esta guía expone antecedentes y cómo los caudales ambientales se incorporan como instrumento en la gestión actual.

Los usuarios de las aguas superficiales del dominio público, sea que realicen aprovechamientos comunes o privativos, cuando impliquen la toma o embalse de las aguas, deben abstenerse de afectar el caudal ambiental de los cursos o cuerpos de agua (decreto N°368/018).

Para las obras de represamiento, el caudal ambiental es un requisito para otorgamiento y renovación de permisos o concesiones de aguas superficiales y de autorizaciones ambientales.

Su cálculo se debe incluir en el Proyecto de obra a presentar ante la Dirección Nacional de Aguas del MA (Dinagua) y en la Comunicación del Proyecto ante Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental del MA (Dinacea), cuando corresponda, con la justificación y detalle de la metodología utilizada y del procedimiento realizado, considerando las indicaciones de la presente guía en su sección 3.2 Criterios para la selección metodológica a escala de obra.

Para las tomas de agua por extracción directa, a diferencia de las obras de represamiento, el criterio utilizado por la Administración al momento de otorgar el derecho de uso de agua restringe las extracciones máximas a la disponibilidad de agua en la cuenca. La asignación del derecho de uso no garantiza la disponibilidad permanente del caudal otorgado, quedando sujeta a las condiciones hidrológicas del curso. Cuando el caudal disponible se torne insuficiente, se establecerán mecanismos de prevención de riesgo hídrico, con turnos de extracción o disminución de volúmenes, según lo establece el Art. 186 del Código de Aguas, y en el marco de las Juntas Regionales de Riego. La activación de dichos mecanismos queda supeditada a la comunicación oficial por parte de la Dirección Nacional de Aguas de avisos y advertencias de sequía, según la reglamentación del Art 462 de la Ley 20.446 del 2026.

2. Metodologías para la determinación de caudales ambientales

Existen variadas metodologías de estimación de caudales ambientales que se pueden agrupar en métodos hidrológicos, ecohidráulicos y holísticos (Tharme 2003). Los métodos hidrológicos son la base de todas las metodologías y se fundamentan en que el régimen hidrológico natural es un factor principal para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Los métodos eco-hidráulicos y holísticos profundizan la evaluación integral, desde la modelación de hábitat hacia enfoques basados en ecosistemas y la inclusión de aspectos socio-culturales.

2.1. Métodos hidrológicos

Se basan en el análisis de series temporales de los caudales de un curso de agua. Estos datos pueden obtenerse del registro histórico de estaciones de aforo o mediante modelación numérica hidrológica-hidrodinámica.

Hay métodos que plantean un porcentaje del caudal promedio anual, por ejemplo, el método Tennant (1976), que se relaciona a grados de conservación. Este método fue ampliamente utilizado y se ha modificado incluyendo la variación estacional y mensual.

Otros métodos hidrológicos ampliamente utilizados en la gestión, se basan en la probabilidad de excedencia (Gordon et al. 1992), que deriva del análisis de la curva de frecuencia de ocurrencia, donde se observa la relación entre el caudal y el porcentaje de tiempo que es igualado o excedido. Se ha pasado de aplicar estimaciones anuales a mensuales a fin de mantener la variabilidad natural del caudal.

Existen métodos hidrológicos que establecen un régimen completo de caudales, como, por ejemplo, el método Aproximación por Rango de Variabilidad (RVA) (Richter et al. 1997), calculando parámetros hidrológicos de relevancia ecológica para cinco componentes que describen el régimen hidrológico.

En la Tabla 1 se describen ejemplos de los mencionados métodos hidrológicos.

Tabla 1. Descripción de ejemplos de métodos hidrológicos

Método	Descripción del cálculo	Fuente
Tennant Método Montana	o Porcentaje del caudal promedio anual en relación a grados de conservación para sostener la supervivencia en el hábitat acuático, diferenciando entre estación seca y húmeda. Porcentaje del caudal promedio estacional y mensual (Fraser 1978, Tessman 1980, García et al. 1999, entre otros).	Tennant 1976
Texas	Porcentaje de la mediana mensual basado en requerimientos ecológicos.	Matthews y Bao 1991



Probabilidad de excedencia	Probabilidad de excedencia expresada en porcentaje de tiempo donde el caudal es igualado o excedido, en base a la curva de frecuencia de ocurrencia del caudal. Al considerar su frecuencia de ocurrencia, la estimación se adecua mejor que con valores promedios en un curso de agua con un régimen variable.	Gordon <i>et al.</i> 1992
Aproximación por Rango de Variabilidad (RVA)	Caracteriza el régimen hidrológico usando parámetros hidrológicos de relevancia ecológica para cinco componentes que describen el régimen hidrológico (magnitud, frecuencia, duración, momento y tasas de cambio). El componente de caudales ambientales considera categorías de caudales bajos, extremadamente bajos, altos y pequeñas y grandes inundaciones. Algunos ejemplos de parámetros: <u>Magnitudes de las condiciones mensuales</u> - Media o mediana para cada mes. <u>Magnitud y duración de las condiciones extremas anuales</u> - Mínimo y máximo anual de 1, 3, 7, 30 y 90 días. <u>Momento de las condiciones extremas anuales</u> - Fecha juliana de cada máximo y mínimo anual de 1 día. <u>Frecuencia y duración de los pulsos bajos y altos</u> - Cantidad y duración de pulsos bajos y altos en cada año. <u>Tasa y frecuencia de cambios del caudal</u> - Tasas de subida y bajada. - Frecuencia, duración, temporada y tasas de cambio de caudales bajos, extremadamente bajos, altos y pequeñas y grandes inundaciones. Para la evaluación de la alteración hidrológica se comparan las medidas de tendencia central y dispersión con el régimen natural. Útil cuando se quiere representar la variabilidad hidrológica.	Richter <i>et al.</i> 1997, Richter <i>et al.</i> 1996.

2.2. Métodos eco-hidráulicos o de simulación de hábitat

Determinan el caudal ambiental integrando el análisis hidrodinámico del tramo del curso bajo estudio y los requerimientos o preferencias de hábitat de las especies que caracterizan el ecosistema fluvial. Analizan la respuesta de determinada especie o comunidad, por ejemplo, para peces, invertebrados, vegetación y otras comunidades, a cambios en el régimen hidrológico.

Un ejemplo de estos métodos de simulación de hábitat es la Metodología incremental del Caudal (IFIM) (Bovee 1986). A continuación, se describen las etapas del análisis (Tabla 2). Se pueden incluir otras variables fisicoquímicas y biológicas en mayor detalle.

Tabla 2. Descripción de ejemplos de métodos eco-hidráulicos

Método	Descripción del cálculo	Fuente
Metodología incremental del Caudal (IFIM)	El desarrollo de la metodología incluye las siguientes etapas: 1. Definición de los objetivos y del área de estudio 2. Selección de las especies, estado de vida o comunidad de estudio. 3. Construcción de un modelo hidrodinámico del sistema acuático en estudio. 4. Generación de curvas de preferencia de hábitat (velocidad, profundidad, cobertura, sustrato). 5. Descripción del hábitat potencialmente útil en relación al caudal. 6. Análisis de alternativas y recomendación del caudal ambiental.	Bovee 1986 y Bovee et al (1998)

2.3. Métodos holísticos

Permiten determinar regímenes hidrológicos necesarios para mantener la integralidad del ecosistema, además de los usos sociales y productivos. Contemplan factores biológicos, abióticos, socioeconómicos y el espectro completo del régimen hidrológico. Se pueden incluir diferentes comunidades, por ejemplo: peces, invertebrados, vegetación y otras de interés e índices de integridad ecológica.

Algunos ejemplos de estos métodos holísticos se describen en la Tabla 3:

Tabla 3. Descripción de ejemplos de métodos holísticos

Método	Descripción del cálculo	Fuente
Construcción en Bloques (BBM)	Consiste en tres módulos de análisis: 1. Preparación de talleres con la información hidrológica, ecológica, geomorfológica disponible o muestreada en el área de estudio.	King <i>et al.</i> 2000 y actualización en 2008



	2. Taller con los gestores de agua y profesionales especializados. 3. Integración de conocimiento hidrológico y ambiental. Generación de escenarios y sus consecuencias sociales y económicas. Proceso de participación para la toma de decisión.	
Respuesta Aguas abajo a una Transformación Impuesta del Caudal (DRIFT)	Consiste en cuatro módulos de análisis: 1. Biofísico: descripción de la naturaleza y el funcionamiento del río y establece las bases para predecir cambios relacionados a modificaciones de caudal. 2. Sociológico: identifica la población en riesgo, describe los usos del río y los perfiles de salud y desarrolla las bases para predecir los impactos sociales de los cambios en el río. 3. Desarrollo de escenarios: se identifican los posibles escenarios hidrológicos y se describen las potenciales consecuencias. 4. Socioeconómico: se calculan los costos de compensación y mitigación de los impactos en la población en riesgo para cada escenario. Como resultado se obtienen una serie de escenarios para la toma de decisión.	King <i>et al.</i> 2003
Límites Ecológicos de las Alteraciones Hidrológicas (ELOHA)	Marco metodológico que sintetiza variados métodos y consiste en los siguientes módulos de análisis: 1. Análisis del régimen hidrológico en base a serie de datos de caudal y/o modelación hidrológica de precipitación-esorrentía. Considera las características de la cuenca y los usos del agua. 2. Clasificación hidrológica. 3. Análisis de la alteración hidrológica. 4. Análisis de la respuesta ecológica al régimen natural y a la alteración hidrológica. 5. Proceso social que contribuye a definir los criterios de estándares de caudal ambiental, en base a la formulación de objetivos considerando las condiciones ecológicas aceptables, los valores sociales y las necesidades de gestión.	Poff <i>et al.</i> 2010



2.4. Tendencia de uso de las metodologías

Las metodologías se han diversificado y mejorado con la experiencia de su aplicación y el avance del conocimiento. En la Tabla 4 se sintetiza un análisis de las tendencias de uso de los diferentes tipos de metodologías y algunas recomendaciones para su aplicación según Poff *et al* (2017).

Tabla 4. Tendencia de uso de las metodologías y recomendaciones para su aplicación de los diferentes tipos de metodologías según Poff *et al* (2017)

Tipos de metodologías	Tendencia de uso de las metodologías y recomendaciones para su aplicación según Poff <i>et al</i> (2017)
Hidrológicos	Métodos ampliamente utilizados. Los métodos que determinan un caudal mínimo no son adecuados para situaciones complejas o posibles conflictos o para un régimen hidrológico muy dinámico. Se usan como herramienta para métodos ecohidrológicos y holísticos. Aplicables a sistemas con información deficiente y limitada información ecológica. Tiene potencial de regionalización para diferentes ecotipos fluviales. Los métodos más elaborados han avanzado en un enfoque basado en el régimen hidrológico que estima un rango de parámetros hidrológicos ecológicamente relevantes como la magnitud, la frecuencia, el momento y la duración, tanto de inundaciones como de sequías.
Eco-hidrológicos	Generalmente usados en cursos de agua de moderada a alta importancia, con complejidad y necesidad de llegar a acuerdos. Comúnmente utilizados con los métodos holísticos. Han avanzado desde el foco en una sola especie hacia las comunidades, y ensambles. Son considerados útiles para examinar escenarios alternativos de caudales ambientales para varias especies o comunidades, estados de vida y ensambles.
Holísticos	Generalmente usados en cursos de agua de importancia estratégica y alta conservación, con un contexto complejo y posibles conflictos. Usados en la planificación para proteger altos valores de conservación. También utilizados para definir objetivos de restauración, o conservar los valores socioecológicos y los servicios ecosistémicos. Con atención reciente en el análisis de los componentes del ecosistema y en algunos casos de las funciones y procesos. Las aplicaciones a escala regional, deberían estar integradas al sistema de gestión del agua.

Dichas recomendaciones coinciden con las propuestas para la incorporación de los caudales ambientales en la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay (UNESCO 2014), donde se plantea que la selección metodológica dependerá del objetivo ambiental y tendrá que ser

caso a caso, según el grado de conflictividad, el interés de conservación, las características del sistema y de las obras hidráulicas y las condiciones que se desea mantener.

3. Recomendaciones para la selección metodológica y la determinación de caudales ambientales

3.1. Criterios de selección metodológica a escala de cuenca

El art.4 del decreto 368/018 establece que el Ministerio de Ambiente determinará los caudales ambientales por cuenca hidrográfica. La determinación de caudales ambientales por cuenca se realizará en el marco de los planes de cuenca, con el liderazgo del MA y con las organizaciones o ámbitos de participación para la gestión integrada de los recursos hídricos que corresponda según la cuenca. La aplicación será en etapas, con pilotos y promoviendo el desarrollo de líneas de investigación necesarias. Las definiciones que se realicen desde la Administración a escala de cuenca se deberán considerar en la determinación a escala de obra, según las especificaciones en cada caso. Principalmente, se busca tener mayor conocimiento del régimen hidrológico y de características de relevancia para la conservación, como parámetros o variables necesarios a considerar en la cuenca. Además, se espera que se contribuya desde variadas disciplinas y desde los ámbitos de participación a una mejor aplicación de caudales ambientales.

Se recomiendan diferentes metodologías para la determinación de caudales ambientales para cuencas de nivel 2.

Para la selección de la metodología se deben considerar los siguientes aspectos:

1. **Tipo de uso del agua** (ej: el consumo humano es un uso prioritario por lo tanto podrá tener consideraciones diferenciales en relación con otros usos, riego, industria, energía, otros usos).
2. **Aspectos de importancia para la conservación** (ej.: áreas protegidas y otras variables de relevancia para la conservación (presencia de especies prioritarias, ecosistemas de relevancia nacional o internacional, otros).
3. **Porcentaje de presión sobre los recursos hídricos** (Anexo II). El porcentaje de presión hídrica se calcula considerando el cociente entre el aporte medio del cuatrimestre de verano (diciembre a marzo) por cuenca de nivel 2 y los volúmenes otorgados para ese cuatrimestre para las obras de aprovechamientos de aguas superficiales (embalses, tanques y tomas) registradas en Dinagua y se identifican las principales cuencas de prioridad para el abastecimiento a la población. Es necesario considerar que los valores promedios no son frecuentes, dada la variabilidad hidrológica. Para el régimen hidrológico del país se considera como criterio de baja presión cuando el valor calculado es menor al 5% en base al aporte medio de verano, dado que el Q80 representa en promedio el 5% del caudal medio de verano y, por tanto, puede generar presión en verano.

Por lo tanto, considerando los 3 aspectos mencionados anteriormente se establecen los siguientes criterios para la recomendación de los métodos a utilizar, independientemente de que a la fecha exista la información para poder aplicarlo. En ausencia de información se aplicarán

los métodos hidrológicos. Ver Tabla 5 y ver Anexo II por mayor información de las variables a considerar en el contexto de cuenca.

Tabla 5. Recomendaciones para la selección metodológica de caudales ambientales para cuencas de nivel 2

		Presión sobre los recursos hídricos	
		Porcentaje de volúmenes otorgados para aprovechamientos de aguas en el cuatrimestre diciembre-marzo en base al aporte medio de verano.	
		Menor a 5%	Mayor a 5%
Importancia para la conservación y el uso sustentable del agua	Zonas con baja o nula relevancia para la conservación y sin uso prioritarios	Método hidrológico Q80 (% de excedencia)	
	Áreas protegidas públicas o privadas u otras áreas de conservación (ej: sitios Ramsar, Reservas de Biósferas, humedales de importancia ambiental según Decreto N°228/025)	Método eco-hidráulico	Método holístico / Método eco-hidráulico
	Áreas de relevancia para conservar los procesos ecológicos vinculados a la variabilidad hidrológica y para la gestión del riesgo de sequías e inundaciones	Recomendable ampliar el análisis del régimen hidrológico con el método de aproximación por rango de variabilidad (RVA).	
	Aguas arriba de cuencas cuya prioridad para el uso es agua para abastecimiento a las poblaciones.	Prioridad para las obras destinadas al abastecimiento de agua potable. El caudal para otros usos queda sujeto a la evaluación de la disponibilidad por parte de la Administración.	
		Método de aproximación por rango de variabilidad (RVA)	

El **método hidrológico** se calculará mediante diferentes probabilidades de excedencia (ver sección 3.2.1), siempre incluyendo los básicos de Q80 y de Q90 (en condiciones de sequía).

Además, en los casos necesarios se calcularán los parámetros del método Aproximación por Rango de Variabilidad (RVA), que se describe en la Tabla 1, en base a la serie de caudales diarios, y siguiendo las referencias metodológicas de Richter et al. (1997) y Richter et al. (1996).

Para el **método eco hidráulico** se aplicarán los pasos que se mencionan en la Tabla 2 y referencias bibliográficas sobre la metodología en Bovee (1986) y Bovee et al (1998) y ejemplo de aplicación en Unesco (2014).

En el caso de aplicar **métodos holísticos** se realizarán en el marco de los ámbitos de participación para la gestión integrada de los recursos hídricos, siguiendo las metodologías de la Tabla 3, los manuales y bibliografía citada.

Los **criterios y recomendaciones para la selección de los métodos** a utilizar que se mencionan en la Tabla 5, se describen a continuación:

a) En zonas con baja o nula relevancia para la conservación y sin uso prioritarios

Se recomienda utilizar métodos hidrológicos Q80 independientemente del porcentaje de presión sobre los recursos hídricos.

b) En áreas protegidas públicas o privadas u otras áreas de conservación (ej: sitios Ramsar, Reservas de Biósferas, humedales de importancia ambiental mencionados en el Decreto Nº228/025 entre otras zonas para la conservación)

Se recomienda aplicar métodos eco hidráulicos independientemente del porcentaje de presión de recursos hídricos. Esto abarca las cuencas de Río Queguay Grande; Río Uruguay entre río Queguay Grande y río Negro; Océano Atlántico entre Punta del Este y Ao. Maldonado; Laguna Castillos.

En el caso de las cuencas con un porcentaje de presión de los recursos hídricos mayor a 5% en base al aporte medio de verano y que también son cuencas de importancia para la conservación, se recomienda la aplicación de métodos holísticos. La superposición de dichos criterios ocurre en las cuencas: del Río Cuareim; Río Uruguay entre río Cuareim y río Arapey Grande; cuenca alta y desembocadura del Río Negro; Río Santa Lucía; Laguna Merín; Laguna Negra. En el caso en que se considere este método holístico también se aplica en el marco de las cuencas con comisiones de cuenca.

c) En áreas de relevancia para conservar los procesos ecológicos vinculados a la variabilidad hidrológica y para la gestión del riesgo de sequías e inundaciones

Se recomienda estudiar en mayor detalle la variabilidad hidrológica. En especial en zonas con una presión mayor a 5% sobre los recursos hídricos y con presencia de obras para uso de agua para abastecimiento a la población (OSE) o represas hidroeléctricas (UTE) es recomendable ampliar el análisis del régimen hidrológico, con el método de Aproximación por rango de variabilidad (RVA), diferenciando en años secos, medios y caudalosos. Esto ocurre en las cuencas: Río Uruguay entre río Arapey Grande y río Daymán; Río Daymán; San Salvador; algunas subcuencas del Río Negro; Río de la Plata entre río Santa Lucía y Ao. Pando; Río de la Plata entre Ao. Pando y Ao. Solís Grande; Laguna del Sauce

d) Aguas arriba de cuencas cuya prioridad para el uso es agua para abastecimiento a las poblaciones

Independientemente de la presión sobre el recurso hídrico y debido a que las obras destinadas al abastecimiento de agua a la población son prioritarias, se debe respetar un régimen hidrológico que permita un uso sostenible del recurso hídrico. A estos efectos, el caudal disponible para otros usos en la cuenca aguas arriba de obras destinadas al abastecimiento a la población queda sujeto a la evaluación de la disponibilidad por parte de la Administración. Se recomienda utilizar el método de RVA.

3.2. Criterios para la selección metodológica a escala de obra

Para calcular el caudal ambiental que las obras hidráulicas deberán dejar escurrir (Art. 8 del Decreto 368/018), dada la variabilidad hidrológica y los antecedentes de gestión a nivel nacional, se recomienda la utilización del método hidrológico de probabilidad de excedencia mensual o estacional como base mínima.

No se recomiendan métodos hidrológicos que resulten en valores anuales, ni que se basen en cálculos de valores promedios. La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis para la planificación y la gestión de los recursos hídricos. El análisis del contexto general de cuenca también es necesario considerarlo y profundizarlo en el estudio de la obra hidráulica a nivel de subcuenca.

Como criterio general se aplica un caudal ambiental básico, para cualquier curso o cuerpo de agua superficial, del 80 % de probabilidad de excedencia (Q80) mensual o estacional, expresado como valor medio diario.

El informe hidrológico del permiso de obra debe incluir la determinación del volumen correspondiente a caudales ambientales, la estimación del volumen escurrido en un año con régimen de precipitación media, el análisis de riesgo de déficit por variación interanual, la estimación del caudal de crecida máxima y el dimensionado hidráulico correspondiente a la obra de descarga del caudal ambiental.

Para la determinación de caudales ambientales a escala de obra, se establecen los siguientes criterios:

- Cuando se aplique el **método hidrológico de probabilidad de excedencia**, deberá escurrir aguas abajo de la obra, como mínimo, el **caudal correspondiente al 80 % de probabilidad de excedencia (Q80)**, calculado en forma mensual o estacional sobre valores medios diarios.
- Cuando el balance mensual al embalse resulte en el vertido permanente por excedentes fuera del período de estiaje (DIC-MAR), podrá considerarse en el diseño un caudal ambiental equivalente al del cuatrimestre DIC-MAR, para todo el año.
- Cuando la obra se ubique en una **zona de relevancia ambiental, o aguas arriba de ella a una distancia menor a 5 km**, se aplicará un **método ecohidráulico**, independientemente del tamaño de la cuenca. Si la información disponible no lo permite, se podrá aplicar el método hidrológico con el 70 % de probabilidad de excedencia (Q70), mensual o estacional, sobre valores medios diarios.
Se entiende por zonas de relevancia ambiental las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas u otras medidas eficaces para la conservación basadas en áreas (por ejemplo: Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, reservas privadas y humedales de importancia ambiental definidos por el Decreto Nº 228/025.
- En los períodos en que el **aporte de la cuenca sea nulo**, el caudal ambiental se considerará igual a cero para el mismo período.
- Durante condiciones de **advertencia por sequía hidrológica**, declarada en el marco del Art. 462 de la Ley 20.446, se deberá respetar como condición de operación un caudal ambiental correspondiente al 90 % de probabilidad de excedencia (Q90), mensual o

estacional, sobre valores medios diarios, tanto para embalses como para extracciones de agua. En ningún caso el caudal ambiental exigido podrá ser superior al caudal natural de aporte de la cuenca en ese período, pudiendo llegar a cero.

La selección metodológica para la determinación de caudales ambientales a escala de obra se basa en la potencialidad de que la obra hidráulica altere o afecte una zona de relevancia ambiental.

Los responsables de la obra podrán presentar estudios para demostrar que la utilización de un caudal ambiental diferente al mencionado, no tiene impactos en la zona de relevancia ambiental que se desea conservar.

La existencia de un embalse en un curso de agua introduce un elemento de regulación que modifica el régimen natural de caudales aguas abajo de la obra. La magnitud de dicha modificación depende no solo de la capacidad de almacenamiento sino también de las reglas de operación adoptadas, es decir, del criterio con que se gestiona el embalse ante situaciones de demanda simultánea entre el caudal ambiental y el uso productivo. Un análisis de simulación operativa que contemple distintos escenarios de gestión permite cuantificar esta influencia y evaluar en qué medida las reglas operativas adoptadas garantizan el cumplimiento del caudal ambiental a lo largo del tiempo. Dicho análisis constituye una herramienta complementaria de carácter opcional que aporta elementos de juicio para la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico.

3.2.1 Pasos a seguir para la determinación del caudal ambiental mediante el método hidrológico de probabilidad de excedencia

A continuación, se orienta sobre las fuentes de información hidrológica y el procedimiento para la estimación del caudal ambiental mediante el método hidrológico de probabilidad de excedencia.

La probabilidad de excedencia es expresada en porcentaje de tiempo donde el caudal es igualado o excedido, en base a la curva de frecuencia de ocurrencia del caudal.

1) Disponibilidad de datos de caudal

Cuando en el tramo del curso de agua a intervenir se disponga de datos de una estación hidrométrica cercana, ya sea del Servicio Hidrológico o de otros proveedores (UTE, CTM-SG, etc) con series históricas de al menos 20 años de observaciones de datos de caudales diarios, que representen el régimen hidrológico natural de escurrimiento, se utilizarán las estadísticas correspondientes a dicha estación. Estos resultados estadísticos podrán extrapolarse a cuencas geográficamente próximas e hidrológicamente semejantes (tamaño, régimen de precipitaciones y temperaturas, relieve y tipos de suelos) con la debida fundamentación técnica.

2) Ausencia de datos de aforo

Cuando no se disponga de información histórica de estaciones de aforo cercanas, el caudal ambiental se podrá estimar por métodos alternativos, siempre que se justifique y detalle claramente el procedimiento utilizado. Se admiten las siguientes alternativas:

- Utilizar información generada localmente, siempre que sea lo suficientemente precisa para describir los estiajes característicos del área de estudio.
- Utilizar un modelo hidrológico continuo precipitación-escorrentía de paso diario verificado para condiciones hidrológicas similares, obtener una serie simulada de caudales diarios de por lo menos 20 años, y deducir de ésta el estadístico indicado (ej. excedencia del 80 % de las medias diarias por períodos mensuales o estacionales). En la Tabla 6 del Anexo I se sugieren algunos modelos hidrológicos aplicables.
- Aplicar el estadístico normalizado correspondiente a la región de estudio, a partir de la Regionalización de estadísticas de caudales (Dinagua 2025 – Anexo I) para obtener la probabilidad de excedencia estacional.
- Deducir un ciclo medio anual de caudales característico en la cuenca de estudio considerando el *“Manual de diseño y construcción de pequeñas presas”* (Dinagua-IMFIA 2011), y aplicar el estadístico normalizado correspondiente a partir de la Regionalización de estadísticas de caudales mencionado anteriormente.

Para aplicar las alternativas anteriores de estimación se debe considerar la representatividad estadística tanto de los datos medidos de caudal como de los simulados mediante modelos. Para eso se deberán utilizar series de datos de longitud mínima 20 años. Se debe considerar además la existencia de incertidumbre asociada a la información de base, y en el caso de los modelos además la de su parametrización.

A efectos de estimar el caudal ambiental se podrá considerar a modo de referencia valores de caudales específicos de porcentaje de frecuencia de ocurrencia, según los criterios mencionados en las secciones 3.1 y 3.2 de la presente guía, en base a la Regionalización de estadísticas de caudales (Dinagua 2025) y que también se detalla en la Tabla 7 (Anexos I), asociados a cuatrimestres de los períodos Abril - Julio, Agosto - Noviembre y Diciembre - Marzo. Esta alternativa de estimación que asume la validez de caudales específicos entre cuencas de una misma región, admite excepciones que deberán ser debidamente justificadas en base a características fisiográficas, edáficas, geológicas y de cobertura del suelo, dado que la respuesta hidrológica no es únicamente función del área de drenaje.

Para la estimación se trazará la cuenca de aporte con cierre en el punto donde se ubicará el dique y luego se le asociará el valor de caudal específico que le corresponda según en qué cuenca nivel 2 se sitúe.

Luego se calculará:

Caudal ambiental del cuatrimestre 1 = $\text{ÁreaCuenca (km}^2\text{)} \times q_1(80 \%) \text{ (l/s/km}^2\text{)}$

Caudal ambiental del cuatrimestre 2 = $\text{ÁreaCuenca (km}^2\text{)} \times q_2(80 \%) \text{ (l/s/km}^2\text{)}$

Caudal ambiental del cuatrimestre 3 = ÁreaCuenca (km²) x q3(80 %) (l/s/km²)

Corresponde observar que igualmente seguirá siendo válida la estimación por parte del proponente de un caudal ambiental mediante los procedimientos antes mencionados.

Ejemplo de aplicación del método hidrológico de probabilidad de excedencia mediante regionalización de estadísticas de caudales

El presente ejemplo ilustra la estimación del caudal ambiental en el punto de cierre de una cuenca sin estación hidrométrica cercana, correspondiente a un embalse ficticio ubicado en la cuenca nivel 2 (C2) del río Arapey Grande, en el departamento de Salto. Los parámetros del embalse considerado son:

- Altura del dique (H) mayor a 5 m
- Volumen embalsado mayor a 0,6 hm³
- Área de la cuenca 6,7 km².

Dado que no se dispone de registros históricos de caudal en el sitio de interés, se aplica el estadístico normalizado.

Cálculo del caudal ambiental estacional

El territorio uruguayo se divide en 3 regiones hidrológicas principales, subdivididas en subregiones definidas por conjuntos de C2 geográficamente contiguas con comportamientos hidrológicos similares, determinados por características geomorfológicas, edáficas y micro regiones climáticas. A cada C2 le corresponde un conjunto específico de estadísticos regionalizados que permiten determinar la curva de permanencia del régimen de caudales y, con ella, los percentiles de caudal. La Tabla 7 (Anexo I) presenta los caudales específicos estacionales q_j (X%) por coeficientes regionalizados por C2¹.

Por lo tanto, el caudal ambiental estacional para el caso de ejemplo considerado se obtiene como:

$$Q_{ambiental,j} = q_j(FF \%) \cdot A$$

Donde:

- q_j = estadístico normalizado para el período j y el percentil seleccionado (FF = 80, según corresponda).
- $Q_{ambiental,j}$ = el caudal ambiental para el período j.
- A = área de la cuenca (km²)

¹ Regionalización de Estadísticas de Caudales de DINAGUA (2025).

Una vez identificada la C2, el caudal específico medio por cuatrimestre (q_{medio} , en $L/s.km^2$) se obtiene directamente de la Tabla 7 (Anexo I).

Para este caso, la CN2 a la que pertenece la cuenca definida según el punto de cierre es: *río Arapey Grande* (código 13). El caudal medio por cuatrimestre en el punto de cierre es:

Cuatrimestre	$q_j(80\%)$	$Q_{\text{ambiental}}$
	$L/s.km^2$	L/s
abr - jul	0,93	6,2
ago - nov	0,92	6,2
dic - mar	0,25	1,7

3.2.2. Pasos a seguir para la determinación del caudal ambiental mediante el método ecohidráulico

El método ecohidráulico o de simulación de hábitat denominado Metodología Incremental del Caudal (IFIM) (Bovee 1986, Bovee et al 1998) se utilizará cuando exista la información disponible e incluye las siguientes etapas:

Etapas 1: Definición de los objetivos y del área de estudio.

Etapas 2: Selección de las especies o comunidad biológica, estado de vida o comunidad de estudio en base a información biológica o monitoreo de especies.

Etapas 3: Construcción de un modelo hidrodinámico del sistema acuático en estudio o aforos del área de estudio. En ambos casos se debe contar con una adecuada representación de la velocidad y la profundidad en función del caudal, en la sección transversal del cauce y para el mayor rango de caudal posible.

Etapas 4: Generación de curvas de preferencia de hábitat (velocidad, profundidad, cobertura, sustrato) construida en base a información existente o consulta a especialistas para la generación de un modelo de hábitat.

Etapas 5: Determinación de la velocidad y profundidad en función del caudal a partir del modelo hidrodinámico o aforos.

Etapas 6: Descripción del hábitat potencialmente útil para la especie o comunidad biológica en relación al caudal.

Etapas 7: Análisis de alternativas y recomendación del caudal ambiental en base al punto de inflexión entre el hábitat potencialmente útil y el caudal.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de aplicación extraído de Unesco (2014) y se puede profundizar sobre la metodología en Bovee (1986) y Bovee et al (1998).

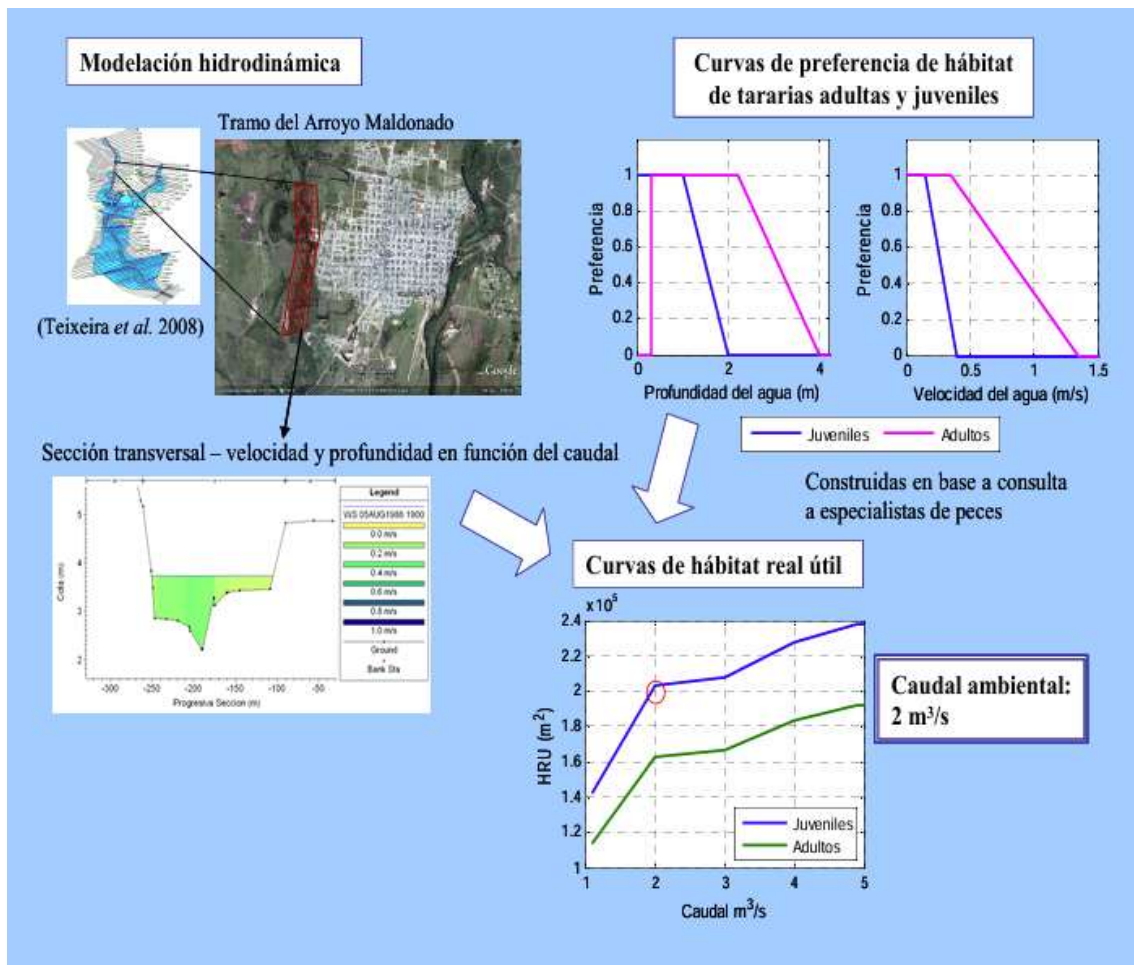


Figura 3. Ejemplo de aplicación del método ecohidráulico extraído de Unesco (2014).

De no ser posible aplicar el método se deberá realizar un monitoreo de las comunidades biológicas presentes (peces, invertebrados, vegetación u otras que pueda verse afectadas o ser de interés), junto con los parámetros de caudal, nivel y velocidad de agua en la sección de estudio, incluyendo diferentes ambientes, situaciones hidrológicas y épocas del año y reportarla al MA.

4. Monitoreo y control del caudal ambiental en obras hidráulicas

El Ministerio de Ambiente tiene a su cargo el contralor en el cumplimiento del decreto de caudales ambientales (Dto 368/018). Las infracciones al decreto son sancionadas de conformidad con lo dispuesto por el Decreto 349/005, y, cuando se trate de proyectos no comprendidos en el marco del régimen de evaluación de impacto ambiental, por lo previsto en el Decreto 123/999.

Desde las oficinas regionales de Dinagua se realiza 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 mediante la cual se otorga el Derecho de Uso de Aguas Públicas. En las inspecciones a campo se corrobora que la información contenida en los proyectos a consideración sea correcta y que las obras una vez construidas se mantengan en buen estado, a efectos de garantizar la seguridad de las mismas. **El usuario es responsable de monitorear la obra y suministrar los datos a la Administración**, lo cual es de utilidad para conocer el recurso que se está utilizando y también para realizar una óptima gestión del agua.

Tal como lo establece el decreto 368/018 las obras hidráulicas para aprovechamiento de las aguas deberán prever, desde la etapa de proyecto, la **infraestructura que permita**, tanto en la fase de obra como en la operación, **que escurra aguas abajo el caudal ambiental** que corresponda y las condiciones ambientales que determine el Ministerio de Ambiente.

Dispositivos para erogar el caudal ambiental en embalses

Para otorgar un Derecho de Uso de Aguas Públicas mediante un embalse desde los años 80' la Dinagua, y anteriormente la Dirección Nacional de Hidrografía, exige la presencia de un dispositivo para dejar erogar el caudal de servidumbre, que a partir del Decreto 368/018 se corresponde al caudal ambiental con los ajustes correspondientes.

En caso de no presentar un dispositivo, ej. descarga con válvulas de evacuación, será necesario incluir algún mecanismo para dar cumplimiento a la normativa (a través de un sifón, tubería de descarga media o de fondo, etc.).

Control del nivel del embalse y del caudal ambiental

Para el control de nivel en el lago se deberá contar con una escala graduada y con cota referida al cero oficial y opcionalmente con un registrador automático de niveles referenciados de la misma forma. Para los casos comprendidos en la RM 970/2025 sobre telemetría de grandes usuarios, el registro mediante una estación automática y y envío de la información por telemetría es obligatorio.

En ciertos casos se podrá exigir, a criterio de la Administración, un dispositivo para aforar aguas abajo del embalse a fin de informar el caudal mensual circulante.

Control del caudal en los cursos de agua

Debido a la complejidad que implica la realización de curvas de aforo caso a caso, se realizará un monitoreo específico para el control del caudal circulante mediante curvas de aforo en



secciones controladas, en sitios puntuales acordados con la participación de usuarios con Derechos de Uso otorgados y vigentes, como, por ejemplo, las Juntas Regionales de Riego.

En algunos casos se podrá exigir la medición del caudal circulante donde se realiza la toma mediante nivel de agua y si es posible aforo.

ANEXOS

ANEXO I. Información hídrica, modelación hidrológica y regionalización de estadística de caudales

Información Hídrica

El Servicio Hidrológico de Dinagua cuenta con estaciones hidrométricas y se puede acceder a la información en el Observatorio Hidrológico². A partir de esto se realizan estudios de estadísticas hidrológicas que se publican en la web del MA.

Modelos hidrológicos

La selección y estructura del modelo hidrológico dependerá del objetivo de análisis y de que permitan simular una serie continua y extensa (mayor a 20 años) de datos de caudales diarios posible de aplicar en el punto de cierre de la cuenca de aporte de la obra en estudio y deducir los estadísticos de interés en cuencas no aforadas. Algunos ejemplos de modelos hidrológicos desarrollados en Uruguay que podrían ser de utilidad en este sentido se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Modelos hidrológicos escala diaria y sub diaria con antecedente de aplicación en Uruguay

Modelo hidrológico	Objetivo	Antecedentes
MGB-IPH - Modelo de grandes cuencas (Collischonn et al. 2007)	Cuantificación de la disponibilidad hídrica en la cuenca	Cuenca del Río Cuareim
	Evaluación del estado y perspectiva hidrológica	Cuenca del río Uruguay
	Previsión de nivel y caudal para alerta temprana por inundaciones en la cuenca.	Cuenca del Laguna Merín
GR4J - Ingeniería rural con 4 parámetros diarios (Perrin et al. 2003) y regionalización para Uruguay (Narbondó et al., 2020)	Estimación del caudal en cuencas no aforadas	Aplicable a cuencas de menos de 5000 km ²
SWAT - Soil and Water Assessment Tool (Arnold et al. 1998)	Estimar los impactos de uso de suelo sobre la cantidad y calidad de agua	Cuenca del Río Santa Lucía

² https://www.ambiente.gub.uy/informacion_hidrica/index.php



WFLOW-SBM	Cuantificación de la disponibilidad hídrica y previsión de nivel para alerta temprana	Cuenca del Río Santa Lucía
SACRAMENTO (SAC-SMA)	Previsión hidrológica para alerta temprana por inundaciones	Cuenca del río Cuareim, Yí, Olimar Grande y Cebollatí

Regionalización de estadísticas de caudales

En Dinagua (2025) se describen los estadísticos más usuales para caracterizar los comportamientos hidrológicos de las distintas cuencas y se analizan correlaciones posibles entre esos parámetros, lo que introduce algunas pautas para su uso y regionalización con fines de extrapolación a cuencas no aforadas. En la Tabla 7 se presentan los estadísticos para la estimación de caudales específicos estacionales por coeficientes regionalizados por cuenca nivel 2 Siempre se deberá utilizar la versión más actualizada.



Tabla 7. Estadísticos para estimación de caudales específicos estacionales q_j (X %) por coeficientes regionalizados por cuenca nivel 2 (C2) Dinagua (2025).

C2	SUBCUENCA	AREA (km ²)	ABR-JUL			AGO-NOV			DIC-MAR		
			q1(70%)	q1(80%)	q1(90%)	q2(70%)	q2(80%)	q2(90%)	q3(70%)	q3(80%)	q3(90%)
10	RIO CUAREIM	8273	1.53	0.93	0.47	1.59	1.03	0.63	0.48	0.27	0.13
11	RIO URUGUAY entre Rio Cuareim y Rio Arapey Grande	2594	1.21	0.73	0.37	1.28	0.83	0.50	0.34	0.19	0.09
12	RIO ARAPEY CHICO	2166	1.40	0.84	0.43	1.34	0.87	0.53	0.43	0.24	0.12
13	RIO ARAPEY GRANDE (excepto Rio Arapey Chico)	9761	1.55	0.93	0.47	1.41	0.92	0.56	0.44	0.25	0.12
14	RIO URUGUAY entre Rio Arapey Grande y Rio Daymán	1636	1.01	0.61	0.31	0.94	0.61	0.37	0.26	0.15	0.07
15	RIO DAYMÁN	3436	1.25	0.75	0.38	1.08	0.70	0.43	0.36	0.21	0.10
16	RIO URUGUAY entre Rio Daymán y Rio Queguay Grande	1724	2.01	1.41	0.82	2.02	1.56	1.14	1.32	0.97	0.70
17	RIO QUEGUAY GRANDE	8599	2.33	1.64	0.95	2.23	1.72	1.25	1.17	0.86	0.62
18	RIO URUGUAY entre Rio Queguay Grande y Rio Negro	3754	1.44	1.01	0.59	1.63	1.26	0.92	0.80	0.59	0.43
19	RIO URUGUAY entre Rio Negro y Rio De La Plata	3654	1.00	0.70	0.41	1.99	1.54	1.12	0.70	0.52	0.37
20	RIO DE LA PLATA entre Rio Uruguay y Rio San Juan	1526	0.58	0.40	0.24	1.42	1.10	0.80	0.53	0.39	0.28
21	RIO SAN JUAN	1578	0.79	0.55	0.32	1.65	1.28	0.93	0.54	0.40	0.29
22	RIO DE LA PLATA entre Rio San Juan y Rio Rosario	929	0.77	0.54	0.31	1.62	1.25	0.91	0.46	0.34	0.25
23	RIO ROSARIO	1858	1.25	0.88	0.51	2.01	1.56	1.13	0.65	0.48	0.35
24	RIO DE LA PLATA entre Rio Rosario y Rio Santa Lucia	1858	1.38	0.87	0.48	2.70	1.94	1.20	0.50	0.36	0.24
26	RIO DE LA PLATA entre Rio Santa Lucia y ΔΔ. PANDO	1383	1.59	1.00	0.55	3.20	2.29	1.42	0.45	0.32	0.21
27	RIO DE LA PLATA entre ΔΔ. Pando y ΔΔ. Solís Grande	802	1.92	1.20	0.67	3.49	2.50	1.55	0.60	0.43	0.28
28	ΔΔ. SOLÍS GRANDE	1343	2.14	1.34	0.74	3.88	2.78	1.72	0.68	0.49	0.32
29	RIO DE LA PLATA entre ΔΔ. Solís Grande y Punta Del Este	910	2.16	1.36	0.75	3.81	2.73	1.69	0.60	0.43	0.28
30	OCEANO ATLÁNTICO entre Punta del Este y ΔΔ. MALDONADO	1499	2.26	1.42	0.78	3.82	2.74	1.69	0.64	0.46	0.30
31	OCEANO ATLÁNTICO entre ΔΔ. Maldonado y LAGUNA DE ROCHA	2555	2.20	1.38	0.76	3.79	2.72	1.68	0.51	0.37	0.24
32	OCEANO ATLÁNTICO entre Laguna De Rocha y ΔΔ. VALIZAS	1484	1.92	1.20	0.67	3.69	2.64	1.63	0.41	0.30	0.20



C2	SUBCUENCA	AREA (km ²)	ABR-JUL			AGO-NOV			DIC-MAR		
			q1(70%)	q1(80%)	q1(90%)	q2(70%)	q2(80%)	q2(90%)	q3(70%)	q3(80%)	q3(90%)
33	OCEANO ATLÁNTICO entre Δo. Vallzas y Δo. CHUY	1032	1.67	1.04	0.58	3.35	2.40	1.48	0.43	0.31	0.20
40	LAGUNA MERIN entre Río Yaguarón y Río Tacuarí	1977	3.04	1.90	1.05	4.73	3.39	2.09	0.81	0.58	0.38
41	RÍO TACUARÍ	4701	2.00	1.04	0.34	3.05	1.94	0.95	0.34	0.19	0.08
42	LAGUNA MERIN entre Río Tacuarí y Río Cebollati	1225	2.54	1.59	0.88	4.19	3.00	1.85	0.66	0.47	0.31
43	RÍO OLIMAR GRANDE	5330	3.05	1.91	1.06	4.15	2.97	1.84	0.91	0.66	0.43
44	Δo. DE GODOY / RÍO CEBOLLATI (excepto Río Olimar Grande)	12181	2.40	1.51	0.83	3.91	2.80	1.73	0.69	0.50	0.33
45	LAGUNA MERIN entre Río Cebollati y RÍO SAN LUIS	3115	1.96	1.23	0.68	3.55	2.54	1.57	0.51	0.37	0.24
46	LAGUNA MERIN entre Río San Luis y Δo. SAN MIGUEL	2209	1.88	1.18	0.65	3.48	2.49	1.54	0.48	0.35	0.23
50	RÍO NEGRO entre nacientes y Río Tacuarembó	11474	2.17	1.13	0.37	3.02	1.93	0.95	0.33	0.18	0.08
51	RÍO TACUAREMBÓ entre nacientes y Δo. Tacuarembó Chico	6841	4.28	2.34	0.91	4.54	3.08	1.93	0.77	0.50	0.29
52	Δo. TACUAREMBÓ CHICO	3512	4.06	2.22	0.87	4.03	2.73	1.71	0.68	0.44	0.26
53	RÍO TACUAREMBÓ entre Δo. Tacuarembó Chico y Río Negro	6006	2.21	1.16	0.38	3.03	1.93	0.95	0.33	0.18	0.08
54	RÍO NEGRO entre Río Tacuarembó y Rincón del Bonete	8890	1.90	0.99	0.32	2.54	1.62	0.79	0.36	0.19	0.08
55	RÍO NEGRO entre Rincón del Bonete y Río YI	5517	2.33	1.63	0.95	2.52	1.95	1.42	0.95	0.70	0.51
56	RÍO YI	13791	1.57	0.82	0.27	2.48	1.58	0.78	0.32	0.17	0.07
57	RÍO NEGRO entre Río YI y Rincón de Palmar	3815	1.47	1.03	0.60	2.37	1.83	1.34	0.78	0.58	0.42
58	RÍO NEGRO entre Rincón de Palmar y Río Uruguay	8689	1.52	1.07	0.62	1.95	1.50	1.10	0.87	0.65	0.47
60	RÍO SANTA LUCÍA entre nacientes y Río Santa Lucía Chico	5195	2.01	1.26	0.70	3.88	2.78	1.72	0.66	0.48	0.31
61	RÍO SANTA LUCÍA CHICO	2582	1.37	0.71	0.23	2.59	1.65	0.81	0.29	0.16	0.07
62	RÍO SANTA LUCÍA entre Río Santa Lucía Chico y Δo. Canelón Grande	671	1.16	0.61	0.20	2.25	1.43	0.70	0.25	0.14	0.06
63	Δo. CANELÓN GRANDE	727	1.46	0.92	0.51	2.98	2.13	1.32	0.45	0.32	0.21
64	RÍO SANTA LUCÍA entre Δo. Canelón Grande y Río San José	146	1.38	0.87	0.48	2.82	2.02	1.25	0.44	0.32	0.21
65	RÍO SAN JOSÉ	3585	1.20	0.63	0.20	2.08	1.32	0.65	0.29	0.16	0.07



CZ	SUBCUENCA	AREA (km ²)	ABR-JUL			AGO-NOV			DIC-MAR		
			q1(70%)	q1(80%)	q1(90%)	q2(70%)	q2(80%)	q2(90%)	q3(70%)	q3(80%)	q3(90%)
66	RÍO SANTA LUCÍA entre Río San José y Aq. Colorado	370	1.32	0.82	0.46	2.73	1.95	1.21	0.42	0.31	0.20
67	Aq. COLORADO	166	1.47	0.92	0.51	2.95	2.12	1.31	0.43	0.31	0.20
68	RÍO SANTA LUCÍA entre Aq. Colorado y Río de la Plata	101	1.39	0.87	0.48	2.99	2.14	1.32	0.40	0.29	0.19

ANEXO II. Variables a considerar en el análisis del contexto de cuenca

Información a considerar sobre la importancia para la conservación

Para el análisis de los sitios de importancia para la conservación se deberá considerar la siguiente información que se detalla a continuación y se puede encontrar en el Observatorio Ambiental Nacional³:

- Áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), u otras medidas eficaces de conservación basadas en áreas (por ejemplo: reservas privadas, Sitios Ramsar y Reservas de Biósfera)
- Sitios prioritarios para la conservación
- Humedales de Importancia Ambiental definidos en el Decreto N°228/025
- Bosque nativo

De tener información local también se recomienda considerar:

- Provisión de servicios ecosistémicos
- Presencia de ecosistemas de mayor vulnerabilidad y amenazados
- Presencia de especies prioritarias para la conservación
- Presencia de especies amenazadas
- Diversidad, estado de conservación y hábitos de las comunidades acuáticas ej: peces, invertebrados, vegetación u otra comunidad que pueda verse afectada o ser de interés
- Presencia de especies de valor medicinal, cultural o económico
- Presencia de especies exóticas invasoras
- Presencia de floraciones algales
- Dinámicas de sedimentos y nutrientes

Principales usos del agua

En el análisis a escala de cuenca es necesario considerar los principales usos del agua tales como la existencia de obras para el abastecimiento a la población, hidroeléctrico, agropecuario, industrial y de haber información el uso recreativo.

La información sobre obras de aprovechamiento registradas en Dinagua se pueden encontrar en el Observatorio Hidrológico ⁴.

En la Figura 4 se muestran las obras de agua superficial para abastecimiento a la población de OSE, de relevancia a considerar en la escala de cuenca por su prioridad de uso.

³ <https://www.ambiente.gub.uy/oan/>

⁴ https://www.ambiente.gub.uy/informacion_hidrica/index.php

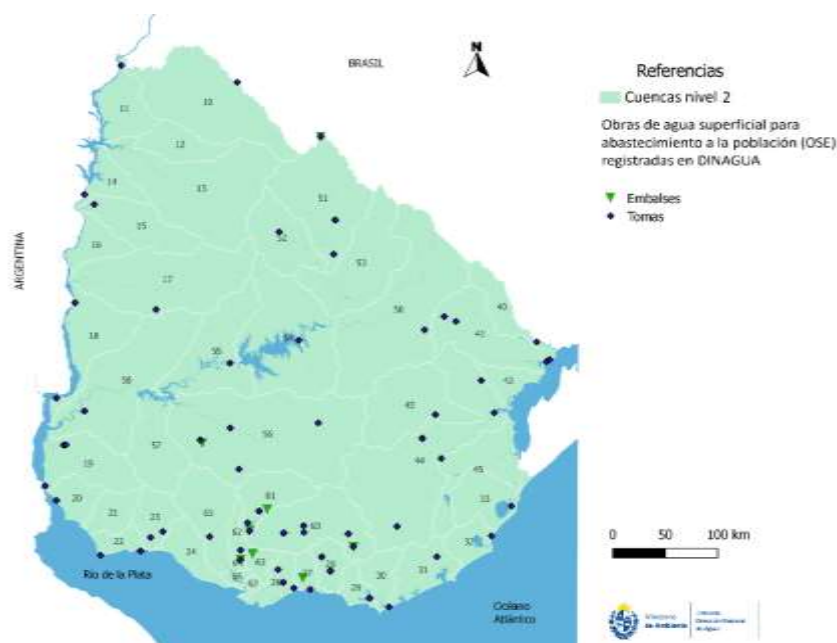


Figura 4. Obras de agua superficiales registradas para abastecimiento a la población (OSE)

% Presión sobre los recursos hídricos

En la Figura 5 se presenta un análisis del porcentaje de presión sobre los recursos hídricos según aporte medio de verano (diciembre a marzo) por cuenca nivel 2, considerando los volúmenes otorgados para ese cuatrimestre a las obras de aprovechamientos de aguas superficiales (embalses, tanques y tomas) registradas en Dinagua en el año 2024. Se identifican las principales cuencas de prioridad del uso del agua para abastecimiento a la población (por OSE) y deben considerarse las obras de la Figura 4.

Para el régimen hidrológico del país se considera como criterio de baja presión menor al 5%, dado que el Q80 representa en promedio el 5% del caudal medio de verano y por tanto puede generar presión en verano.

Cabe aclarar que el análisis de cuenca nivel 2 se realiza a modo de síntesis y puede mostrar sesgos generalizados por el registro de ciertas obras de gran porte que influyen en toda la cuenca o pueden no mostrar zonas comprometidas en subcuencas aguas arriba. Los mayores valores en la Laguna Merín pueden deberse a zonas en que la cuenca está regulada por ejemplo por la represa India muerta que no se utiliza todo el volumen y también por tomas que se ubican en canalizaciones.



Ministerio
de Ambiente

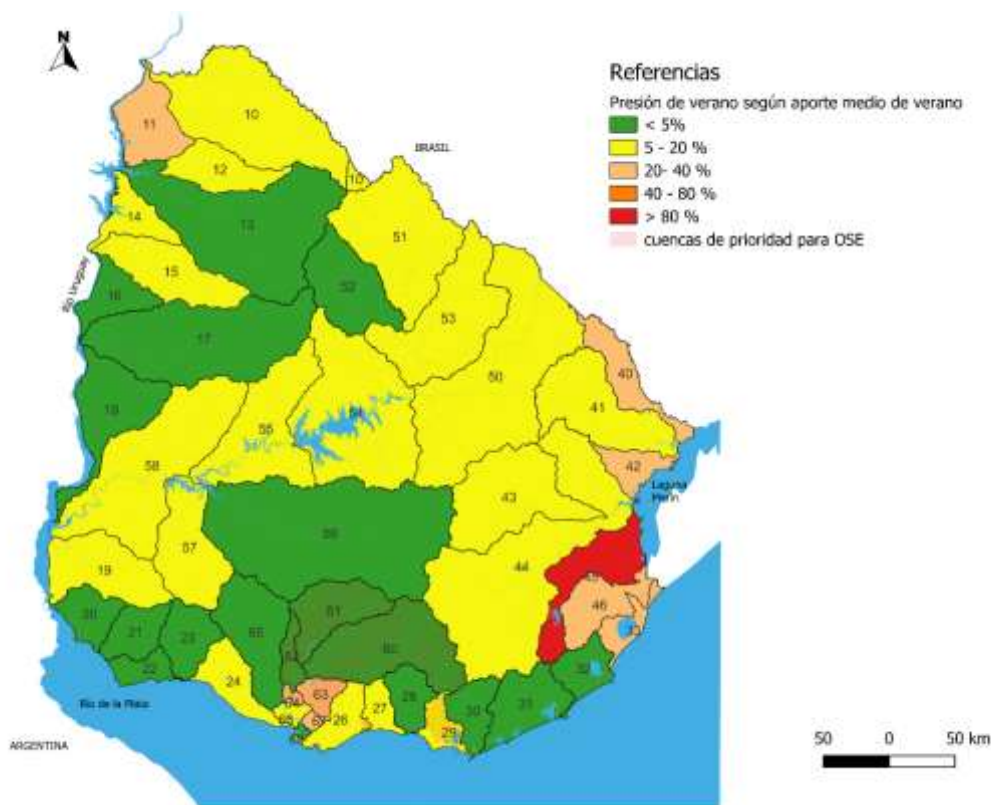


Figura 5. Porcentaje de presión según aporte medio de verano (diciembre a marzo) por cuenca nivel 2, considerando los volúmenes otorgados para obras de aguas superficiales (embalses, tanques excavados y tomas) en ese período registradas en Dinagua al 2024. Valores que se ajustan continuamente con el ingreso, vencimiento y renovación de obras del Registro Público de Aguas. No se incluyen las obras con fines de regulación y o ubicadas en zonas de afluencia. También se muestran las cuencas de prioridad para abastecimiento a la población (OSE).

GLOSARIO

Cuenca hidrográfica

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

Gestión integrada de recursos hídricos

Proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos naturales, con el fin de maximizar el bienestar humano resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP 2000).

Modelos hidrológicos

Los modelos hidrológicos son una representación simplificada del comportamiento hidrológico en la cuenca, con el objetivo de reproducir las variables hidrometeorológicas (humedad suelo, caudal, escorrentía, flujo subterráneo, etc.) y entender el comportamiento en la cuenca hidrográfica. La importancia de la modelación radica en el hecho de que permite conocer que podría suceder en el futuro debido a cambios en el patrón climático en la cuenca, urbanización, impacto en el uso de suelo, entre otras. Adicionalmente, el modelo permite conocer que está sucediendo en los puntos dentro de la cuenca, donde no existe medición. Sin embargo, debe tenerse en consideración, que los modelos hidrológicos no son perfectos y no crean información, solamente permiten un mejor uso de la información existente.

Probabilidad de excedencia

Porcentaje de tiempo durante el cual el caudal es igualado o excedido, en base a la curva de frecuencia de ocurrencia del caudal.

Régimen hidrológico

Variaciones del estado y características de una masa de agua que se repiten regularmente en el tiempo y en el espacio y que son cíclicas, por ejemplo, estacionales.

Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas (MA 2003). Son aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente contribuyen al bienestar humano o tienen un potencial para hacerlo en el futuro (EPA 2004).

BIBLIOGRAFÍA

- Arnold JG, Srinivasan R, Muttiah RS & Williams JR. 1998. Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 34(1), 73-89.
- Bovee KD. 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper 21. U.S. Fish Wildl. Ser. Biol. Rep. 86 (7). 235pp
- Bovee KD, Lamb BL, Bartholow JM, Stalnaker CB, Taylor J & Henriksen J. 1998. Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD 1998-0004.viii+131pp.
- Collischonn W, Allasia DG, Silva BC, Tucci CEM. 2007. The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modeling. Hydrol. Sci. J. 52, 878e895. [http:// dx.doi.org/10.1623/hysj.52.5.878](http://dx.doi.org/10.1623/hysj.52.5.878).
- Dinagua - IMFIA. 2011. Manual de diseño y construcción de pequeñas presas. MVOTMA-Dinagua, 2011. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/manual-diseno-construccion-pequenas-presas>
- Dinagua. 2025. Regionalización de estadísticas de caudales. División Servicio Hidrológico, Área de evaluación de sistemas hídricos, Dinagua, Ministerio de Ambiente. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/publicaciones-hidrologia>
- Dyson M, Bergkamp G & Scanlon J (Eds.). 2003. Caudal. Elementos esenciales de los caudales ambientales. Tr. José María Blanch. San José, C.R.: UICN-ORMA. xiv+125 pp.
- Gordon ND, Mc Mahon TA & Finlayson BL. 1992. Stream hydrology. An Introduction for ecologists. J. Wiley and Sons, Toronto.
- King JM, Tharme RE, de Villiers MS. (Eds.). 2000. Environmental flow assessments for rivers: Manual for the Building Block Methodology. Water Research Commission Technology
- King J, Brown C & Sabet H. 2003. A scenario-based holistic approach to environmental flow assessments for rivers. River Research and Applications, 19: 619–639.

- Matthews RC & Bao Y. 1991. The Texas method of preliminary instream flow determination. *Rivers* 2(4): 295-310.
- MVOTMA. 2017. Plan Nacional de Aguas
- Narbondo S, Gorgoglione A, Crisci M & Chreties C. 2020. Enhancing physical similarity approach to predict runoff in ungauged watersheds in sub-tropical regions. *Water*, 12(2), 528.
- Horne AC, Webb JA, Stewardson MJ, Richter B & Acreman M. 2017. *Water for the Environment from Policy and Science to Implementation and Management*. Academic Press. 758pp.
- Perrin C, Michel C, Andréassian V. 2003. Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *J. Hydrol.* 279, 275–289.
- Poff NL, Allan JD, Bain MB, Karr JR, Prestegard KL, Richter BD, Sparks RE & Stromberg JC. 1997. The natural flow regime. A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47(11):769–784
- Poff NL, Richter BD, Arthington AH, Bunn S, Naiman RJ, Kendy E, Acreman M, Apse C, Bledsoe BP, Freeman MC, Henriksen J, Jacobson RB, Kennen JG, Merritt DM, O’Keeffe JH, Olden JD, Rogers K, Tharme RE & Warner A. 2010. The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology* 55: 147–170
- Poff NL, Tharme R & Arthington AH. 2017. Chapter 11 Evolution of environmental flows assesment science principles, and methodologies. In: Horne AC, Webb JA, Stewardson MJ, Richter B & Acreman M. 2017. *Water for the Environment from Policy and Science to Implementation and Management*. Academic Press.
- Richter BD, Baumgartner JV, Powell J & Braun DP. 1996. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology*, 10(4):1163-1174.
- Richter BD, Baumgartner JV, Wigington R & Braun DP. 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37:231-249.
- Tennant DL. 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. *Fisheries*, 1(4): 6–10.



Tharme RE. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications*, 19: 397–441

UNESCO 2014. Qué son los caudales ambientales y cuál es la perspectiva de su aplicación en Uruguay. Documento Técnico PHI-VIII UNESCO. Nº3. 28pp. Autores: Sabaj V, Rodríguez-Gallego L, Chreties Ch, Crisci M, Fernández M, Colombo N, Lanzilotta B, Saravia M, Neme C, & Conde D.