Fortalecimiento del concepto de Caudales Ambientales como Herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

INFORME FINAL, Acuerdo PNUMA y Vida Silvestre Uruguay

Autores: Lorena Rodríguez-Gallego, Christian Chreties, Magdalena Crisci, Marianela Fernández, Noelia Colombo, Bibiana Lanzilotta, Matilde Saravia, Carolina Neme, Viveka Sabaj & Daniel Conde.

Colaboradores: Gabriel Oyhantçabal, Eleonora Leicht y Daniel de Álava.

Agradecimientos: queremos agradecer muy especialmente el apoyo de Naciones Unidas en especial de Dr. Diego Martino y MSc. Zelmira May. También de MSc. Valeria Pérez, Ing. Luis Reolón, Ing. Rodolfo Chao, Lic. Gabriel Yorda y MSc. Lizet De León de DINAMA por su participación activa en las instancias de discusión interinstitucionales. A Ing. Agr. Gabriel Oyhantçabal, MSc. Daniel de Álava y Arq. Eleonora Leitch por sus aportes en varias instancias del trabajo. A los entrevistados y participantes del Taller de Devolución de los Resultados por su colaboración.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO 4

A. ¿POR QUÉ CAUDALES AMBIENTALES EN URUGUAY? 8

A.1. OBJETIVOS DEL CONVENIO 10

B. REVISIÓN DEL CONCEPTO CAUDALES AMBIENTALES 10

B. 1. HISTORIA DEL CONCEPTO DE CAUDALES AMBIENTALES 13

C. REVISIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES 14

C.1. MÉTODOS HIDROLÓGICOS 14
C.2. MÉTODOS HIDRÁULICOS 18
C.3. MÉTODOS ECO-HIDRÁULICOS O DE SIMULACIÓN DE HÁBITAT 18
C.4. MÉTODOS HOLÍSTICOS 20

D. EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES EN LATINOAMÉRICA 22

D.1. COLOMBIA 25
D.2. COSTA RICA 25
D.3. BRASIL 26

E. DEFINICIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES PARA URUGUAY 27

F. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES A UN CASO PILOTO – HUMEDAL DEL ARROYO MALDONADO 29

F.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO 29
F.1.1. Caracterización física y biológica 29
F.1.2. Descripción socioeconómica 32
F.2. APLICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS 44
F.2.1. Descripción de la Metodología 44
F.2.2. Resultados Métodos Hidrológicos 45
F.3. MÉTODO ECO- HIDRÁULICOS 49
F.3.1. Descripción de la metodología 49
F.3.2. Determinación del caudal ambiental 56
F.3.3. Análisis comparativo de los resultados obtenidos de las diferentes metodologías de estimación de caudal ambiental 56
F.3.4. Aplicación ecohidráulica para comparar el efecto en la vegetación de marisma por alteraciones hidrológicas 57
F.4. MODELO HOLÍSTICO 60
F.4.1. Descripción de la metodología 60
F.4.2. Identificación y descripción de escenarios 60
F.4.3. Identificación de criterios socio-ambientales, valoración y ponderación 66
F.4.4. Resultado del modelo Holístico 67

G. LA OPINIÓN DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS 68
G.1. DEFINICIÓN DE LOS ACTORES A CONSULTAR 68
G.2. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL RELEVAMIENTO DE OPINIONES DE LOS ACTORES 69
G.2.1 Preguntas de investigación y definición de variables 69
G.2.2 Actores entrevistados 70
G.3. ANÁLISIS DE LAS CONSULTAS REALIZADAS A LOS ACTORES 71
G.3.1. Nivel de conocimiento sobre el concepto de "Caudales Ambientales" como herramienta de Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH). 71
G.3.2. Análisis de las fortalezas y debilidades para la implementación de una política pública que avance en este sentido 76
G.3.3. Tipo de Espacio Institucional que debiera promover estas políticas 85
G.3.4. Participación de los actores en este tipo de iniciativas 87
G.4. ANÁLISIS ESPECÍFICO SOBRE EL CASO DE ESTUDIO: ARROYO MALDONADO 90
H. REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL Y NACIONAL 95
H.1. METODOLOGÍA 95
H.2. TRATADOS INTERNACIONALES 95
H.2.1. Tratados fluviales 96
H.2.2. Tratados no fluviales 98
H.2.3. Comentarios sobre los tratados internacionales 99
H.3. MARCO JURÍDICO NACIONAL 100
H.3.1. Constitución 100
H.3.2. Ley sobre Políticas Nacional de Agua (PNA) 101
H.3.3. Código de Aguas. 102
H.3.4. Otras normas relativas a recursos hídricos 103
H.3.5. Competencias, gran dilema 106
H.3.6. Comentarios sobre la normativa nacional 107
I. RESULTADOS DEL TALLER CON ACTORES NACIONALES 109
J. CONCLUSIONES 112
J.1. COMPARACIÓN DE LAS TRES METODOLOGÍAS EMPLEADAS 112
J.2. RECOMENDACIONES - ELEMENTOS PARA UNA ESTRATEGIA DE INCORPORACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES A LA POLÍTICA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS 117
J.2.1. Normativa 117
J.2.2. Ámbitos de aplicación de caudales ambientales y gestión 118
J.2.3. Metodologías de estimación de caudales ambientales 119
J.2.4. Cómo seleccionar los métodos de estimación de caudales ambientales? 123
J.2.5. Capacitación de recursos humanos, investigación y desarrollo 125
J.2.6. Participación 125
J.2.7. Difusión 127
J.2.8. Otros Aspectos 127
BIBLIOGRAFÍA 129

RESUMEN EJECUTIVO

El concepto de caudales ambientales

El caudal ambiental fue definido por la Declaración de Brisbane en 2007 como la cantidad, periodicidad y calidad del caudal de agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y el bienestar humano que depende de estos ecosistemas. Existen varias definiciones de caudales ambientales que se han formulado a medida que se fue implementando y desarrollando su aplicación. El concepto de caudales ambientales surge de la necesidad, como sociedad, de establecer límites para la alteración del régimen hidrológico de forma que las cantidades de agua sean suficientes para mantener los recursos acuáticos. En un comienzo se hacía énfasis en la cantidad de agua, específicamente en ríos, y el interés estaba centrado en mantener el agua como recurso y las pesquerías. Luego, surge el paradigma de la conservación y restauración de los ríos, en el que se plantea el régimen hidrológico natural como un proceso clave para sostener la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas. Por otra parte, la gobernanza y los ámbitos de participación facilitan la organización y apropiación por parte de los ciudadanos de la ejecución de las políticas. En este sentido, con el objetivo de mantener un continuo uso sustentable del río como ecosistema acuático, surge la necesidad de aplicar esta nueva perspectiva ecológica y social para que guíe la gestión de recursos acuáticos. Los caudales ambientales se plantean como una herramienta a aplicar dentro del contexto de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en cuencas hidrográficas.

Uruguay no escapa a la creciente demanda de agua, al deterioro de su calidad y a la necesidad de ajustarse a los nuevos paradigmas de conceptualización de los ecosistemas y de participación social, y por tanto deberá nivelarse con las exigencias internacionales de gestión de recursos hídricos. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación del concepto de caudales ambientales como herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el país.

Las metodologías de estimación de caudales ambientales

Existen variadas metodologías de determinación de caudales ambientales que se pueden diferenciar según el enfoque disciplinar en: métodos hidrológicos, hidráulicos, eco-hidráulico y holístico. A partir de los años 70` se multiplicaron las metodologías de aplicación de caudales ambientales en Estados Unidos, desarrollando principalmente las hidrológicas y eco-hidrológicas. En cambio, en Australia, Nueva Zelanda y Sud África con experiencias más reciente se han desarrollado metodologías holísticas. En Latinoamérica las experiencias en general se basan en métodos hidrológicos y en segundo lugar hidráulicos y eco-hidráulicos. Los **métodos hidrológicos** se basan en el análisis de información de series temporales de caudales de los cursos de agua. Estos métodos se pueden agrupar en función del tipo de régimen de caudal que establecen, ya sea un único valor de caudal ambiental para todo el año, valores para cada mes, o un régimen completo de caudales. Los **métodos hidráulicos** involucran parámetros como la velocidad, profundidad, perímetro mojado, etc. y requieren la aplicación de herramientas de modelación. Los **métodos eco-hidráulicos** o de simulación de hábitat también utilizan los análisis hidráulicos pero además modelan la cantidad e idoneidad del hábitat acuático utilizable para un organismo objetivo, bajo diferentes regímenes hidrológicos. Los **métodos holísticos** aplican un abordaje interdisciplinario en el cual para

determinar el caudal ambiental se contemplan todos los factores biológicos y abióticos del sistema, así como el espectro completo del régimen hidrológico, incluyendo tanto su variabilidad espacial como temporal, y además se incluyen aspectos socioeconómicos.

En este proyecto se aplicó una estrategia de trabajo interdisciplinario e intercambio teórico-metodológico entre disciplinas mediante talleres de discusión conceptual y de avances. Además, en dichos talleres participaron periódicamente integrantes de DINAGUA, DINAMA y PNUMA, acompañando el proceso de discusión y avance, lo cual permitió integrar las percepciones desde la gestión en todas las etapas del trabajo. Entre las actividades realizadas se encuentran: 1- La revisión del concepto y de las metodologías de estimación de caudales ambientales y el análisis de experiencias de aplicación en Latino América (Colombia, Costa Rica y Brasil); 2- La conceptualización y adaptación del término caudales ambientales al país; 3- La aplicación de diferentes metodologías de determinación de caudales ambientales a un caso de estudio piloto; 4- El relevamiento de las opiniones de los actores en la conceptualización y perspectivas de aplicación de caudales ambientales a nivel nacional y local del caso de estudio; 5- La revisión de la normativa internacional y nacional. Finalmente, se identificaron los desafíos y oportunidades para la implementación de caudales ambientales como herramienta para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Uruguay.

Concepto de caudales ambientales y aplicación a un caso piloto en Uruguay

La definición de caudales ambientales adaptada a Uruguay surgió mediante la discusión interinstitucional de las dimensiones del concepto, la participación social en su aplicación, la integración de diferentes visiones disciplinares, la aplicación de la normativa y la priorización de ciertos usos. Así, se definió el término caudales ambientales como "Régimen hidrológico y calidad del agua de ecosistemas acuáticos continentales que asegure la sustentabilidad a largo plazo de la estructura y funcionalidad del ecosistema que mantenga los servicios ecosistémicos en la cuenca".

El sitio piloto fue el Arroyo Maldonado, donde se aplicaron tres tipos de metodologías: hidrológica, eco-hidrológica y holística para determinar el caudal ambiental. A modo de caracterización se describieron los aspectos físico-biológicos y socioeconómicos del caso de estudio. Dentro de los métodos hidrológicos se aplicaron variados estimadores que establecen un único valor de caudal ambiental (7Q10, Q95, Q85, ABF, 10%QMA, 25%QMA, 30%QMA), un valor de caudal ambiental mensual y un régimen completo de caudales ambientales (RVA). Los resultados muestran diferencias marcadas entre los estimadores aplicados.

La metodología eco-hidrológica IFIM se aplicó en un tramo del Arroyo Maldonado al oeste de la ciudad de San Carlos. Como prevé la metodología se determinó el caudal ambiental a partir de un modelo hidrodinámico combinado con curvas de preferencia de especies de peces y el cálculo del hábitat potencialmente útil. El resultado muestra un valor del mismo orden de magnitud que los obtenidos mediante la aplicación de los estimadores de los métodos hidrológicos. También se analizaron posibles efectos de cambios en la frecuencia de inundación producida por modificaciones hidrológicas en la vegetación de marisma, a partir de un muestreo de campo, análisis de imágenes satelitales y modelación hidrodinámica.

La metodología holística DRIFT se aplicó a modo de ejercicio. Para esto, se identificaron tres escenarios de cambios hidrológicos: actual, natural (escenario actual sin la extracción de agua para potabilizar y sin embalses en la cuenca) y crítico (triplicado del volumen de agua embalsado y aumento de la toma de agua para potabilización). Para la valoración de cada escenario se tomaron criterios ecológicos, sociales y económicos con una serie de atributos cuantificables. El escenario natural obtuvo el mayor puntaje, seguido del escenario actual. Pese a ciertas mejoras en los aspectos económicos en un escenario de mayor extracción de agua (escenario crítico), el resto de los atributos considerados disminuyeron su valor, contrarrestando dichas mejoras.

Opinión de los actores involucrados en la gestión del agua y legislación existente

Se recabó la opinión de los actores involucrados (estatales, económico - empresariales, de la academia, de la sociedad civil nacional y local) mediante entrevistas en cuanto a: 1- Nivel de conocimiento del concepto de caudales ambientales; 2- Fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas para la implementación de una Política Pública que avance en este sentido; 3- Características institucionales que debería tener un espacio que promueva la aplicación del concepto a la GIRH; 4- Actores y relaciones entre ellos que deberían existir para viabilizar una propuesta participativa.

Se realizó una revisión de los acuerdos internacionales aceptados por Uruguay y las normas nacionales en materia de gestión del agua y su dimensión ambiental, a los efectos de analizar la viabilidad jurídica de la incorporación del concepto de caudales ambientales. De los tratados internacionales se denota la necesidad de regular los recursos hídricos compartidos desde una óptica territorial y ecosistémica, así como de conservar y realizar un uso sostenible de las cuencas fluviales. La normativa nacional muestra un marco jurídico adecuado para incorporar el concepto de caudal ambiental. Existe un claro mandato constitucional de planificar, gestionar y controlar los recursos hídricos desde una dimensión social y ambiental. Además, se analizan las competencias en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Algunas conclusiones

A modo de discusión se realiza una comparación de las ventajas y desventajas de las metodologías de determinación de caudales ambientales. Los métodos hidrológicos e hidrodinámicos presentan las ventajas de un bajo costo, bajos requerimientos de información que para el país se encuentran disponible de manera aceptable y existen recursos humanos capaces de aplicarlos. Sin embargo, en general tienen baja relación con el funcionamiento ecológico. Los métodos eco-hidráulicos representan un desafío mayor porque requieren mayor cantidad de información que debe ser obtenida en campo para cada caso y por tanto tienen mayor costo, pero se relacionan con el funcionamiento ecológico de los sistemas acuáticos. A pesar de que estos métodos no se emplean en el país existe la capacidad técnica para llevarlos a cabo. Los métodos holísticos tienen ventajas destacables como su alta integración de aspectos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos, y la evaluación de diferentes escenarios que permiten instancias de negociación y participación. Esta metodología tiene la desventaja que requiere mucha información y es más costosa.

Por último, se plantean recomendaciones como aporte a una estrategia de incorporación de caudales ambientales a la política Gestión Integrada de Recursos Hídricos en el país. Las propuestas se estructuran en ocho ejes principales; normativa, ámbitos de aplicación y gestión, metodologías de estimación de caudales ambientales, selección de métodos de estimación de caudales ambientales, capacitación de recursos humanos, participación, difusión y otros aspectos generales. Tomando en cuenta la etapa inicial que transita el país en esta temática, es necesario generar ámbitos de discusión de planificación y definición de una estrategia para implementar normativas, políticas, y programas de investigación, acompañados de instancias de difusión y capacitación. Por otro lado, la dispersión de las normativas y de la superposición de instituciones involucradas muestra la capacidad y necesidad de aunar esfuerzos para implementar una Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

A. ¿POR QUÉ CAUDALES AMBIENTALES EN URUGUAY?

"El punto, pues, no es si podemos permitirnos el lujo de establecer caudales ambientales sino si una sociedad cualquiera puede permitirse el lujo de no establecerlos y por cuánto tiempo" (Dyson *et al.* 2003).

La expresión citada anteriormente representa en gran medida las nuevas concepciones mundiales sobre manejo de recursos hídricos. Actualmente se reconocen a los caudales ambientales como esenciales para la salud de los ecosistemas y el Bienestar Humano, lo que ha sido mundialmente reconocido a través de la Declaración de Brisbane, realizada en Australia en 2007. Dicha conferencia contó con más de 750 científicos, economistas y políticos de más de 50 países donde se reconocieron los impactos del consumo de agua en los ecosistemas acuáticos y el bienestar humano, agravado por los efectos del cambio climático, y se estableció una agenda global de acción (Conferencia de Brisbane 2007).

La tendencia mundial de incorporación de caudales ambientales en el manejo integrado de recursos hídricos comienza a verse reflejada en la normativa y las políticas de los países con diverso grado de desarrollo. La Unión Europea a través de la Directiva Marco del Agua (2000) mandata a los Estados miembros a vincular la dimensión ambiental a la política de aguas. España incorporó el concepto de caudal ambiental en su reforma de la Ley de Aguas en 2001 como forma de cuantificar las restricciones de uso del recurso (Baeza Sanz & Vizcaino Martinez 2008). La norma sobre agua de Sud África establece que la autoridad nacional correspondiente debe velar por el manejo del recurso agua en beneficio público, pero sin comprometer el funcionamiento natural del ambiente. Asimismo, determina que en los ríos debe establecerse una Reserva Ecológica de agua para mantener necesidades humanas básicas y el funcionamiento ecológico del ecosistema y que tiene prioridades sobre los restantes usos. También propone una metodología holística para cuantificarla (Brown *et al.* 2006). Australia y Nueva Zelandia están por su parte integrando a su política nacional de gestión de recursos hídricos el concepto de requerimientos ambientales de agua (ARMCANZ & ANZECC 1996, Horner 2001).

Latinoamérica se encuentra en un proceso similar, aunque se identifica aún como limitante la incorporación de las herramientas de caudales ambientales en la normativa de cada país (UNESCO 2005). El SEMARNAT de Méjico plantea que no tratar el tema del uso del agua hoy implica problemas para el futuro y ha realizado una recopilación de aplicaciones de caudales ambientales en este país (Alonso Eguía Lis *et al.* 2007). Colombia y Costa Rica están planteando una reforma de su Ley de Aguas que incluye a la determinación de caudales ecológicos en sus sistemas acuáticos previo el otorgamiento de concesiones (Diez Hernandez 2008, Pizzarro 2004).

Estos cambios a nivel de la normativa de los países y de las recomendaciones de organismos y conferencias internacionales se deben a avances en la concepción y entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Actualmente se reconoce que el funcionamiento natural e integral del sistema fluvial depende de una gran cantidad de variables que modelan el hábitat de las especies y controla los procesos ecosistémicos y que dichas variables están en gran medida determinadas por el régimen hidrológico. El río ya no es entendido como un mero transportador de agua medida en término de caudales. Este conjunto de conceptos es reconocido como el paradigma de la conservación y restauración de los ríos y plantea que para mantener un río sano,

resiliente y productivo hay que manejarlo dentro de su rango de variabilidad hidrológica natural (Richter *et al.* 1997, Poff *et al.* 1997). Esto implica un cambio sustancial en la concepción de manejo fluvial e incluso en la concepción de caudales ambientales, donde no basta con fijar un único valor de caudal mínimo anual o mensual que debe ser mantenido en un río, sino que además plantea que se debe considerar su régimen de variación interanual e incluso espacial. Este nuevo paradigma asume a la planicie de inundación como parte integral y estructural de un río y por tanto el régimen de crecidas y secas se vuelve esencial.

Pero no sólo ha cambiado el paradigma de funcionamiento del río, también ha surgido un nuevo paradigma en participación social. La gobernanza es un modelo político que facilita a los ciudadanos a organizarse y por tanto se vuelven responsables de la ejecución de las políticas. En este nuevo paradigma de la participación la ciudadanía demanda los cambios y no depende de la oferta ejercida por el Estado, requiere soluciones focalizadas a los problemas y no soluciones universales (Franco 1996), la gestión local sustituye a la centralizada y se diversifican los actores responsables de ejecutar las políticas y los modos de relacionamiento entre ellos (surgen alianzas público-privadas-civiles), a diferencia del Estado como único actor responsable. En este sentido, algunos autores señalan que el mejor espacio para el diseño, implementación y monitoreo de las Políticas Públicas es el escenario de encuentro entre todos los actores que integran el territorio: "No es posible construir bienes públicos sin los tres sectores: público, privado y social" (Toro 2011). En este escenario entonces, la coordinación pasa a ser uno de los desafíos más importantes para garantizar la participación social y así, el correcto ejercicio de la gobernanza democrática sobre el territorio.

Uruguay no es ajeno a estos cambios, los cuales también se operan a nivel nacional. Nuestro país deberá nivelarse con las exigencias internacionales de gestión de recursos hídricos y además deberá cumplir con su reforma constitucional del agua de 1997 y la normativa derivada de esta. Por otra parte, la demanda de agua para usos agropecuarios es creciente, al igual que el deterioro de su calidad (GEO Uruguay 2008). A esto se suman las necesidades de adaptación al cambio climático, cuyas medidas en muchos casos pueden ser contrarias al nuevo paradigma del río. Algunas medidas de adaptación al cambio climático recomiendan la ampliación del sistema de represas para generación de energía (Martino 2008), la intensificación del riego (Martino 2008, PNUD 2007, PNUD & PNUMA 2009) y el aumento de la reserva de agua mediante embalses (PNUD 2007). Los estudios climáticos en Uruguay muestran tendencias claras de aumento de las precipitaciones en los últimos 30-40 años (Genta *et al.* 1998; Bates *et al.* 2008). Sin embargo, no está clara cuál será la tendencia futura. Mientras algunos autores indican que la tendencia es a continuar el aumento en las precipitaciones o a mantenerse los niveles actuales pero con alta incertidumbre y variabilidad (PNUD & PNUMA 2009), otros estudios indican que podría ocurrir una reversión de dicha tendencia y que las precipitaciones podrían comenzar a disminuir (Hirata *et al.* 2010 y referencias citadas).

En Uruguay el marco legal nacional de protección del ambiente y la normativa particular sobre recursos acuáticos como la Ley de Política Nacional de Aguas (18.610) prevé una zonificación del país en cuencas hidrográficas. El caudal ambiental por definición es una herramienta de gestión integrada de recursos hídricos, y en este sentido hace falta una referencia específica en la normativa, así como delineamientos concretos de aplicación (UNESCO 2005).

De lo anterior se desprende que la planificación de los usos del agua es de carácter estratégico. Por tanto, es imperante tener políticas claras y efectivas de manejo integrado de recursos hídricos y de incorporar a las mismas herramientas que permitan fijar criterios cuantitativos de uso de agua que aseguren el cumplimiento tanto del bienestar humano como del mantenimiento de los ecosistemas. Pero la decisión de qué tipo de río se desea mantener es en esencia una opción establecida por la sociedad en base a recomendaciones técnico-científicas (Dyson *et al.* 2003, Porcel *et al.* 2005).

A.1. OBJETIVOS DEL CONVENIO

a. Apoyar al Proyecto K (Vulnerabilidad y Sostenibilidad Ambiental a Nivel Territorial) en el fortalecimiento y apropiación del concepto de caudales ambientales como herramienta de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), mediante la conformación de un equipo interdisciplinario que utilice metodologías de estimación de caudales ambientales ajustadas a un caso de estudio y con participación de actores clave de la sociedad
b. Conceptualizar el término caudales ambientales, aplicar tres métodos de estimación e identificar desafíos y oportunidades para su implementación como herramienta para la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay
c. Probar y ajustar la metodología mediante un ejercicio piloto de aplicación a una subcuenca.
d. Facilitar la incorporación del concepto de caudales ambientales como una herramienta de GIRH

B. REVISIÓN DEL CONCEPTO CAUDALES AMBIENTALES

La bibliografía sobre caudales ambientales nivel internacional es amplia y diversa. En dicha diversidad es muy frecuente encontrar diferentes terminologías con énfasis en distintos aspectos del concepto, aunque todas ellas pueden asimilarse al concepto de caudales ambientales en un sentido amplio. En general la terminología se puede agrupar en las que se centran en aspectos meramente hidrológicos, en aspectos ecológicos o que incluyen además aspectos socioeconómicos. En tal sentido los términos más frecuentes son caudales mínimos, caudales ecológicos o caudales ambientales, respectivamente. También pueden agruparse en las terminologías que se concentran en una única variable hidrológica descriptora o las que se centran en un régimen hidrológico descrito por varias variables. En este sentido los términos más frecuentes son caudal y flujo o régimen hidrológico, respectivamente.

Algunos términos frecuentemente encontrados en la bibliografía son: caudales mínimos, básicos, aconsejables, óptimos, de mantenimiento, fluvio-ecológicos, ecológicos, regímenes ambientales de caudales, flujo ambiental, entre otros. Sin embargo, los dos términos más empleados son caudales ecológicos y caudales ambientales, los que si bien se utilizan como sinónimos tienen diferencias sustanciales. Los caudales ecológicos implican un umbral por encima del cual una especie se mantiene. Mientras que los caudales ambientales deben asegurar las necesidades de las especies y también aquellas fijadas por la sociedad (Gaviño 2007). Por su parte, el término caudal ambiental generalmente está asociado a un régimen hidrológico y no meramente a un único valor de caudal.

Existen numerosas definiciones del concepto de caudales ambientales en la bibliografía. En la Tabla 1 se presentan varias definiciones concretas que son comparadas en base al contenido de las referencias revisadas. A pesar de eso, hay una estructura común que se mantiene. Todas las definiciones se centran en la cantidad de agua de un sistema en particular, necesaria para mantener algún o todos los componentes del sistema y sus funciones en un estado deseado. Además, en varios casos se especifica en la definición su aplicación como herramienta de gestión de recursos hídricos.

En los comienzos el concepto de caudales ambientales se centró en la cantidad de agua con niveles de caudales mínimos para asegurar la conservación de ciertas especies de peces o la dilución de algún contaminante vertido. Actualmente, se reconoce que todos los elementos del régimen hidrológico incluyendo caudales mínimos, intermedios y extremos son importantes (Poff *et al.* 1997, Acreman & Dunbar 2004). La referencia a la calidad del agua se da únicamente en la definición más reciente que fue empleada en la Declaración de Brisbane (2007). El río como ecosistema acuático es el centro de todas las definiciones, y las actuales también abarcan otros sistemas vinculados a los cursos de agua como humedales (Dyson *et al*. 2003), planicie de inundación (Tharme 2003), tanto de agua dulce como estuarino (Declaración de Brisbane 2007) y costeros (Dyson *et al.* 2003). El interés de mantener especies de peces de importancia económica como el salmón (Arthington *et al.* 2004) que son valorados como recurso natural, se expandió a otras especies de peces y comunidades del ecosistema. De esta forma los caudales ambientales abarcaron los requerimientos necesarios para mantener al ecosistema en general, que incluyen la biota acuática y riparia, y además promovieron a maximizar la producción de especies de peces comerciales, conservar especies en peligro, proteger valores científicos, culturales o recreacionales (Tharme 2003). En este sentido, se reconocen y se incorporan los bienes y servicios que provee el sistema por el valor socioeconómico de la biota acuática y de las funciones ecosistémicas a la definición de caudales ambientales.

Respecto a la participación social, en las definiciones más recientes (Dyson *et al*. 2003, Acreman & Dunbar 2004) se hace referencia explícita a que los niveles de caudales ambientales son producto de acuerdos. Estas últimas dos apreciaciones se relacionan a un análisis holístico que toma en cuenta al ecosistema en su conjunto, y aspectos sociales y económicos. En relación a la gestión del agua como recurso hídrico, la aplicación de caudales ambientales generalmente abarca objetivos particulares de uso que tienen como finalidad conocer la cantidad de agua que se puede extraer de un río sin pasar niveles que degraden el ecosistema. La aplicación también abarca planes de rehabilitación, para saber cuánta cantidad de flujo original se debería reincorporar a un río altamente modificado y con alta extracción. Sin embargo, según King *et al.* (1999) la aplicación de caudales ambientales se debería hacer en todos los ríos en cualquier momento. Dyson *et al*. (2003) plantean que los caudales ambientales deben verse como herramienta a aplicar dentro del contexto de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en cuencas hidrográficas.

Tabla 1. Análisis de las definiciones de caudal ambiental en la bibliografía internacional. Se indican las definiciones, la referencia bibliográfica correspondiente y las dimensiones explicitadas por las definiciones y el texto que las describe.

Definición de Caudales Ambientales	**Referencia**	**Variable**			**Sistema**				**Interés de mantener**					**Estado deseado**		**Gestión**			
		Cantidad de agua	**Régimen hidrológico**	**Calidad de agua**	**Río**	**Humedal o planicie de inundación**	**Estuarino y costero**	**Subterráneo**	**Recursos**	**Biota**	**Ecosistema**	**Valores ecosistema**	**Bienes y servicios**	**Predeterminado**	**Acordado**	**Objetivo**	**Dejar agua**	**Incorporar agua**	**A escala cuenca**
Cantidad de agua que debe dejarse en el río para mantener los recursos acuáticos en determinado nivel.	Reiser *et al.* 1989	x			x				x					x			x		
Niveles del régimen hidrológico gestionados para mantener la biota del río y los bienes y servicios valorados socialmente asociados al ecosistema.	Richter *et al.* 1997		x		x					x			x			x			
Cantidad del régimen hidrológico original de un río que debería seguir fluyendo aguas abajo para mantener valores característicos específicos del ecosistema.	King *et al.* 1999	x	x		x		x	x				x		x			x	x	
Cantidad del régimen hidrológico original de un río que debería seguir fluyendo aguas abajo y hacia las planicies de inundación para mantener valores característicos específicos del ecosistema.	Tharme 2003	x	x		x	x			x	x		x	x	x			x		
Régimen hídrico que se establece en un río, humedal o zona costera para sustentar ecosistemas y sus beneficios donde hay usos del agua que compiten entre sí y donde los caudales están regulados.	Dyson *et al.* 2003 (UICN)	x	x		x	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x
Agua que se deja en el sistema río o se libera con un fin de gestión específico vinculado con las condiciones del ecosistema.	King *et al.* 2003, Brown & King 2003				x	x	x	x		x	x			x		x	x	x	
Cantidad o volumen de agua, por tiempo, requerido para mantener la salud del río en un estado en particular, predeterminado o acordado en base a compensar otras consideraciones.	Acreman & Dunbar 2004	x			x									x	x				
Cantidad, periodicidad y calidad del caudal de agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y el bienestar humano que depende de estos ecosistemas.	Declaración de Brisbane 2007	x	x	x	x	x	x				x		x						

B. 1. Historia del concepto de caudales ambientales

El concepto de caudales ambientales surge por la necesidad de establecer límites para la alteración del régimen hidrológico, de forma que las cantidades de agua sean suficientes para mantener los recursos acuáticos como el caso de las pesquerías (Reiser *et al.* 1989). Entre las actividades que generan alteración de la dinámica natural de los sistemas acuáticos, en cuanto a disponibilidad y calidad de hábitat de los peces, se encuentra el uso de agua para riego en agricultura, para generación de energía hidroeléctrica y para abastecimiento de agua en industrias y uso doméstico.

Según la revisión de Tharme (2003) las experiencias con caudales ambientales comenzaron en los años 40` en Estados Unidos y a partir de los años 70` se dio un rápido desarrollo de diferentes metodologías, principalmente asociado a los cambios de normativa en torno a la legislación ambiental y de agua dulce. En algunos países el desarrollo se produjo a partir de los 80` (Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda y Sud África) o posterior. En estos países el foco en analizar los cambios en los caudales que pudieran afectar especies de importancia comercial y de interés para la conservación se amplió a otras comunidades biológicas y en experiencias más actuales se centra en el mantenimiento de la integralidad del ecosistema. Además, actualmente se amplía la afectación de los cambios hidrológicos sobre los aspectos sociales y económicos de las poblaciones humanas que utilizan el recurso. De esta manera, actualmente se abarca la mayoría de los componentes biofísicos del ecosistema, y también las implicancias sociales y económicas de la modificación del régimen hidrológico (King *et al.* 1999). En otros países del Este de Europa, Latinoamérica, África y Asia los trabajos aún son escasos.

La variación de los conceptos de caudales ambientales en el tiempo está principalmente asociada a un cambio de enfoque metodológico que tiende a una visión holística. La continuidad del uso sustentable del río como ecosistema acuático precisa de una nueva perspectiva ecológica que guíe la gestión de recursos acuáticos. Se plantea entonces que el régimen hidrológico natural es un proceso clave para sostener la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas (Poff *et al.* 1997). Según estos autores el régimen hidrológico comprende cinco grupos de variables importantes (magnitud, frecuencia, duración, ritmo y tasa de cambio) que caracterizan el rango de variación del régimen y fenómenos extremos como períodos de inundaciones y de sequía. Para un uso sustentable de los recursos hídricos, la herramienta de caudales ambientales permite considerar las consecuencias ecológicas de actividades antrópicas particulares que modifican alguna variable medible del régimen hidrológico.

C. REVISIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES

Se han desarrollados diversas metodologías para definir los caudales ambientales. Tharme (2003) recopila 207 métodos que determinan caudales ambientales y los agrupa en cuatro categorías: hidrológicos, hidráulicos, de simulación de hábitat y holísticos. Otros métodos abarcan una combinación de estos diferentes tipos de métodos. En el presente informe se diferencian en cuatro tipos de metodologías principales según el enfoque disciplinar; que incluyen métodos hidrológicos, hidráulicos, eco-hidráulicos y holísticos.

C.1. Métodos hidrológicos

Los métodos hidrológicos constituyen el abordaje más simplificado para la estimación de caudales ambientales, ya que están centrados únicamente en el análisis de información de series temporales de caudales naturales del curso de agua. Las series temporales pueden ser resultado del registro histórico en estaciones de aforos o estimaciones obtenidas mediante regionalización hidrológica o modelación numérica hidrológica-hidrodinámica. Esto implica que la viabilidad de aplicación de un método hidrológico esté fuertemente condicionada con la disponibilidad de información (tipo, calidad y cantidad de información) en el curso que interese estimar el caudal ambiental. Estos métodos, si bien son de rápida y económica aplicación, los mismos no incorporan una relación explícita entre los componentes hidrológicos y biológicos. Por esto, debe tenerse en cuenta la imprecisión que puede significar su utilización ya que su extrapolación a otra región con diferentes características de donde se originó puede no tener validez ecológica (Arthington *et al.* 2004, Acreman & Dunbar 2004). Sin embargo, son los métodos más utilizados a nivel de planificación de recursos hídricos, ya que los métodos más complejos (hidráulicos, de hábitat u holísticos) dependen del tramo del cauce en el que se apliquen, no siendo siempre adecuada su aplicación a escala regional.

Los métodos hidrológicos pueden agruparse en las siguientes categorías en función del tipo de régimen de caudal ambiental que establecen:

- Métodos que establecen un único valor de caudal ambiental para todo el año, el que puede estar: a) asociado a un porcentaje del caudal medio anual del curso (método de Montana - Tennant 1976); b) basado en la curva de permanencia de caudales diarios (Método Hoppe); c) fijado en forma proporcional al área de la cuenca (Método de Robinson - Stalnaker & Arnette 1976) y d) basado en determinar el caudal mínimo semanal asociado a un determinado período de retorno (Métodos "7Q", Pyrce 2004).
- Métodos que establecen un valor de caudal ambiental para cada mes del año: a) como un porcentaje (que puede no ser constante) del caudal medio mensual o b) en función de la curva de permanencia de caudales diarios para cada mes del año (Método NGPRP-USA).
- Métodos que proporcionan un régimen completo de caudales ambientales, considerando los cinco componentes del régimen de caudales - magnitud, frecuencia, duración, momento y tasas de cambio - reconocidos como claves en la conservación de la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas fluviales (Poff & Ward 1989, Karr 1991, Richter *et al.* 1996, Poff *et al.* 1997, Bunn & Arthington 2002, Lytle & Poff 2004). Dentro de estos métodos el de mayor relevancia es el método de de aproximación por rangos de variabilidad RVA, (Richter 1997). En la Tabla 2 se indican las relaciones propuestas entre los parámetros propuestos por este método y procesos ecosistémicos.

Tabla 2. Resumen de métodos hidrológicos para la estimación de caudales ambientales.

Método	**Principio y propuesta de cálculo**
Montana (Tennant 1976)	Se basa en fijar como caudal ambiental un valor entre 10% (umbral mínimo para organismos acuáticos) y 30% (rango entre bueno y óptimo para organismos acuáticos) del caudal medio anual del curso. Se propone esta formulación en base a asumir que el ancho del cauce, la velocidad del agua y su profundidad aumentan rápidamente desde Q=0 hasta $Q=10\%Q_{medio}$ y que la tasa de incremento disminuye para $Q>10\%Q_{medio}$. El trabajo de Tennant está basado en un estudio de 11 ríos de Estados Unidos.
Fraser (1978)	Propone modificar el método de Tennant, con el objeto de incorporar la variabilidad estacional, especificando los caudales mínimos mensuales como un porcentaje del ciclo medio anual de escurrimiento.
Método "7QX" (Inicio de los 70')	Propone determinar el caudal ambiental como el caudal mínimo promedio con duración de 7 días y período de retorno de X años. El más utilizado es el 7Q10, cuyo origen está relacionado únicamente con la regulación y dilución de los contaminantes en ríos (no con la protección de hábitat o especies). Para su cálculo es necesario disponer de una serie de caudales diarios y ajustar una distribución de valor extremo a los caudales mínimos de 7 días de duración. Asimismo, se han propuesto en Estados Unidos algunos otros índices similares, variando el paso temporal de la duración, por ejemplo pasando de 7 días a 30 días, 90 días, etc. en función de su utilización principal (Pyrce 2004).
Porcentajes de excedencia	Propone determinar el caudal ambiental como un porcentaje de excedencia del mismo, a través de las curvas de excedencia, que consisten en curvas de distribución de frecuencias acumuladas que muestran el porcentaje del tiempo que un caudal específico es igualado o superado durante un periodo de tiempo: día, mes año o todo el período de registro. El Q95 y el Q90 suelen proponerse como caudales mínimos. Establece que el rango de caudales bajos suele establecerse en la horquilla de 70% y 99%. Hoppe establece que el Q17 asegura la regeneración del cauce, el Q40 asegura la reproducción de peces y el Q80 la alimentación y el refugio de los peces. El método del NGPRP (USA-Nothern Great Plains Resource Program) propone determinar un caudal ambiental para cada mes del año como el Q90 de la curva de de excedencia de caudales diarios de cada mes de forma independiente, una vez descartados los caudales extremos secos y húmedos, con la excepción de los meses de caudal más elevado en que el caudal mínimo recomendado corresponde al caudal que es igualado o superado el 50% del tiempo. (Loar & Sale 1981). Con esto, el caudal ambiental se traduce en un ciclo anual de caudales mínimos.
Aquatic Base Flow (ABF) o método NEFM.	Este método fue concebido en sus comienzos por las agencias de recursos hídricos de Nueva Inglaterra (EEUU) y utilizado básicamente en los proyectos de generación de energía hidroeléctrica. El caudal ambiental se calcula como la media aritmética de los valores de la mediana calculada para los caudales medios diarios del mes más seco de cada año de la serie considerada.
Basados en el caudal medio anual / mensual	Proponen la determinación del caudal ambiental como un porcentaje (10%, 25, y 30%) del caudal medio anual del curso, así como un ciclo anual de caudal ambientales como un porcentaje del caudal medio mensual de cada mes.

Tabla 2. Resumen de métodos hidrológicos para la estimación de caudales ambientales.

Método	**Principio y propuesta de cálculo**
Robinson (Stalnaker & Arnette 1976)	Propone la determinación del caudal ambiental como el producto entre un factor K y el área de la cuenca de aporte al cauce, dónde K está asociado a la consecución de poblaciones piscícolas y varía entre 0.36 a 1.24 cfsm.
Utah	Propone dividir el año en 2 períodos (Oct-Mar y Abr-Set) y utilizar como caudal ambiental las medias aritméticas de los valores más bajos de caudales medios mensuales para cada mes dentro de cada período.
Q25	Media móvil más baja de paso 25 días consecutivos a lo largo de 1 año. Este parámetro es representativo de la duración y magnitud del conjunto más bajo de caudales a lo largo del año. (Baeza 2005)
RVA, IHA (Richter 1997)	Este método fue desarrollado con el fin de considerar en la estimación de los caudales ambientales la variabilidad hidrológica natural, a partir del establecimiento de objetivos de alteración de una serie de parámetros que caracterizan los 5 componentes del régimen de caudales - magnitud, frecuencia, duración, momento y tasas de cambio - reconocidos como claves en la conservación de la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas fluviales (Poff & Ward 1989, Karr 1991, Richter *et al.* 1996, Poff *et al.* 1997, Bunn & Arthington 2002, Lytle & Poff 2004). La caracterización del régimen natural se realiza a través de una serie de parámetros y se fija para cada uno de ellos un rango de variabilidad natural (RVA) en el que el régimen debería estar comprendido para no alterar más de lo aceptable el estado del río. Los limites del RVA quedan fijados a priori por los percentiles 33 y 67 de las respectivas distribuciones o también pueden considerarse como más menos la desviación estándar del régimen natural (siempre y cuando nunca quede por debajo/encima que el caudal mínimo/máximo).

Tabla 2. Resumen de métodos hidrológicos para la estimación de caudales ambientales.

<table>
<tr><th>Método</th><th>Principio y propuesta de cálculo</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>Grupo 1
Magnitud de los caudales mensuales</td><td>Caudal medio diario de cada mes del año</td><td>Disponibilidad de hábitat y agua para organismos acuáticos
Humedad del suelo disponible para plantas
Temperatura del agua y el oxigeno disuelto</td></tr>
<tr><td>Grupo 2
Magnitud y duración de los caudales extremos anuales</td><td>Mínimo anual de caudal medio de 1 día
Máximo anual de caudal medio de 1 día
Mínimo anual de caudal medio de 3 días
Máximo anual de caudal medio de 3 días
Mínimo anual de caudal medio de 7 días
Máximo anual de caudal medio de 7 días
Mínimo anual de caudal medio de 30 días
Máximo anual de caudal medio de 30 días
Mínimo anual de caudal medio de 90 días
Máximo anual de caudal medio de 90 días</td><td>Equilibrio de los organismos competitivos y tolerantes al estrés
Creación de sitios para la colonización de plantas
Estructura de la morfología del cauce y condiciones físicas del hábitat
Humedad del suelo disponible para plantas
Duración de las condiciones de estrés
Distribución de las comunidades vegetales
Disponibilidad de agua para organismos acuáticos</td></tr>
<tr><td>Grupo 3
Momento de ocurrencia de los caudales extremos anuales</td><td>Fecha del máximo caudal de cada año
Fecha del mínimo caudal de cada año</td><td>Capacidad de los organismos de resistir el estrés
Desove de peces migratorios</td></tr>
<tr><td>Grupo 4
Frecuencia y duración de los pulsos de caudales altos y bajos</td><td>Número de pulsos altos de cada año
Número de pulsos bajos de cada año
Duración media de los pulsos altos de cada año
Duración media de los pulsos bajos de cada año</td><td>Frecuencia y magnitud de eventos de estrés en las plantas asociados a la humedad del suelo
Disponibilidad de hábitat en la llanura de inundación para organismos acuáticos
Efectos del transporte de los sedimentos y duración de la alteración del sustrato</td></tr>
<tr><td>Grupo 5
Tasa y frecuencia de los cambios de caudal</td><td>Promedio de las tasas de cambio de caudal ascendentes de días consecutivos de cada año
Promedio de las tasas de cambio de caudal descendentes de días consecutivos de cada año
Cantidad de tasas de cambio positivas de cada año
Cantidad de tasas de cambio negativas de cada año</td><td>Estrés hídrico en las plantas y en organismos de baja movilidad</td></tr>
</table>
Asimismo, dado un régimen alterado o algún escenario futuro que interese avaluar, el método permite determinar el nivel de apartamiento del régimen natural a partir de un análisis estadístico de los resultados de los parámetros hidrológicos y así poder establecer el grado de alteración de dicho régimen en función del porcentaje de los años en los que no se cumple con los límites determinados. Por ejemplo: entre 0 y 33%: alteración hidrológica pequeña o nula; entre 34 y 67%: alteración hidrológica moderada y entre 68 y 100%: alteración hidrológica fuerte.
</td></tr>
<tr><td>IAH (Martínez & Fernández Yuste (2006)</td><td>Método similar al de Richter, basándose en 24 parámetros hidrológicos que comparan los estatus hidrológicos naturales y alterados, los que se resumen luego en 3 índices globales, uno para valores habituales, otro para avenidas y otro para sequías. En función del valor de dicho índice se definen estatus hidrológicos.</td></tr>
</table>

C.2. Métodos hidráulicos

Los métodos hidráulicos son similares a los métodos hidrológicos, con la diferencia de que estos involucran el conocimiento de parámetros hidráulicos, como ser velocidad, profundidad, perímetro mojado, etc. Se suelen utilizar dos criterios para determinar los requerimientos mínimos de caudal: 1- El perímetro mojado se incrementa al aumentar el caudal, mostrando en ocasiones un punto de inflexión, que puede ser considerado como umbral del caudal mínimo. 2 -El porcentaje de reserva de hábitat puede también emplearse, considerando que debe reservarse un porcentaje de la anchura o del perímetro mojado con un determinado valor de caudal (generalmente en términos de caudal medio). En la Tabla 3 se presenta un resumen de los métodos hidráulicos más difundidos.

Tabla 3. Resumen de métodos hidráulicos para la estimación de caudales ambientales.

Método	Propuesta de cálculo/Comentarios
Método del perímetro mojado (asociado al Método de Washington)	Asume que la integridad de un hábitat fluvial se puede relacionar directamente con el área de hábitat mojado, ligando la superficie útil piscícola (para producción de alimento, refugio, etc.) con el caudal circulante. Si no se tienen datos para definir la superficie útil, se propone adoptar el punto de inflexión de la gráfica de caudal en función del perímetro mojado. La irregularidad del lecho o riberas, ente otras cosas puede generar que no exista 1 punto de inflexión definido o hayan muchos.
Método de Idaho	Se basa en establecer referentes de rango de velocidad y profundidad mínima para diferentes especies, según sus exigencias. Siendo el caudal mínimo el primero que cumple con tales referentes. Establece un valor base que permite recomendar 1 o más caudales ecológicos.
Método R2Cross	Selecciona un rápido crítico del río y determina los requerimientos de caudal para la protección del hábitat a partir de los caudales asociados a 3 parámetros: profundidad media, perímetro mojado (%) y velocidad media.

C.3. Métodos eco-hidráulicos o de simulación de hábitat

Los métodos de simulación de hábitat o eco-hidráulicos también utilizan los análisis hidráulicos pero dan más detalle dado que modelan la cantidad e idoneidad de hábitat acuático utilizable para un organismo objetivo, bajo diferentes regímenes hidrológicos que simulan distintos escenarios. Estos métodos son replicables y predecibles, pero requieren para su aplicación información batimétrica y topográfica del curso de agua, así como información ecológica por lo que son más costosos (Acreman & Dunbar 2004). Un ejemplo de este tipo de aplicación es el Instream Flow Incremental Methodology (IFIM), un sistema de soporte de decisiones de gestión para determinar los beneficios y consecuencias de las diferentes alternativas de manejo del agua, según la variabilidad de Hábitat Real Útil en el tiempo y el espacio (Bovee *et al.* 1998).
Para determinar el Hábitat Real Útil en función del caudal circulante en el curso de agua de estudio, se realizan los siguientes pasos:

- Modelación hidrodinámica de un tramo representativo del curso de agua en estudio para un rango definido de caudales. A partir de la cual es posible obtener una malla o grilla, en cuyas celdas se conoce el valor de la profundidad y de la velocidad del agua asociado a cada caudal del rango de caudales definido anteriormente.
- Obtención de las curvas de preferencia de hábitat de las especies indicadoras del ecosistema en cuestión, en función de los parámetros que se consideren más importantes (hidráulicos - ej. profundidad y velocidad del agua - y no hidráulicos - ej. sustrato -) para diferentes estados de desarrollo (freza, alevín, juvenil, adulto).
- Determinación del Hábitat Potencial Útil asociada a cada especie indicadora y su estado de desarrollo y a cada caudal del rango de caudales definido, a partir de la siguiente expresión:

  $$HPU=\sum P_i * A_i$$

  Siendo: P_i la media (aritmética o geométrica) de los niveles de preferencia de la especie indicadora respecto a los parámetros considerados en la celda i (cuyos valores se obtienen de la modelación hidrodinámica).
  A_i el área de la celda i.
- Obtención de las curvas de Hábitat Potencial Útil en función del caudal circulante para cada especie y estado de desarrollo, simplemente graficando el Hábitat Potencial Útil obtenido para cada caudal del rango de caudales definido.
- Obtención de las curvas de Hábitat Real Útil en función del caudal circulante para cada especie y estado de desarrollo, ajustando las curvas de Hábitat Potencial Útil de juvenil, alevín y freza según las siguientes expresiones (Bovee 1982), de forma tal que sean comparables con el adulto:

  Adulto/Juvenil=1/0.8 Adulto/Alevín=1/0.3 Adulto/Freza=1/0.2

Este ajuste debe realizarse debido a que el hábitat útil es un indicador de área y por lo tanto, la cantidad de juveniles, alevines o freza asociados a una determinada área siempre es mayor a la cantidad de adultos para la misma área, teniendo los mismos índices de preferencia. Por tanto, resulta necesario pasar a la misma escala todas las etapas de crecimiento y para ello se utilizan las relaciones antes expresadas (Bovee 1982).

Luego se determina para cada especie, el estado de desarrollo más limitante (de menor hábitat disponible) y para dicho estado se comparan las diferentes especies indicadoras en el análisis. Finalmente, se selecciona como caudal mínimo necesario para la conservación del ecosistema, el correspondiente al punto de inflexión de la curva de la especie más comprometida, recomendándose mantener al menos el 50% y no superar el 80% del hábitat potencial de la misma.

Una vez determinado el caudal mínimo se debe establecer un régimen anual de caudal ambiental, que puede obtenerse validando y ajustando el valor obtenido en función de los resultados de régimen anual obtenido a partir de algún método hidrológico.

C.4. Métodos holísticos

En la década de 1990 se comienzan a desarrollar metodologías que permitan determinar regímenes hidrológicos que mantengan el ecosistema en su totalidad y no únicamente algunos de sus componentes biológicos o hidrológicos y que además incluyan aspectos socioeconómicos. Existen varias metodologías consideradas holísticas como la metodología de construcción en bloques (building block methodology, King & Louw 1998, King *et al.* 2000), la aproximación holística (Arthington *et al.* 1992, Arthington 1998), evaluación por panel de expertos (Swales & Harris 1995) y la metodología DRIFT (Downstream Response to Imposed Flow Transformation, King *et al.* 2003), entre otras. En algunos casos implican más un esquema de trabajo que asocian diferentes herramientas que una metodología en si misma (MAVDT 2008).

Estas metodologías se basan en que el manejo debe contemplar todos los factores biológicos y abióticos y el espectro completo del régimen hidrológico, incluyendo tanto su variabilidad espacial como temporal. Por tanto, son esencialmente interdisciplinarias, donde cada especialista aplica las metodologías específicas para entender la relación entre el régimen hidrológico y los componentes del ecosistema pero luego interactúa con otros especialistas para relacionar variables entre sí, sus interacciones con el régimen hidrológico y los efectos de las modificaciones en dicho régimen. El resultado es una descripción de un régimen hidrológico necesario para mantener determinada condición del ecosistema (King *et al.* 2003).
Los métodos holísticos se basan en una evaluación del ecosistema en su conjunto, a diferencia de los métodos antes mencionados que se concentraban en una o pocas especies. Se consideran distintos componentes bióticos y abióticos del ecosistema que incluyen la geomorfología, hidráulica, calidad de agua, vegetación acuática, macroinvertebrados, peces y otras comunidades vinculadas al ecosistema ripario (Arthington *et al.* 2004). Este enfoque requiere de un abordaje con grupos de trabajo interdisciplinario. Además, el foco en el río se expande a otros ecosistemas límnicos asociados y a estuarios. Los métodos holísticos fueron mayormente desarrollados en Australia (Tharme 2003) y Sud África (King & Louw 1998, King *et al.* 2003), a diferencia de las otras tipologías antes mencionada que se desarrollan principalmente en Estados Unidos y otros países.

Una de las metodologías holísticas más utilizada y la elegida en este trabajo es DRIFT, la cual consiste en cuatro módulos: biofísico, sociológico, desarrollo de escenarios y económico. El biofísico implica la descripción de la naturaleza y el funcionamiento del río y establece las bases para predecir cambios relacionados a modificaciones de caudal. El módulo 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. El tercer módulo identifica escenarios posibles y describe las consecuencias potenciales en los mismos tanto a nivel ecológico, social como económico. Por último, el cuarto módulo calcula los costos de compensación y mitigación de los impactos en la población en riesgo para cada escenario. El resultado es una serie de escenarios descritos que se presentan al tomador de decisión (King *et al.* 2003).

La complejidad en la aplicación de esta metodología puede ser muy variable, lo que le da una gran flexibilidad para adaptarse a los diferentes casos en la realidad. Puede consistir en descripciones tendenciales realizadas por expertos, donde se determinan escenarios, se fijan algunos factores o atributos socio-ambientales y se estima como pueden cambiar

en los distintos escenarios o puede implicar grados de complejidad mayores. Brown *et al.* (2006) describe la aplicación de este método en los aspectos únicamente ecosistémicos (excluye el módulo social y económico) y enumera muestreos de un año de duración para determinar los diferentes ambientes de la cuenca bajo estudio, para realizar muestreos de diferentes componentes biológicos y determinar su relación con el régimen hidrológico y relevamiento topográfico e hidrológico detallado. Con dicha información organizaron un taller de cinco días de duración con especialistas donde se describe como cambia cada componente biológico en diferentes niveles de caudal del río (representativos de cada época del año) y posteriormente como cambian dichos componentes en los cuatro escenarios establecidos. Con dicha información, que representa un análisis multicriterio se aplican metodologías de optimización lineal por enteros para optimizar el régimen hidrológico dentro de cada escenario, para obtener caudales óptimos que minimicen impactos ecológicos. Esto puede extenderse a los módulos sociales y socioeconómicos.

D. EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES EN LATINOAMÉRICA

UNESCO en 2005 organizó un taller de caudales ambientales para analizar las experiencias y los desafíos regionales. Si bien el taller estuvo principalmente orientado a Centroamérica, las limitaciones y desafíos identificados parecen comunes al resto de los países sudamericanos, incluido Uruguay. Algunas de las limitaciones identificadas fueron la falta de información para aplicar estas metodologías en los países, como ser insuficientes datos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos. A esto se suman las limitaciones técnicas por falta de profesionales con experiencia. También la insuficiente normativa e institucionalidad para aplicar estas herramientas, especialmente en un marco de presiones de uso del recurso crecientes y el alto costo de los estudios necesarios.

En este taller se identificaron también algunos aspectos a tener en cuenta por los países latinoamericanos a la hora de integrar las herramientas de caudales ambientales a la política de aguas. En primer lugar la complejidad del tema que deberá ser abordado desde una óptica interdisciplinaria y con la participación de actores locales y de una forma proactiva y no reactiva. Además, se deberá enfrentar una gran incertidumbre en la información de base, la gran variabilidad climática a la que está sujeto y que deberá integrar a su vez los recursos de agua subterránea que son menos conocidos aún. Por otra parte, los países de Latinoamérica deberán afrontar la necesidad de llegar a metodologías y terminologías propias, ajustadas a las condiciones locales, lo que implica la necesidad de aplicar medidas de innovación y desarrollo de nuevas tecnologías y por tanto requiere de capacitación y formación de recursos humanos. A esto debe sumarse la necesidad de trabajar en conjunto con actores políticos y técnicos del Estado.

La aplicación de Caudales Ambientales en los países de Latinoamérica aún no ha superado la fase de proposición conceptual y metodológica. Como se observa en la Tabla 4 las metodologías de estimación de caudales ambientales son variadas, pero en general se basan en métodos hidrológicos y en segundo lugar hidráulicos y eco-hidráulicos. Las metodologías holísticas son las menos utilizadas. A continuación se presenta una actualización de la revisión realizada por Tharme (2003) sobre las metodologías empleadas por los países latinoamericanos para estimar Caudales Ambientales.

Tabla 4. Actualización de la revisión de Tharme (2003) sobre metodologías de estimación de Caudales Ambientales. La actualización se realizó para Latinoamérica. Se indica si la aplicación es conceptual (ejercicio académico o propuesta metodológica) o si sus resultados se están aplicando al manejo de un ecosistema.

País	**Método**	**Autor o fuente**	**Tipo de aplicación**
Argentina	DRIFT	Porcel *et al.* 2005	Conceptual
Brasil	50% o 70% del 7Q10, 10% del Q90, 5-20% del Q90	Benetti *et al.* 2002	En aplicación
	IFIM	In Tharme 2003	Sin especificar
	MESA	Modificado de Richter *et al.* 2003 por Collischonn *et al.* (sin año).	Conceptual
	Eco-hidráulicos	In Tharme 2003	Sin especificar
Chile	10% del flujo medio mensual	Davis & Riestra 2002 In Tharme 2003	Sin especificar
	PHABSIM	Com pers. In Tharme 2003	Sin especificar
	Building Block Methodology	Com pers. In Tharme 2003	Sin especificar
	IFIM	Espinoza *et al.* (sin año)	Conceptual
Colombia	Eco-hidráulico	Diez Hernández & Ruiz Cobo 2007	Conceptual
	Régimen Ambiental de Caudales	Diez Hernández 2008	Conceptual
	Recopilación metodológica	MAVDT 2008	Conceptual
Costa Rica	Holístico	Jiménez 2005	Conceptual
	Q min. Aceptable (RANA)	Instituto Costaricence de Electricidad	En aplicación?
	MESA (Richter *et al.* 2003)	Calvo Alvarado *et al.* 2008	Conceptual
Honduras	IHA, conocimiento tradicional para sustituir la falta de información	Esselman & Opperman 2010 (TNC)	Conceptual
México	IFIM	Com pers. In Tharme 2003	Sin especificar
	PHABSIM	García-Rodríguez *et al.* 1999, González Villela & Banderas 2007 Santacruz de León & Aguilar-Robledo 2009	Sin especificar
	Tennat	Goméz-Balandra *et al.* 2007, García-Rodríguez *et al.* 1999, Santacruz de León & Aguilar-Robledo 2009	Sin especificar
	Holístico	Barrios *et al.* 2007	Sin especificar
Panamá	Hidrológicos	UNESCO 2005	Conceptual
Uruguay	Índice de Alteración Hidrológica (IHA, Richter *et al.* 1997)	Failache & Motta (sin año)	Conceptual

Del análisis de la Tabla 4 se desprende que algunos países han desarrollado varias experiencias de aplicación de estas herramientas, presentando mayor número de ejemplos y mayor diversidad de metodologías aplicadas. Sin embargo, en la mayoría de los casos las experiencias son recientes, siendo la mayoría de las mismas de la primer década del 2000. Se destaca en particular el avance de Colombia, Costa Rica y Méjico por aplicar metodologías sofisticadas y modernas y el de Brasil por su gran cantidad de experiencias, aunque en general de métodos hidrológicos. Dentro de las metodologías más interesantes analizadas se encuentra el caso de Honduras, para el que la información ecológica es muy escasa y por tanto se consultaron a las comunidades indígenas para aportar su conocimiento tradicional, el cual combinado con el conocimiento hidrológico permitió establecer Caudales Ambientales.

Un aspecto relevante de este análisis, es que en la bibliografía latinoamericana se han encontrado fundamentalmente experiencias conceptuales (aplicación de un método concreto, comparación de métodos) o recomendaciones metodológicas. Estos ejemplos parecen estar más relacionados a ejercicios académicos de aplicación de metodologías para resolver problemas de gestión de agua, que aplicaciones reales de las mismas. Por el contrario, no se registraron ejemplos de aplicación de Caudales Ambientales donde se evalúe su performance, limitaciones y lecciones aprendidas. Incluso en los países donde se aplican regularmente métodos hidrológicos como en Brasil, donde cada Estado tiene su forma de establecer su caudal mínimo por métodos hidrológicos como el 7Q10 (Benetti *et al.* 2002), no accedimos a bibliografía que analice las ventajas y desventajas de su aplicación.

Esto puede deberse a varios aspectos. En primer lugar, el concepto de caudales ambientales está siendo recientemente incorporado por los países latinoamericanos y en especial las concepciones más modernas de Caudales Ambientales recién comienzan a aplicarse. Es posible que aún no existan experiencias aplicadas y si las hay son muy recientes y por tanto tal vez no fueron evaluadas aún. Esto no se aplica al caso de los métodos hidrológicos, que son aplicados por algunos países desde hace varios años. Una segunda alternativa es que las aplicaciones aún se mantengan en la órbita de la gestión estatal, que en general tiene menor apoyo para la investigación, publicación y difusión y por tanto es posible que los estudios permanezcan como informes internos con bajo acceso público. Además, es importante destacar que no se realizó una búsqueda exhaustiva de informes técnicos a nivel regional, lo que podría arrojar nuevos resultados.

Por último, el análisis realizado indica que existe una tendencia de los países a utilizar algún tipo de metodología y no de manejar el amplio abanico de las mismas. Por ejemplo, Colombia o Costa Rica se centran en los métodos eco-hidráulicos, mientras que Brasil en los métodos hidrológicos y de régimen hidrológico. A nivel internacional ocurre algo similar, por ejemplo Estados Unidos y España aplican métodos principalmente eco-hidráulicos, mientras que Sudáfrica y Australia métodos holísticos. Esto podría deberse a las características de los ríos y de los problemas de gestión del recurso agua, al desarrollo de tecnologías propias y a las restricciones legales donde se fijan ciertas definiciones que condicionan el método a utilizar.

A continuación se ejemplifican las aplicaciones de caudales ambientales en tres países latinoamericanos, seleccionados por la abundancia de bibliografía y posibles similitudes o cercanía con Uruguay. Los países seleccionados son: Brasil, Costa Rica y Colombia.

D.1. Colombia

Posiblemente Colombia sea el país de Sudamérica que más ha avanzado en materia de análisis de metodologías de evaluación de caudales ambientales o al menos ha realizado un importante esfuerzo en hacer disponibles y publicar sus resultados. Este país se plantea una reforma de su Ley de Aguas y en el texto de su proyecto de Ley se explicita la definición de caudal ecológico como forma de mantener los recursos hidrobiológicos y los ecosistemas asociados (Diez Hernández & Burbano Burbano 2006). Asimismo, presenta ejemplos de estimación de caudales ecológicos en ríos (Diez Hernández & Ruiz Cobo 2007, entre otros). Un informe realizado mediante un convenio entre la Universidad de Colombia y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial realiza un análisis profundo de las metodologías existentes para estimar caudales ambientales, compara sus ventajas y desventajas, establece criterios y lineamientos para un propuesta metodológica de estimación de Caudales Ambientales en Colombia y realiza un propuesta metodológica concreta adaptada a las características colombianas (MAVDT 2008). Este sería el único país sudamericano con una propuesta metodológica propia, adaptado a las necesidades y limitaciones de información nacionales. Dicha propuesta es una modificación de los métodos eco-hidráulicos pero se basa en índices de integridad biótica y consideran varias comunidades acuáticas como peces, invertebrados, perifíton y vegetación riparia. Asimismo, integra el análisis de la calidad del agua a la metodología. El hecho de utilizar varias comunidades biológicas e integrar calidad de agua implica un avance sustancial en comparación con los métodos clásicos. Por el contrario, la metodología no incluye aspectos socioeconómicos y por tanto no consideran aspectos determinantes para el manejo y futuro de los ecosistemas acuáticos a estudiar.

D.2. Costa Rica

Costa Rica es un país que recibe importante apoyo internacional para realizar estudios sobre manejo sustentable de sus recursos naturales, en especial de su biodiversidad. Esto permite en gran medida que el país tenga importantes avances en materia de legislación y gestión de sus recursos naturales y sustenta instituciones gubernamentales y no gubernamentales sólidas en estos aspectos. El caso del agua ejemplifica dicha realidad. Costa Rica ha sufrido un incremento en la demanda de agua para generar electricidad y ha aumentado considerablemente el número de embalses con tal fin (Anderson *et al.* 2006). Debido a los impactos socio-ambientales de dicha política nacional (Anderson *et al.* 2006) surgió la necesidad de fijar criterios de asignación de agua para la generación de electricidad (Pizzarro 2004). Originalmente los criterios se basaban en métodos hidrológicos para fijar caudales mínimos (Pizzarro 2004), pero posteriormente organizaciones internacionales como UICN (Ramón *et al.* 2005) iniciaron proyectos para implementar el concepto de flujo ambiental en el país. En dicho marco se aplicaron metodologías eco-hidrológicas pero también se iniciaron instancias de discusión y capacitación, donde comenzaron a integrase instituciones nacionales como el Instituto Costarricense de Electricidad, ministerios, organizaciones no gubernamentales y centros de investigación como la Organización de Estudios Tropicales (OET). Es así que Costa Rica actualmente cuenta con experiencias muy interesantes sobre determinación de caudales ambientales, en especial utilizando metodologías eco-hidrológicas (Ramón *et al.* 2005, Calvo Alvarado *et al.* 2008) y también holísticas (Pizzarro 2004). Incluso se intenta incorporar el concepto de caudal ambiental en la normativa nacional, lo cual entre otros aspectos ha generado un debate nacional muy intenso.

D.3. Brasil

La legislación actual de aguas de Brasil (Ley de Aguas de 1997) establece el dominio público del agua y establece permisos de extracción de agua. Esto obligó a las agencias nacionales y federales a establecer criterios para asignar permisos y para determinar flujos ambientales (Benetti *et al.* 2002). Los conflictos por usos del agua en Brasil son muy importantes, destacándose la competencia ejercida por el uso de generación de energía por hidroeléctricas y el riego con el resto de los usos. Brasil se ubica en el noveno lugar en cantidad de represas de gran tamaño (Tharme 2003). Por otra parte, si bien este país ocupa los primeros lugares a nivel mundial en disponibilidad de agua su distribución en el territorio es muy heterogénea. Esto ha llevado al país a realizar esfuerzos destacados en su normativa y modificar y crear una compleja institucionalidad, tanto nacional como federal, para poder establecer los permisos de uso del agua (Benetti *et al.* 2002). Los Estados tienen la libertad de fijar sus propios criterios de caudales ambientales Sin embargo, los criterios se centran aproximaciones hidrológicas.
Debido a que los criterios hidrológicos tienen baja relación con variables ecológicas existen críticas desde varios sectores de la sociedad sobre la necesidad de incorporar mejores metodologías de establecer caudales ambientales, donde se proponen métodos eco-hidráulicos y holísiticos (Benetti *et al.* 2002) y de régimen hidrológico ambiental (Collischom *et al.* sin año). Según Pizzarro (2004) Brasil es uno de los países del mundo que ha aplicado mayor número de metodologías para el cálculo de caudales ambientales y fue uno de los primeros en aplicar el concepto, aunque en su mayoría son métodos hidrológicos. Debido a que en Brasil los ríos corren fundamentalmente sobre planicies, la importancia de los pulsos de inundación en el funcionamiento ecológico del sistema es muy destacada y las poblaciones de peces, invertebrados e incluso plantas, así como los procesos biogeoquímicos dependen de dichos pulsos (Junk *et al.* 1989). Collischom *et al.* (sin año) reconocen la importancia del régimen hidrológico en el funcionamiento natural de los ríos y proponen para Brasil el método de Richter *et al.* (2003). Destacan de este método que tiene instancias participativas y que es adaptativo, e incluso proponen hacer experimentos de manejo de ríos, donde se manipulen distintos aspectos del régimen hidrológico y se evalúen los efectos en el sistema como forma de ajustar el régimen hidrológico o hidrograma ambiental.

Cualquiera sean las nuevas metodologías empleadas para establecer caudales ambientales en Brasil deberán afrontar dificultades importantes, como ser afrontar al sistema centralizado de planificación del uso de agua que realizan las hidroeléctricas. Otro de los desafíos planteados es la investigación interdisciplinaria para conocer las relaciones existentes entre los ecosistemas y el régimen hidrológico (Collischom *et al.* sin año).

E. DEFINICIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES PARA URUGUAY

En el marco de un taller de discusión interdisciplinaria realizado en este proyecto, donde participaron disciplinas como sociología, ecología, ingeniería hidráulica, agronomía, ordenamiento territorial, geomorfología y economía, se analizaron las diferentes definiciones de caudales ambientales presentes en la bibliografía (Tabla 1) y su evolución conceptual en el tiempo. Los resultados de dicha discusión se presentaron en un taller realizado con integrantes de Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), principalmente de la División Calidad del Agua y de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) para obtener una definición aplicable al caso uruguayo.

Tal como se discutió en los talleres antes mencionados, de la Tabla 1 se desprende que la definición de caudales ambientales se ha ido precisando con el tiempo. Las primeras definiciones únicamente hacían referencia a cantidad de agua, específicamente en ríos, y donde el interés estaba centrado en mantener el agua como recurso. Sucesivamente las definiciones comenzaron a incorporar la complejidad del tema, incluyeron los aspectos de calidad y del régimen hidrológico, consideraron nuevos ecosistemas acuáticos incluidos los estuarios y humedales, y ampliaron el interés hasta mantener el ecosistema completo y los bienes y servicios ofrecidos por estos. Respecto a la gestión, las primeras definiciones buscaban alcanzar un estado definido técnicamente y actualmente se postula que el estado deseado debe ser acordado con actores interesados y se especifican algunos ámbitos de acción como la cuenca. Un aspecto que llama la atención es que aún no han sido cabalmente identificadas las herramientas de caudales ambientales como útiles para diseñar medidas de adaptación al cambio climático o incluso para evaluar su impacto a nivel ecosistémico y socioeconómico.

En el marco del análisis previo se discutieron los contenidos de una posible definición de caudales ambientales para el caso de Uruguay, la cual se resume a continuación.

En primer lugar se discutió cual sería el destino de dicha definición, pudiendo ser utilizada en la futura reglamentación de la Política Nacional de Aguas, utilizarse para las discusiones y políticas internas del MVOTMA como en estudios de impacto ambiental, evaluaciones de impacto ambiental estratégicos, políticas de ordenamiento territorial, planes de gestión de cuencas, estrategias de los comité regionales de recursos hídricos, incorporarse a la futura modificación del decreto de calidad de agua, en planes de manejo de áreas protegidas y también para el otorgamiento de permisos de extracción de agua o para realizar embalses en el ámbito del MTOP o en planes de riego en el ámbito del MGAP. Respecto a la incorporación de la definición de caudales ambientales en una normativa, no hubo acuerdo. Algunos técnicos opinaron que la definición de caudales ambientales debería ser parte de alguna normativa de aguas, al menos como meta a alcanzar gradualmente. Sin embargo, otros técnicos indicaron que su incorporación podría implicar un desafío demasiado grande, dadas las dificultades para implementarlo cabalmente. Estos se inclinaron por ofrecer herramientas a la normativa existente. Igualmente hubo acuerdo en no indicar los métodos de estimación de caudales ambientales en la definición y de aplicar la definición más moderna existente.

Desde los técnicos de DINAMA se plantea la utilidad de que se propongan una serie de herramientas a modo de “tool box” que puedan ser utilizadas y adaptadas por los gestores a cada caso concreto y no tener una definición que sea rígida y que deba ser

aplicada igual en todos los casos. En tal sentido se señaló la necesidad que la definición de caudales ambientales sea al mismo tiempo precisa y descriptiva para no excluir casos relevantes, pero a la vez operativa y flexible, de manera que pueda ser aplicable a la gran diversidad de situaciones en la realidad.

Otros aspectos discutidos fueron los de participación social y análisis interdisciplinario. Existió acuerdo en que deben existir instancias participativas, pero aún se debe profundizar la discusión de cuales modalidades utilizar y hasta que nivel de participación llegar. Por ejemplo, existió acuerdo en que la cuantificación del caudal ambiental debe ser fijada interdisciplinariamente por especialistas, y que dicha cuantificación luego podría ser modificado por decisiones políticas o por la participación social. Sin embargo, no hubo acuerdo sobre los momentos en que deben realizarse las instancias participativas. Algunos técnicos opinaron que la consulta pública sobre los usos del recurso y sobre los niveles de calidad e integridad ecológica del sistema acuático a analizar debería ser considerada previo al análisis de caudales ambientales realizado por especialistas, de manera de incorporar las percepciones y preferencias sociales a dicha estimación desde un inicio. Por el contrario, otros técnicos opinaron que el estudio de caudales ambientales debe ser realizado interdisciplinariamente y por especialistas y que las instancias participativas deberían ser realizadas a la luz de los resultados. Se acordó que el diseño de la participación debería ser caso a caso. Sin embargo, no hubo acuerdo en que la participación fuera incluida como parte de la definición propiamente dicha. Algunos técnicos de DINAMA opinaron que la aprobación de caudal ambiental debería contar con una Audiencia Pública previa.

La definición de caudales ambientales surgida de estos talleres y recomendada por este informe se transcribe a continuación: "Régimen hidrológico y calidad del agua de ecosistemas acuáticos continentales que asegure la sustentabilidad a largo plazo de la estructura y funcionalidad del ecosistema que mantenga los servicios ecosistémicos en la cuenca."

Sobre la definición planteada no hubo acuerdo en qué aspectos priorizar, si el funcionamiento del ecosistema *per se* o el funcionamiento que garantice ciertos usos humanos. En este aspecto se discutió sobre los usos del agua y si deberían ser priorizados de alguna manera, pero no se avanzó mayormente.

En caso que la definición de caudales ambientales propuesta sea aplicada, se plantea la necesidad de acompañar la definición con un texto complementario donde se especifiquen conceptos relevantes incluidos en la definición como régimen hidrológico, calidad del agua, ecosistemas acuáticos, sustentabilidad, estructura y funcionalidad del ecosistema, servicios ecosistémicos y cuenca. Asimismo, se debería incluir un párrafo que haga referencia a la participación social en el proceso de determinación de caudales ambientales.

F. APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES A UN CASO PILOTO – HUMEDAL DEL ARROYO MALDONADO

F.1. Descripción del caso de estudio

F.1.1. Caracterización física y biológica

La cuenca del Arroyo Maldonado desde sus nacientes hasta la desembocadura en el Océano Atlántico ocupa aproximadamente 1376 km^2 de extensión. Tiene asociada una importante red de cauces, de los cuales se destacan los Arroyos San Carlos y el propio Arroyo Maldonado. Estos cursos se extienden desde las nacientes de la cuenca hasta la confluencia de los mismos que ocurre inmediatamente aguas abajo de la ciudad de San Carlos. Aguas abajo de esta confluencia, el curso principal es el Arroyo Maldonado, el cual entre la ciudad de San Carlos y la desembocadura en el Océano Atlántico tiene asociado un humedal fluvial (marisma) de gran interés ecosistémico (Chreties *et al.* 2008).

En la costa del Océano Atlántico de Uruguay y en menor medida en la costa del Río de la Plata se desarrollan una serie de marismas (humedales salinos dominadas por vegetación halófíta emergente), constituyendo el Arroyo Maldonado y la Laguna de José Ignacio los dos sistemas con mayor extensión de marismas del país (Isacch *et al.* 2006). En particular, la marisma del Arroyo Maldonado es la más extensa y más característico debido a que presenta las especies vegetales típicas de dicho ecosistema (Rodríguez-Gallego *et al.* 2008). Un trabajo comparativo entre marismas de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil indica que en la costa uruguaya estos ambientes están muy restringidos, siendo las más importantes las ubicadas en la Laguna José Ignacio y, principalmente, en el subestuario del Arroyo Maldonado. Las mismas contribuyen con 25 km^2 de los extensos 2133 km^2 de las marismas de la costa atlántica SW (Isacch *et a*l. 2006), las cuales se ubican fundamentalmente en Patagonia y Provincia de Buenos Aires.

Estas marismas tienen gran importancia para la conservación, constituyendo los únicos ambientes de este tipo desde la Lagoa dos Patos en Río Grande do Sul hasta el Sur de la Provincia de Buenos Aires en Argentina. Esto tiene implicancias determinantes para la distribución y supervivencia de las especies que dependen de estos ambientes. En tal sentido, se destaca la relevancia de los cangrejales asociados a estos ambientes los que se encuentra una de las poblaciones más grandes de *Neohelice granulata* del país, siendo una fuente de larvas para toda la costa uruguaya y contribuyendo a las poblaciones del sur de Brasil y Argentina (Giménez 2003). Por otra parte, estos cangrejos son una fuente alimenticia para muchos peces de interés comercial como la corvina blanca (Milessi *et al.* 2009, Rodríguez-Graña *et al.* 2006), así como para aves amenazadas a nivel global como la gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*) (Herrera *et al*. 2006). Esta especie de gaviota se encuentra en franco retroceso poblacional debido a la pérdida de sitios de alimentación en toda su distribución y es considerada "Casi Amenazada" por UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), la cual se ha registrado en varias oportunidades en el área y en grupos numerosos.

En el marco de este proyecto se realizó un relevamiento de calidad de agua del Arroyo Maldonado. En la Figura 1 se ubican los puntos de muestreo; aguas arriba de la ciudad de San Carlos en los Arroyos Maldonado (A1) y San Carlos (A2), aguas abajo de la ciudad de San Carlos (B), a la altura de la barométrica de la ciudad de Maldonado (C), y cerca de la barra (D). Los resultados se muestran en la Tabla 5. Se observa que la conductividad

aumenta gradualmente de agua dulce a salobre hacia la barra. La concentración de fósforo total fue mayor en la zona de marisma, con altos valores en el sitio C. En cambio la concentración de nitrógeno total fue mayor aguas arriba de San Carlos, en el Arroyo Maldonado (A1). Los valores de coliformes fecales exceden los 1000 ufc/100ml, según Dto. 253/59 de estándares de calidad de agua, en los sitios ubicados aguas debajo de la ciudad de San Carlos (B) y a la altura de la barométrica de Maldonado (C).

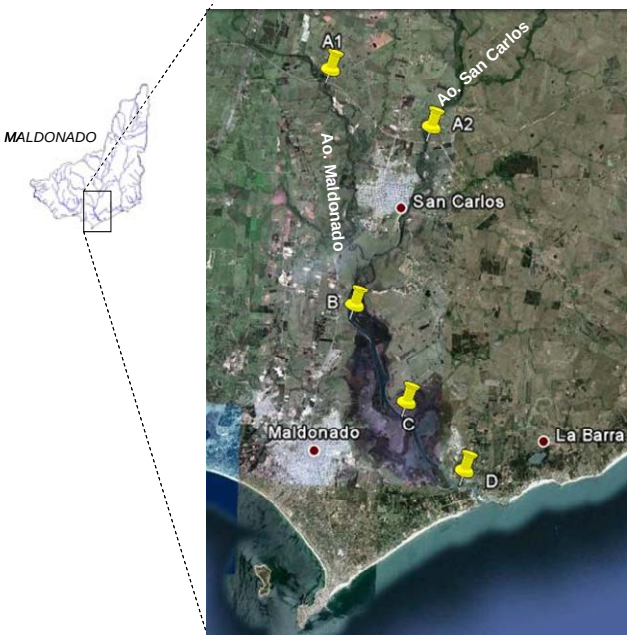

Figura 1. Puntos de muestreo de calidad de agua.

Tabla 5. Valores de conductividad (K), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), coliformes, sólidos en suspensión (SS), materia orgánica (MO), pH y oxígeno disuelto (OD). Se indican promedio (X) y desvío estándar (DS).

Variable	**A1**	**A2**	**B**		**C**		**D**	
			X	**DS**	**X**	**DS**	**X**	**DS**
K ($\mu S\ cm^{-1}$)	232	177	524		3420		10130	
PT ($\mu g\ l^{-1}$)	36.89	59.94	144.47	10.87	313.52	54.34	157.28	43.47
NT ($\mu g\ l^{-1}$)	6200	<500	2100	2262.74	700	0.00	<500	0.00
Coliformes (ufc/100mL)	60.00	450.00	1150.00	70.71	1050.00	70.71	65.00	21.21
SS ($mg\ l^{-1}$)	27.00	46.91	39.38	4.42	32.20	5.38	14.38	2.65
MO (%)	33.33	10.53	1.47	2.08	9.90	1.71	10.00	14.14
pH	8.09	7.79	8.35		8.13		7.91	
OD ($mg\ l^{-1}$)	7.97	7.55	7.91		7.94		7.68	

Un estudio realizado en 2008 por Facultad de Ciencias (Rodríguez-Gallego *et al.* 2008) describió los ambientes y valores de biodiversidad del humedal del Arroyo Maldonado, los cuales son de relevancia para la conservación a nivel nacional e internacional, volviendo a dicha área interesante de incluir en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Este ambiente presenta valores muy destacados para la conservación de la biodiversidad. Los datos relevados sobre peces, anfibios, reptiles, mamíferos, aves,

cetáceos y plantas superiores indican 24 especies endémicas (que se encuentran únicamente en Uruguay y regiones vecinas), 20 especies amenazadas o vulnerables a la extinción, 24 especies de prioridad para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), al menos diez especies carismáticas, 43 especies con valor comercial ya sea para la pesca o para el acuarismo y 14 especies migratorias protegidas por normativas internacionales (sin considerar los cetáceos). En la Tabla 6 se indican los diferentes ambientes descritos y la cantidad de especies endémicas, migratorias, amenazadas y de prioridad para el SNAP.

Su conservación debería ser considerada una oportunidad para la Intendencia de Maldonado, de ofrecer por ejemplo opciones turísticas a un público crecientemente interesado en propuestas naturales en complemento a los excelentes servicios e infraestructura que la costa de Maldonado ofrece. En la Figura 2 se describen los ambientes asociados al Arroyo Maldonado.

Tabla 6. Número de especies que cumplen con algún criterio de importancia para la conservación clasificadas según los Ambientes registrados en el Arroyo Maldonado.

Ambiente	Endémicas	Migratorias	Amenazadas	SNAP
Cauce del arroyo	9	14	6	14
Desembocadura en el mar	0	14	12	15
Humedal salino con espartillar	24	14	7	23
Islas fluviales	8	5	1	5
Pastizal costero	23	8	6	22
Planicie de inundación	15	19	10	32

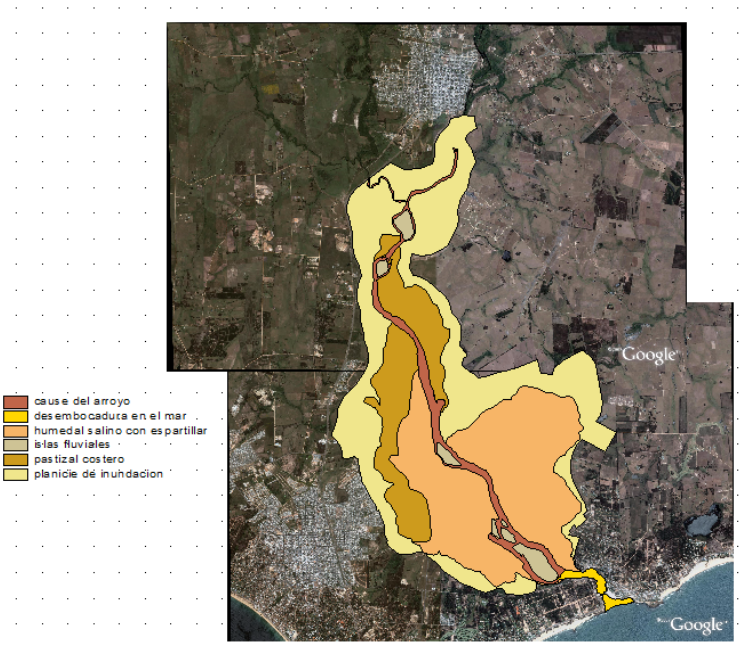

Figura 2. Ambientes asociados al Arroyo Maldonado.

Este ambiente se encuentra amenazado por el avance urbano que implica la desecación y sustitución del humedal por suelo urbano y jardinería, cambios en la hidrología natural del sistema por alteraciones en la descarga de agua dulce desde el Arroyo San Carlos, así como aporte de pluviales desde el suelo impermeabilizado urbano. Todo esto altera la salinidad original del sistema y por tanto su funcionamiento natural.

Para los humedales salinos el impacto más drástico es el cambio en la hidrología natural que altera la velocidad del agua, el régimen de inundación y la salinidad del mismo. En tal sentido, la variación de la descarga de agua dulce puede provocar cambios de la salinidad, alterando completamente la composición de especies, transformando al humedal salino en otro tipo de humedal o ambiente terrestre. Otros impactos que sufren los humedales es la eutrofización o enriquecimiento con nutrientes y materia orgánica aportados por efluentes urbanos o fuentes difusas con la escorrentía desde urbanizaciones o campos agrícolas. Este impacto puede alterar la calidad del agua y composición de especies, aunque mantenga sus condiciones salinas.

F.1.2. Descripción socioeconómica

La caracterización socioeconómica se centra en la descripción de los rasgos demográficos y sociales de la zona, personas, hogares y viviendas (número, concentración, nivel educativo, inserción laboral, etc.) y su evolución en las últimas décadas. Además se identifican las principales actividades económicas que se desarrollan en el área, definidas como aquellas que proveen los mayores ingresos y constituyen la principal fuente de empleo para los residentes. A partir de esta caracterización se pueden delinear tendencias en lo que refiere a población y desarrollo económico que permiten delinear los escenarios que se consideran en la aplicación de la metodología holística.

F.1.2.1. Población, hogares y viviendas

De acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del que se dispone información (correspondiente al año 2004)[1] la población residente en las secciones y segmentos censales (Fig. 3) en donde se inscribe la zona bajo estudio alcanzaba a casi 29 mil personas (Tabla 7), el equivalente a 21% de la población del departamento[2]. Estas cifras incluyen tanto las áreas rurales como las urbanas; las rurales concentran menos del 5% de la población. En estas últimas, el porcentaje de varones es superior al de mujeres, contrariamente a lo que sucede en el promedio de las áreas urbanas.

[1] Actualmente está en campo el relevamiento censal que arrojará datos actualizados de la estructura demográfica y habitacional para el año 2011. No obstante, lamentablemente, la información procesada de este relevamiento estará disponibles más allá de la fecha de cierre de este estudio.

[2] Cabe advertir que las áreas censales que se consideran para esta descripción exceden el área geográfica bajo estudio. No obstante las referencias geográficas del Censo no permiten una aproximación más ajustada. En la Figura 3 se puede consultar el mapa censal del departamento (fuente INE). Las secciones y segmentos que se consideran puedan consultarse en la Tabla 9.

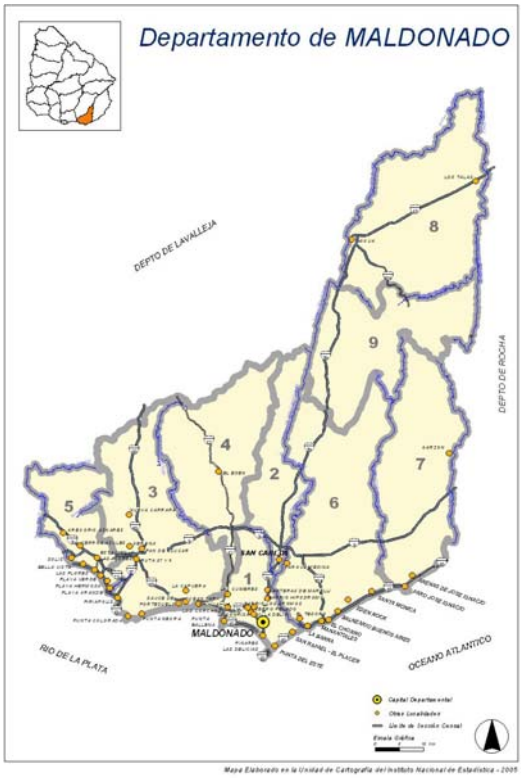

Figura 3. Mapa Censal del Departamento de Maldonado (INE 2005)

Tabla 7. Datos demográficos del área según el Censo de Población y Viviendas (CPV) 2004: cantidad de personas, viviendas y ratio, según zonas (rural y urbana) localidades. Fuente: INE.

Localidad	Localidad	Zona Turística	total de personas	hasta 10 años	entre 11 y 20 años	entre 21 y 40 años	entre 41 y 60 años	mayores de 60 años	mujeres	viviendas	personas por vivienda
TOTAL ÁREA			**28956**	**5553**	**4601**	**8071**	**6206**	**4525**	**14784**	**12469**	**2.3**
RURAL			**1168**	**227**	**169**	**340**	**277**	**155**	**486**	**701**	**1.7**
URBANO			**27788**	**5326**	**4432**	**7731**	**5929**	**4370**	**14298**	**11768**	**2.4**
984	Parque Medina		145	29	28	41	29	18	70	68	2.1
942	La Barra	Pta del Este	358	51	51	107	95	54	179	827	0.4
936	El Tesoro	Pta del Este	781	143	115	252	190	81	391	607	1.3
929	Canteras de Marelli		156	29	22	47	33	25	80	65	2.4
924	Barrio Hipódromo		1577	422	297	484	288	86	738	483	3.3
321	San Carlos		24771	4652	3919	6800	5294	4106	12840	9718	2.5

La mayor concentración urbana es la ciudad de San Carlos, 89% de las personas del área bajo estudio residen en dicha localidad (Tablas 7 y 8). Las demás localidades urbanas son de menor tamaño, con menos de 5.000 personas. Entre ellas la más poblada es Barrio Hipódromo (Tablas 7 y 8). El perfil etáreo de las áreas rurales y urbanas es similar, percibiéndose una mínima menor presencia de personas entre 11 y 20 años (14-16%,

respectivamente) y mayores de 60 (13-16%, respectivamente) y un mayor porcentaje de personas entre 21 y 60 años (53-49%, respectivamente).

En las Tablas 7, 8 y 9 se presenta un detalle por zonas (urbanas y rurales) y localidades de las principales cifras demográficas que se extraen de dicho censo. En 2004 el número de viviendas que reporta el censo alcanzaba a 12.500, 94% de las cuales se ubicaban en las localidades urbanas. Destaca la mayor proporción de viviendas que de personas de las localidades más turísticas de Punta del Este (La Barra y El Tesoro) (Tabla 8), lo que probablemente refleje la existencia de residencias para exclusivo uso turístico. De hecho, en tanto la cantidad de personas por vivienda en el total del área asciende a 2,3 personas (2,4 en las áreas urbanas y 1,7 en las rurales),[3] en dichas localidades la cantidad de personas es similar e incluso inferior a la de viviendas. Particularmente en la Barra el promedio es de 2 viviendas per cápita.

Tabla 8. Datos demográficos del área según el CPV 2004: porcentaje de personas y viviendas según zonas (rural/urbana) y localidades. Fuente: INE.

			Personas	**Viviendas**	**Mujeres (% del total de personas)**
TOTAL ÁREA			**100%**	**100%**	**51%**
RURAL			**4%**	**6%**	**42%**
URBANO			**96%**	**94%**	**51%**
984	Parque Medina		0.5%	0.6%	48%
942	La Barra	Pta del Este	1.3%	7.0%	50%
936	El Tesoro	Pta del Este	2.8%	5.2%	50%
929	Canteras de Marelli		0.6%	0.6%	51%
924	Barrio Hipódromo		5.7%	4.1%	47%
321	San Carlos		89.1%	82.6%	52%

[3] Para tener un parámetro de comparación, este porcentaje es similar al de total país (2,5) y al de Montevideo (2,7) de acuerdo al mismo censo. En el departamento de Maldonado el coeficiente de personas por vivienda es 1,5.

Tabla 9. Datos demográficos del área según el CPV 2004 según zonas (rural/urbana), localidades secciones y segmentos censales. Fuente: INE.

Dpto	Localidad	Zona T	Sección	Segmento	cantidad de personas	personas menores de 11 años	personas entre 11 y 20 años	personas entre 21 y 30 años	personas entre 31 y 40 años	personas entre 41 y 50 años	personas entre 51 y 60 años	personas mayores de 60 años	cantidad de viviendas	cantidad de mujeres
TOTAL ÁREA					**28956**	**5553**	**4601**	**4180**	**3891**	**3485**	**2721**	**4525**	**12469**	**14784**
RURAL					**1168**	**227**	**169**	**162**	**178**	**144**	**133**	**155**	**701**	**486**
10	900	Rural	1	130	41	7	5	7	8	7	4	3	20	19
10	900	Rural	1	133	278	76	48	37	38	27	21	31	117	127
10	900	Rural	2	11	338	53	56	40	41	50	37	61	207	125
10	900	Rural	2	14	4	0	0	0	0	0	4	0	4	0
10	900	Rural	6	109	507	91	60	78	91	60	67	60	353	215
URBANO					**27788**	**5326**	**4432**	**4018**	**3713**	**3341**	**2588**	**4370**	**11768**	**14298**
10	984	Parque Medina	6	309	145	29	28	19	22	18	11	18	68	70
10	942	La Barra	Pta del Este 6	103	186	26	33	22	33	30	14	28	322	100
10	942	La Barra	6	203	81	10	12	9	12	12	10	16	314	44
10	942	La Barra	6	303	45	7	3	6	11	10	3	5	80	18
10	942	La Barra	6	509	33	6	3	4	6	8	3	3	98	12
10	942	La Barra	6	609	13	2	0	3	1	5	0	2	13	5
10	936	El Tesoro	Pta del Este 6	104	189	35	25	23	34	29	14	29	180	92
10	936	El Tesoro	6	204	421	71	67	53	65	59	58	48	321	215
10	936	El Tesoro	6	209	148	32	20	24	43	16	10	3	84	71
10	936	El Tesoro	6	409	23	5	3	6	4	4	0	1	22	13
10	929	Canteras de Marelli	1	74	156	29	22	24	23	18	15	25	65	80
10	924	Barrio Hipódromo	1	73	1577	422	297	282	202	190	98	86	483	738
10	321	San Carlos	2	1	1242	183	177	171	158	162	123	268	542	683
10	321	San Carlos	2	2	1505	217	225	169	188	202	157	347	682	826
10	321	San Carlos	2	3	1611	224	241	239	167	196	187	357	655	842
10	321	San Carlos	2	4	1048	129	128	147	117	118	120	289	536	559
10	321	San Carlos	2	13	1908	439	293	322	305	187	161	201	715	925
10	321	San Carlos	2	105	1010	154	140	141	110	127	117	221	422	522
10	321	San Carlos	2	106	1895	386	329	274	270	194	164	278	697	981
10	321	San Carlos	2	107	1266	253	176	167	173	136	124	237	491	661
10	321	San Carlos	2	108	859	146	137	104	103	102	86	181	368	451
10	321	San Carlos	2	109	1621	359	316	225	231	181	133	176	545	802
10	321	San Carlos	2	112	1604	333	258	273	220	216	144	160	568	818
10	321	San Carlos	2	205	1372	223	212	184	179	170	150	254	575	754
10	321	San Carlos	2	206	1369	321	235	211	169	161	100	172	470	688
10	321	San Carlos	2	207	965	182	155	135	130	122	94	147	391	491
10	321	San Carlos	2	208	1584	308	254	229	215	181	140	257	600	815
10	321	San Carlos	2	209	1172	182	175	155	149	145	122	244	448	617
10	321	San Carlos	2	212	1131	248	216	146	148	128	101	144	422	602
10	321	San Carlos	2	308	1609	365	252	251	225	214	129	173	591	803

Para obtener una aproximación al dinamismo demográfico del área en estudio es conveniente indagar sobre los cambios que se experimentaron entre el último censo que se dispone a la fecha y el previo (de 1996) (Tablas 10 y 11). De este análisis se desprende que la zona experimentó en ese período intercensal cambios significativos.

En términos de población, se advierte un crecimiento de 3,3%, que si bien es superior al experimentado por el país en su conjunto (2,4%), es menor al que tuvo el departamento de Maldonado (de casi 10%). La zona ganó en cantidad y participación de habitantes adultos de entre 41 y 60 años, y muy particularmente de mayores de 60 años. En tanto, la cantidad de niños creció mínimamente. No obstante el crecimiento en población fue heterogéneo. Las zonas rurales vieron reducir sensiblemente la cantidad de personas residentes, descenso que fue más que compensado por el aumento de la población de las zonas urbanas. Tampoco el crecimiento fue homogéneo dentro de las localidades urbanas. Destaca en particular el pronunciado aumento de algunas de ellas: El Tesoro, Parque Medina y Barrio el Hipódromo. En tanto, en el mismo período la localidad de La Barra y Canteras de Morelli redujeron el número de pobladores.

Tabla 10. Datos demográficos del área según CPV 2004 y CPV 1996: crecimiento intercensal según zonas (rural/urbana) y localidades (en porcentaje). Fuente: INE.

Crecimiento intercensal		Zona Turística	total de personas	hasta 10 años	entre 11 y 20 años	entre 21 y 40 años	entre 41 y 60 años	mayores de 60 años	viviendas
TOTAL ÁREA			**3.3%**	**0.3%**	**1.0%**	**0.7%**	**6.9%**	**10.0%**	**37%**
RURAL			**-11.0%**	**-19.2%**	**-9.1%**	**-13.9%**	**-3.8%**	**-4.3%**	**52%**
URBANO			**4.0%**	**1.3%**	**1.4%**	**1.5%**	**7.5%**	**10.6%**	**37%**
984	Parque Medina		18.9%	-19.4%	100.0%	5.1%	81.3%	5.9%	79%
942	La Barra	Pta del Este	-0.6%	-13.6%	30.8%	-18.3%	10.5%	20.0%	517%
936	El Tesoro	Pta del Este	31.3%	10.9%	12.7%	35.5%	40.7%	88.4%	228%
929	Canteras de Marelli		-5.5%	-12.1%	-21.4%	6.8%	-15.4%	19.0%	20%
924	Barrio Hipódromo		9.8%	0.5%	-1.0%	11.8%	33.3%	28.4%	27%
321	San Carlos		3.1%	1.6%	0.8%	0.3%	5.4%	9.3%	24%

Tabla 11. Datos demográficos del área según CPV 2004 y CPV 1996: crecimiento intercensal según zonas (rural/urbana) y localidades (número de personas y viviendas). Fuente: INE.

Crecimiento intercensal		Zona Turística	total de personas	hasta 10 años	entre 11 y 20 años	entre 21 y 40 años	entre 41 y 60 años	mayores de 60 años	viviendas
TOTAL ÁREA			**936**	**15**	**45**	**60**	**403**	**413**	**3393**
RURAL			**-144**	**-54**	**-17**	**-55**	**-11**	**-7**	**241**
URBANO			**1080**	**69**	**62**	**115**	**414**	**420**	**3152**
984	Parque Medina		23	-7	14	2	13	1	30
942	La Barra	Pta del Este	-2	-8	12	-24	9	9	693
936	El Tesoro	Pta del Este	186	14	13	66	55	38	422
929	Canteras de Marelli		-9	-4	-6	3	-6	4	11
924	Barrio Hipódromo		141	2	-3	51	72	19	104
321	San Carlos		741	72	32	17	271	349	1892

Si bien crece la cantidad de pobladores en todos los rangos etáreos, resalta el aumento de los mayores de 40 años. Este rasgo es particularmente notorio en las localidades urbanas Parque Medina, Barrio Hipódromo y El Tesoro (en este último la población mayor a 60 creció casi 90%). Todo lo cual permite afirmar que el área en estudio ha sufrido un relativo envejecimiento de la población residente.

Otro de los cambios más salientes ocurridos entre ambos censos es el aumento muy notorio de la cantidad de viviendas. El incremento global fue de 37%. En este caso, contrariamente a lo que ocurrió en términos de población el crecimiento afectó tanto a las áreas rurales como urbanas. Incluso, a pesar del descenso de la población rural, en ese período se verificó un crecimiento de más de 50% del número de viviendas.

El aumento del número de viviendas es significativo en todas las zonas y localidades. Pero es destacadísimo en las localidades más turísticas de La Barra y El Tesoro. La primera multiplicó por 6 el número de residencias y la segunda por más de 2. También en Parque Medina, aunque en otro orden de magnitud, se percibió un aumento significativo de las residencias (de 79%).

Debido a la heterogeneidad de la dinámica demográfica entre las diversas localidades y áreas que comprende la zona bajo estudio se hace dificultoso extrapolar el comportamiento para los años más recientes, años posteriores al último censo disponible. No obstante, dado que transcurrieron casi siete años del último censo, se hace necesario disponer al menos de estimaciones imprecisas de la población actualmente residente. Estas estimaciones deberán corregirse a la luz de los resultados del Censo que se está llevando a cabo actualmente (setiembre-octubre 2011).

Si extrapoláramos a partir de la tasa de crecimiento anual intercensal (de 0,4% anual), se podría esperar que al año 2011, la población del área alcanzara a casi 30 mil personas. El mismo cálculo aplicado a la ciudad de San Carlos, principal agrupamiento urbano del área, arroja la cifra de 25.500 personas.

F.1.2.2. Indicadores socioeconómicos de la población

Lamentablemente el relevamiento censal de 2004 provee de pocos datos que arrojen luz sobre el perfil social y económico de los habitantes. Para obtener una aproximación a ellos es necesario apelar a la información que proporciona la Encuesta Continua de Hogares (ECH que recaba el Instituto Nacional de Estadística (INE). No obstante, los datos de esta encuesta no son representativos a nivel de secciones y segmentos. La mayor desagregación geográfica de estos relevamientos es entre zonas urbanas de más de 5000 habitantes (zona 1000), menos de 5000 habitantes (zona 2000) y zonas rurales dispersas (zona 3000) dentro de cada departamento. Para obtener un perfil socioeconómico de la población residente en la zona bajo estudio, es preciso entonces hacer el supuesto de que las localidades y áreas rurales que abarca siguen en general el comportamiento del promedio departamental de las zonas de la ECH. Téngase en cuenta para esto que la única localidad con más de 5.000 habitantes al año 2004 era la ciudad de San Carlos (única que queda incluida en la zona 1000). Las restantes eran localidades menores –correspondientes a la zona 2000 de la ECH-. Las zonas rurales deben considerarse dentro de la zona 3.000. Con esta advertencia, en lo que sigue se realiza una descripción del nivel educativo, perfil de actividad y ocupaciones de la población, tomando como referencia la Encuesta de Hogares del año 2008. En la Tabla 12 se exponen en detalle estos indicadores.

Tabla 12. Datos demográficos y socioeconómicos del departamento de Maldonado según Encuesta Continua de Hogares (2008), según grandes zonas. Fuente INE.

ECH 2008	Mdeo.	Maldonado Total	1000	2000	3000	Total país	Mdeo.	Maldonado Total	1000	2000	3000	Total país
cantidad de hogares	486620	51973	45142	4359	2472	1138456						
cantidad de personas residentes	1359613	148897	131630	10586	6681	3335292		100%	88%	7%	4%	
cantidad promedio de personas por hogar	2.8	2.9	2.9	2.4	2.7	2.9				% PT		
personas de 14 y más años (en edad de trabajar) - PET	1101110	114129	100431	8581	5117	2617207	*81%*	*77%*	*76%*	*81%*	*77%*	*78%*
										% PET		
personas economicamente activas	722272	77236	68230	5278	3728	1681347	*66%*	*68%*	*68%*	*62%*	*73%*	*64%*
										% PEA		
personas desempleadas	52668	6022	5663	253	106	128858	*7%*	*8%*	*8%*	*5%*	*3%*	*8%*
										% PET		
personas ocupadas	669604	71214	62567	5025	3622	1552489	*61%*	*62%*	*62%*	*59%*	*71%*	*59%*
										%		
personas que viven en hogares en situación de pobreza (ingreso pc < línea de pobreza INE met. 2002)	331807	15579	12553	2069	957	750984	*24%*	*10%*	*10%*	*20%*	*14%*	*23%*
Hogares y vivienda										%		
hogares en asentamientos irregulares	37060	1866	1866	0	0	49759	8%	4%	4%	0%	0%	4%
viviendas con origen del agua red general-canilla publica	483851	49673	44952	4359	362	1055257						
viviendas con origen del agua pozo surgente no protegido	400	257	0	0	257	11777						
viviendas con origen del agua pozo surgente protegido	1927	1406	142	0	1264	62225						
viviendas con origen del agua aljibe-arroyo-río-otro	442	637	48	0	589	9197						
viviendas con evacuación del servicio sanitario en fosa séptica-entubado hacia arroyo-superficie (no red gral)	81788	18025	11380	4330	2315	476594						

ECH 2008	Mdeo.	Maldonado Total	1000	2000	3000	Total país	Mdeo.	Maldonado Total	1000	2000	3000	Total país
Educación										% de la población		
personas con nivel educativo hasta primaria completa	567764	78288	66705	6958	4625	1627372	*42%*	*53%*	*51%*	*66%*	*69%*	*49%*
personas con nivel educativo mayor a primaria completa y hasta secundaria completa	536432	60888	56453	2904	1531	1288878	*39%*	*41%*	*43%*	*27%*	*23%*	*39%*
personas con nivel educativo terciario (universidad, profesorado, magisterio)	255417	9721	8472	724	525	419042	*19%*	*7%*	*6%*	*7%*	*8%*	*13%*
Ocupación										% de ocupados		
trabajadores profesionales científicos e intelectuales; miembros l por ejecutivo-legislativos-directivos públicos.	123195	6837	5824	822	191	230770	*18%*	*10%*	*9%*	*16%*	*5%*	*15%*
trabajadores técnicos y profesionales nivel medio.	58564	3246	3000	183	63	100197	*9%*	*5%*	*5%*	*4%*	*2%*	*6%*
trabajadores empleados oficina.	113119	7998	7592	314	92	194249	*17%*	*11%*	*12%*	*6%*	*3%*	*13%*
trabajadores los servicios y vendores comercios y mercados.	98944	11305	10585	636	84	220776	*15%*	*16%*	*17%*	*13%*	*2%*	*14%*
agricultores y trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros	8823	4170	2205	780	1185	86079	*1%*	*6%*	*4%*	*16%*	*33%*	*6%*
oficiales, operarios y artesanos artes mecánicas y otros oficios; operadores y montadores instalaciones y máq.	130661	16753	15749	675	329	338001	*20%*	*24%*	*25%*	*13%*	*9%*	*22%*
trabajadores no calificados	131634	20708	17484	1615	1609	371440	*20%*	*29%*	*28%*	*32%*	*44%*	*24%*
trabajadores en las fuerzas armadas	4664	197	128	0	69	10977	*1%*	*0%*	*0%*	*0%*	*2%*	*1%*
ocupados en agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca, explotación minas y canteras	13855	5180	1981	1214	1985	171334	*2%*	*7%*	*3%*	*24%*	*55%*	*11%*
ocupados en industria manufacturera	96400	5947	5490	244	213	207802	*14%*	*8%*	*9%*	*5%*	*6%*	*13%*
ocupados en sectores electricidad, gas y agua	5739	423	423	0	0	13240	*1%*	*1%*	*1%*	*0%*	*0%*	*1%*
ocupados en construcción	36614	11444	10843	479	122	110917	*5%*	*16%*	*17%*	*10%*	*3%*	*7%*
ocupados en servicios (salvo enseñanza)	477487	45293	41300	2788	1205	961951	*71%*	*64%*	*66%*	*55%*	*33%*	*62%*
ocupados en sector enseñanza	39509	2927	2530	300	97	87245	*6%*	*4%*	*4%*	*6%*	*3%*	*6%*
Ocupados privado/públicos												
asalariados en el sector privado	393800	43366	39435	2051	1880	873845	*59%*	*61%*	*63%*	*41%*	*52%*	*56%*
asalariados en el sector público	97982	8565	7090	1255	220	227071	*15%*	*12%*	*11%*	*25%*	*6%*	*15%*
cuentapropistas	133772	15945	13131	1530	1284	349735	*20%*	*22%*	*21%*	*30%*	*35%*	*23%*

1000 Localidades de 5000 y más habitantes
2000 Localidades de menos 5000 habitantes
3000 Áreas rurales dispersas

En las localidades urbanas más numerosas de Maldonado el nivel educativo de la mitad de los habitantes sólo alcanzaba al 2008 a primaria completa. Este porcentaje es mayor en las localidades menores y mayor aún en las zonas rurales (en éstas alcanza a casi 70%). Como referencia, el porcentaje de personas que únicamente poseen instrucción completa hasta primaria para el total del país es de 49%.

No obstante, el porcentaje de personas (43%) que ha concluido la educación secundaria en las localidades urbanas de Maldonado de más de 5.000 habitantes supera al porcentaje promedio para Uruguay, e incluso al de Montevideo (de 39%). El porcentaje baja notoriamente en las localidades pequeñas de Maldonado y en las zonas rurales. Por, último, alrededor de 7% de la población posee educación terciaria (universidad, profesorado o magisterio), porcentaje muy inferior al del promedio del país.

En cuanto a su participación en el mercado laboral, cabe señalar que Maldonado en su conjunto posee tasas de actividad (TA: porcentaje de personas activas -PEA- respecto del total de personas en edad de trabajar – PET-) y de ocupación (ocupados sobre PET) elevadas en la comparación con los restantes departamento. En el año 2008, la tasa de actividad alcanzaba a 68% (idéntico porcentaje se observa en las localidades mayores), porcentaje que es incluso superior (73%) en las zonas rurales. Análogamente la tasa de ocupación es de 62% en las localidades más pobladas y de 71% en las zonas rurales.

En cuanto al ámbito laboral en que se insertan no se advierten diferencias significativas en el promedio del departamento ni en las localidades más pobladas con el promedio global del país. No obstante, se puede afirmar que es mayor la proporción de personas que se ocupan en el sector privado que en el promedio nacional (61%, en tanto el promedio global es 56%), y menor las que trabajan en el sector público (12%, mientras que a nivel nacional es 15%). El porcentaje de cuentapropistas es similar (20%), si bien es importante en las localidades más chicas y en las zonas rurales de Maldonado (30 y 35%, respectivamente).

En lo que atañe a las ocupaciones, destaca en Maldonado el porcentaje de trabajadores que se ocupan en los sectores de servicios (salvo enseñanza) y en la construcción (64% y 16%, respectivamente). En ambos casos la proporción de trabajadores que aglutinan esos sectores es superior a la del promedio general de nuestro país. Este rasgo es aún más notorio en las localidades urbanas más pobladas (alcanza a 66% y 17% en cada caso). Como es de esperar en las zonas rurales predominan los ocupados en actividades como la agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca, explotación minas y canteras.

Resignando el análisis desagregado, aún por grandes áreas (urbanas grandes, pequeñas y rurales), podemos alcanzar una mayor actualización en los datos (2010) y una mejor caracterización de la ocupación en los distintos sectores de actividad. Tomando como referencia el departamento de Maldonado como un todo se comprueba que el sector que aglomera mayor número de ocupados es el comercio (19% del total), seguido por el de la construcción (15%). Este último destaca en comparación con el promedio del total del país (Tabla 13). También resalta la proporción de ocupados en el servicio doméstico.

Como es de conocimiento, una de las actividades más importantes del departamento es el turismo. Como la clasificación en sectores de actividad (CIIU) no distingue esta categoría, se realizó una aproximación tomando en cuenta algunas de las actividades vinculadas directamente con el turismo (como restaurantes y hoteles, transporte,

actividades inmobiliarias, servicios de diversión esparcimiento y culturales y servicio doméstico). Esa estimación permite afirmar que casi 40% de la población en edad de trabajar del departamento trabaja en actividades directamente vinculadas al sector. Nótese que no se está considerando dentro de esta gran categoría ni al comercio ni a la construcción, actividades que están también indirectamente afectadas por la dinámica turística.

En cuanto a los ingresos de las personas ocupadas, varias de las actividades antes mencionadas vinculadas al turismo generan ingresos mayores en promedio en Maldonado que en el promedio del país. En tanto el ingreso medio (de la ocupación principal) es en el total del país apenas inferior al promedio para Maldonado, actividades como Restaurantes y hoteles, de Servicios comunitarios, sociales o personales o de Servicio doméstico, generan ingresos más de una vez y media mayores en este departamento que en el promedio global (Tabla 13). También es señaladamente mayor el promedio de ingresos per cápita derivado de actividades en la industria de la construcción en este departamento que en el país.

Tabla 13. Ocupados e ingresos medios de la ocupación por sector de actividad. Año 2010. Fuente: ECH 2010, INE.

	Maldonado		Total país	Maldonado	Total País
Sector de actividad (CIIU rev. 3)	**Personas**	**%**	**%**	**$ corrientes, promedio per cápita**	
AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	3433	4	10	6637	6059
PESCA	241	0	0	1099	7258
EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	172	0	0	18055	13386
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	5869	7	13	6721	9675
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	766	1	1	20621	22240
CONSTRUCCION	12435	15	7	10991	7980
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMESTICOS	15197	19	19	6857	6395
HOTELES Y RESTORANES	7208	9	3	11009	6634
TRANSPORTE ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	2153	3	5	10611	14213
INTERMEDIACION FINANCIERA	842	1	2	20875	26522
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS EMPRESARIALES Y DE ALQUILER.	6474	8	7	5846	7094
ADMINISTRACION PUBLICA Y DEFENSA; PLANES DE SEGURIDAD SOCIAL	3321	4	6	18286	17157
ENSEÑANZA	3015	4	6	13154	12998
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD.	3968	5	7	14139	13419
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES.	5593	7	5	12651	8327
HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMESTICO.	10937	13	8	7176	4119
ORGANIZACIONES Y ORGANOS EXTRATERRITORIALES.	16	0	0	39000	47966

F.1.2.3. Actividades económicas en el área

Previo a comentar las principales actividades productivas en el área cabe advertir que la información económica disponible públicamente en Uruguay posee una desagregación geográfica mínima. En este sentido, no existen cifras actuales del PIB (Producto Interno Bruto) desagregado a nivel departamental. Sólo se dispone de estimaciones a nivel de departamentos elaboradas por el Departamento de Descentralización Territorial y Gobiernos Departamentales (Oficina de Planeamiento y Presupuesto) para años anteriores a 2006.

De acuerdo a esa información, el PIB del departamento ascendía a aproximadamente 1.051 millones de dólares (corrientes), equivalente a 7.200 dólares per cápita. Si la estructura sectorial productiva del departamento se hubiera mantenido en los años posteriores y cada sector hubiera evolucionado como el promedio del país en su conjunto, el PIB departamental medido a dólares corrientes se hubiera más que duplicado al 2010. Ascendería a 2.245 millones de dólares, lo que representa 14.500 dólares per cápita.

El sector económico de mayor peso en Maldonado es el sector Comercio, restaurantes y hoteles (Tabla 14), dando cuenta del perfil predominantemente turístico del departamento. En el año 2006 (última información disponible) este sector explica casi 40% del PIB departamental. Como comparación tómese en cuenta que este sector da cuenta de sólo la tercera parte del PIB global. A la inversa, Maldonado posee mucho menos actividad manufacturera que el país en su conjunto (3% y 15%, respectivamente), y reducida actividad agropecuaria (3% y 8%, respectivamente).

En lo que sigue se hará una breve exploración de otras fuentes de información que dan cuenta de las actividades que afectan más directamente al área del Arroyo Maldonado. Asimismo se hará una descripción más detallada de las características de la actividad turística, dada su importancia económica dentro del departamento.

Tabla 14. Valor Agregado Bruto (VAB) por clase de actividad (*) – año 2006* (en miles de pesos corrientes).

Clase de actividad	Maldonado	Total país	Maldonado	Total pais
	$ corrientes		%	
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	736277	39644623	2.9%	8.3%
Industrias manufactureras	122182	1236252	0.5%	0.3%
Electricidad, gas y agua	870141	72868073	3.5%	15.3%
Construcción	605904	9690586	2.4%	2.0%
Comercio, restaurantes y hoteles	1846165	28124026	7.3%	5.9%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	9919946	61785218	39.3%	13.0%
Establecimientos financieros, de seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	1933139	38574773	7.7%	8.1%
Servicios comunales, sociales y personales	9184937	224783072	36.4%	47.2%
TOTAL	**25218692**	**476706622**	**100.0%**	**100.0%**
% de Maldonado en total país	**5.3%**	**100%**		
En US$ corrientes (millones)	**1051**			

Fuente: sobre la base de datos del Departamento de Descentralización Territorial y Gobiernos Departamentales – OPP
(*) No incluye derechos de importación.

Actividades agropecuarias

Como se mencionó anteriormente, las actividades agropecuarias dan cuenta de una proporción poco significativa del producto departamental (3% en el año 2006), así como de las personas ocupadas (4% en el año 2010).

A partir del último Censo Agropecuario del que se disponen datos (correspondientes al año 2000)[4] es posible aproximar con algo más de precisión el uso agropecuario del suelo en el área de referencia. En este caso, la referencia es el área de numeración. Las correspondientes al área bajo estudio son las numeradas como 1002006, 1003004 y 1003005. Como se ve en la Figura 4, la sumatoria de estas tres áreas estrictamente excede el área del caso de estudio.

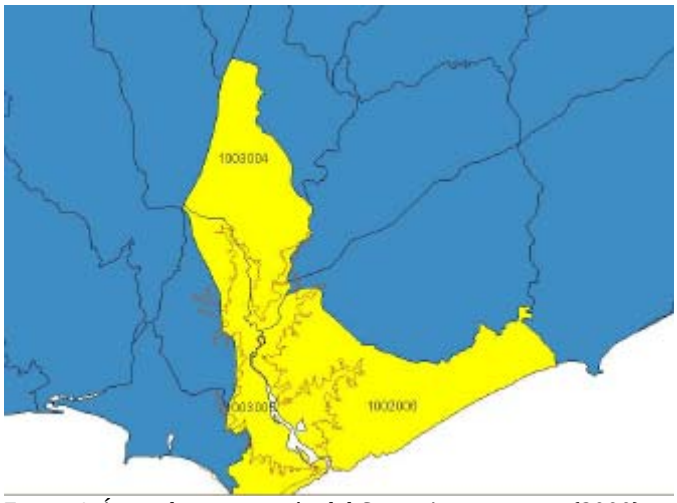

Figura 4. Áreas de numeración del Censo Agropecuario (2000)

De acuerdo a esta fuente el uso del suelo en el área de interés es similar al de Maldonado en su conjunto (Tabla 15). En una proporción superior a 70%, el uso del suelo corresponde a campo natural. Casi 10% tiene como uso praderas artificiales (en el promedio del departamento este destino es algo menor: 5%). Proporciones menores corresponden a campo natural sembrado en cobertura (4,4%), a bosque artificial (4,1%) y campo natural fertilizado (3%).[5] El uso del suelo que arroja el Censo de 2000 permite inferir que la actividad agropecuaria más relevante es la ganadería, si bien no se conocen los rubros específicos de producción.

Tabla 15. Uso del suelo Maldonado y áreas de numeración. Censo agropecuario año 2000, DIEA.

Area de numeración	Bosque natural	Bosque Artificial	Frutas Cítricas	Otros frutales	Viñedos	Cultivos de huerta	Cultivos cerealeros e industriales	Cultivos Forrajeros anuales	Tierra arada	Tierra de rastrojo	Praderas artificiales	Campo natural sembrado en cobertura	Campo natural fertilizado	Campo natural	Tierras no productivas	Total
1002006	2.2%	5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.2%	0.5%	0.7%	13.5%	4.7%	0.8%	67.8%	3.3%	100.0%
1003004	1.8%	3.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.4%	0.7%	0.1%	6.8%	4.5%	6.8%	74.1%	1.5%	100.0%
1003005	1.4%	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.8%	1.5%	0.1%	0.5%	3.3%	3.4%	0.6%	81.8%	3.3%	100.0%
Total	2.0%	4.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.9%	0.5%	0.4%	9.7%	4.4%	3.0%	71.9%	2.6%	100.0%
Maldonado	9.1%	4.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.7%	0.1%	0.1%	4.9%	4.1%	1.4%	72.4%	2.2%	100.0%

[4] Actualmente está en campo el Censo Agropecuario 2011. No obstante, los primeros resultados del mismo serán divulgados después de cerrado este informe (en diciembre de 2011).

[5] En el total de Maldonado los bosques artificiales dan cuenta de 9% de la superficie agropecuaria y el campo fertilizado de 1,4%.

Industria manufacturera
Las industrias manufactureras tampoco ocupan un lugar central dentro de la actividad productiva departamental. Esto es evidente tanto cuando se considera el PIB del sector en el producto departamental como el porcentaje de ocupados en el total (si bien en este caso la proporción es algo mayor, 7%).

No obstante, importa tener presente la presencia de unidades industriales por su potencial contaminante en la cuenca del Arroyo Maldonado. Entre las industrias que afectan esta cuenca se encuentran varias industrias lácteas, cárnicas, de pesca y otras alimenticias (de acuerdo a información de DINAMA).

Turismo
Como se indicó con anterioridad, si bien no se dispone de una estimación precisa, las actividades ligadas al turismo explican buena parte del PIB de Maldonado. A su vez, las personas ocupadas en esta actividad suman casi 40% de la PEA departamental. A estos últimos deben sumarse las personas que se trasladan a Maldonado para trabajar en la temporada turística.

El departamento recibe casi 30% de los turistas que ingresan en país al año, entre 70% y 80% si se considera el primer semestre de cada año. En particular, Punta del Este y los balnearios asociados reciben entre 500 y 600 mil personas del exterior (Tabla 16). Estos turistas permanecen en promedio algo más de 8 días.

Tabla 16. Turismo en el departamento de Maldonado.

	Año 2010	
Tipo de turismo	**Personas**	**%**
Receptivo		
Piriápolis	87,803	3.6%
Punta del Este	572,501	23.8%
Maldonado	660,304	27.4%
Total país	*2,407,676*	*100.0%*
Interno		
Maldonado	348,269	18%
Total país	*1,912,585*	100%
Total turismo Maldonado	***1,008,573***	

Fuente: Ministerio de Turismo y Deportes.

La importancia del departamento y especialmente de Punta del Este en la actividad turística del país radica no sólo en el número de turistas que recibe sino en el gasto per cápita de los mismos, el más alto entre los destinos turísticos en Uruguay (550 dólares diarios). De esta forma, el destino Punta del Este genera un ingreso de divisas al país superior a 700 millones de dólares anuales.[6].
A su vez, el departamento en su conjunto recibe cerca de 20% del turismo interno (residentes uruguayos)[7], lo que equivale a aproximadamente 350.000 personas. Si las preferencias del turismo interno fueran similares que las de los provenientes del exterior, entonces el sistema turístico de Punta del Este recibiría alrededor de 300 mil de

[6] Este monto es el equivalente al 50% del gasto total del turismo receptivo en el país en el año 2010.
[7] Definidos como personas que realizaron al menos un viaje no regular dentro del país (fuente MinTurD).

los 350 mil turistas uruguayos. Todo lo cual indica un total entre externos e internos de entre 800 a 900 mil personas al año.

La actividad turística del departamento bajo la modalidad de sol y playa posee una pronunciada estacionalidad, es decir una alta concentración en los cuatro meses de la temporada estival. Sólo en los tres primeros meses del año, se concentra más del 40% de los turistas externos y más del 50% del interno. En ese período se suman, además de los turistas, los trabajadores zafrales, provocando una fuerte presión sobre la zona.

Lamentablemente, no se poseen datos concretos sobre el turismo en el área bajo estudio, si bien -como se conoce- las localidades la Barra y el Tesoro integran el circuito turístico de Punta del Este (que sí es relevado por las encuestas turísticas).

No obstante, se puede identificar a partir de la información que provee el propio Ministerio de Turismo el número de operadores turísticos: hoteles, inmobiliarias y establecimientos rurales, entre los más relevantes. Todo el sistema turístico asociado a Punta del Este (desde aproximadamente Punta Ballena hasta José Ignacio) cuenta con 85 hoteles y 275 inmobiliarias registradas, de los cuales aproximadamente 10% se ubican en la zona turística de La Barra y El Tesoro.

F.2. Aplicación de Modelos hidrológicos

F.2.1. Descripción de la Metodología

Se determinó el caudal ambiental utilizando algunas de las metodologías hidrológicas más difundidas a nivel mundial (Tabla 17) para los datos de caudal medio diario registrados en el Arroyo San Carlos (estación 46.1 de DINAGUA en la Ruta 9) y el Arroyo Maldonado (estación 174 de DINAGUA en la Ruta 9) en el período 1983-2000 y 1985-1993 respectivamente.

Tabla 17. Metodologías hidrológicas aplicadas en el caso piloto.

Métodos que establecen un único valor de caudal ambiental
7Q10
Porcentajes de excedencia: Q95, Q90 y Q95
Aquatic Base Flow: considerando como mes más seco al mes de enero
Porcentaje del caudal medio anual: 10%, 25, y 30%
Métodos que establecen un valor de caudal ambiental para cada mes del año
Porcentajes de excedencia para cada mes: Q90 (NGPRP)
Porcentaje del caudal medio mensual: 30%
Métodos que establecen un régimen completo de caudales ambientales
RVA, IHA (Richter 1997)

Es importante destacar que la mayor parte de estos métodos hidrológicos se basan en observaciones, mediciones o resultados obtenidos para determinadas especies de peces, dispersión de contaminantes, recuperación de ríos, etc., no necesariamente equivalentes a las de Uruguay. Además, los mismos no incorporan una relación explícita entre los componentes hidrológicos y biológicos.

Por su parte, el método de Richter es el único que considera los cinco componentes del régimen de caudales - magnitud, frecuencia, duración, momento y tasas de cambio - reconocidos como claves en la conservación de la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas fluviales (Poff & Ward 1989, Karr 1991, Richter *et al.* 1996, Poff *et al.* 1997, Bunn & Arthington 2002, Lytle & Poff 2004). Este mismo presenta condiciones más flexibles para su aplicación fuera del sitio de desarrollo, ya que los parámetros propuestos intentan representar una amplia gama de necesidades ecosistémicas, permitiendo seleccionar los parámetros más representativos de un ecosistema particular. Respecto a su aplicación en este caso de estudio, se determinó un régimen de caudales ecológicos a partir de algunos de parámetros establecidos en este método. El mismo fue tomado de (Bejarano *et al.* 2010) y debería ser validado o ajustado para la cuenca del Arroyo Maldonado, una vez se disponga de la información biológica necesaria. Al respecto, vale mencionar la relación entre los parámetros de Richter y los procesos ecosistémicos que plantea Swanson (2002) y que se resumen en la Tabla 18.

Tabla 18. Régimen de caudal ecológico planteado a partir de los parámetros de Richter. Nota: Entre comillas se indican los parámetros de Richter.

Caudal mínimo
Años normales: Percentil 10 (“Mínimo anual del caudal medio de 90 días”)
Años normales: Percentil 10 (“Mínimo anual del caudal medio de 30 días”)
Fluctuación estacional de caudales
Años normales: “Ciclo mediano mensual” * Factor proporcionalidad años normales
Años Secos: “Ciclo mediano mensual” * Factor proporcionalidad años secos
Caudal máximo de estiaje
Percentil75 (“Caudal medio Enero”), Percentil75 (“Caudal medio Febrero”), Percentil75 (“Caudal medio Marzo”)
Caudal de avenida
Magnitud y Frecuencia: ajuste a una función de distribución Gumbel de la serie del parámetro “Máximo anual del caudal medio de 1 día” y selección de los caudales correspondientes a 2 años de período de retorno
Momento: Percentil75 (“Fecha del máximo caudal de cada año”)
Duración: Percentil10 (“Duración media de los pulsos altos de cada año”)
Tasas de cambio: intervalo Precentil25-Percentil75 de ”Promedio de las tasas de caudal ascendentes de cada año” y ”Promedio de las tasas de caudal descendentes de cada año”

F.2.2. Resultados Métodos Hidrológicos

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el Arroyo San Carlos y el Arroyo Maldonado para las diferentes metodologías utilizadas.

- Métodos que establecen un único valor de caudal ambiental (Tabla 19)

Tabla 19. Resultados metodologías hidrológicas – 1 sólo valor de caudal ambiental.

Método	7Q10	Q95	Q90	Q85	ABF	10%QMA	25%QMA	30%QMA
San Carlos	1.7	0.4	0.5	0.6	5.7	2.7	6.7	8.1
Maldonado	1.6	1.1	1.2	1.2	1.3	0.5	1.2	1.4

En la Figura 5 puede observarse lo diferentes que pueden ser los caudales ambientales determinados a partir de los diferentes estimadores hidrológicos, sobre todo para el caso del Arroyo San Carlos.

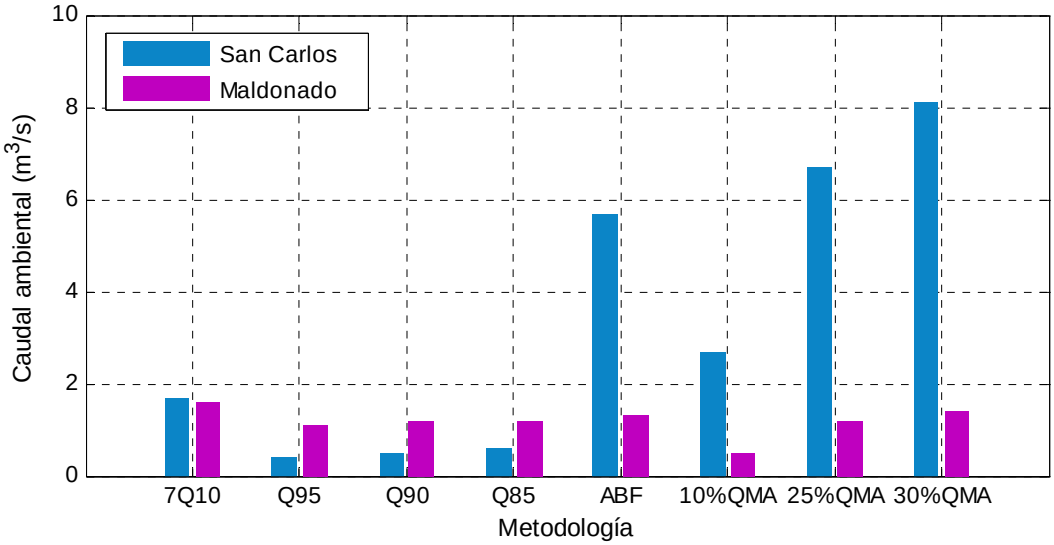

Figura 5. Comparación de los resultados de las metodologías hidrológicas que estiman un sólo valor de caudal ambiental anual.

- Métodos que establecen un valor de caudal ambiental para cada mes del año

Tabla 20. Resultados de las metodologías hidrológicas que determinan un valor de caudal ambiental por mes.

Mes	San Carlos				Maldonado			
	NGPRP	30% QMM	IHA Normales	IHA Secos	NGPRP	30% QMM	IHA Normales	IHA Secos
1	0.5	2.3	0.4	0.3	1.2	0.4	1.0	0.9
2	0.6	3.8	0.4	0.3	1.2	0.5	1.0	0.9
3	0.6	3.3	0.5	0.4	1.4	1.1	1.2	1.1
4	20.9	7.1	13.2	9.5	1.9	1.1	1.5	1.3
5	18.8	7.7	11.8	8.5	1.7	1.0	1.4	1.2
6	22.5	10.2	19	13.7	1.6	1.6	1.3	1.1
7	27	11.8	20.9	15.1	2.3	1.7	2.0	1.7
8	28.2	12.1	20.3	14.6	3.1	3.8	2.7	2.4
9	26.1	11.9	20.1	14.5	3.0	1.8	2.5	2.2
10	12.1	10.8	19.8	14.2	1.5	1.9	1.9	1.7
11	11.6	10.4	18.6	13.4	1.4	1.3	1.6	1.4
12	0.8	5.5	8.6	6.2	1.3	0.5	1.3	1.1

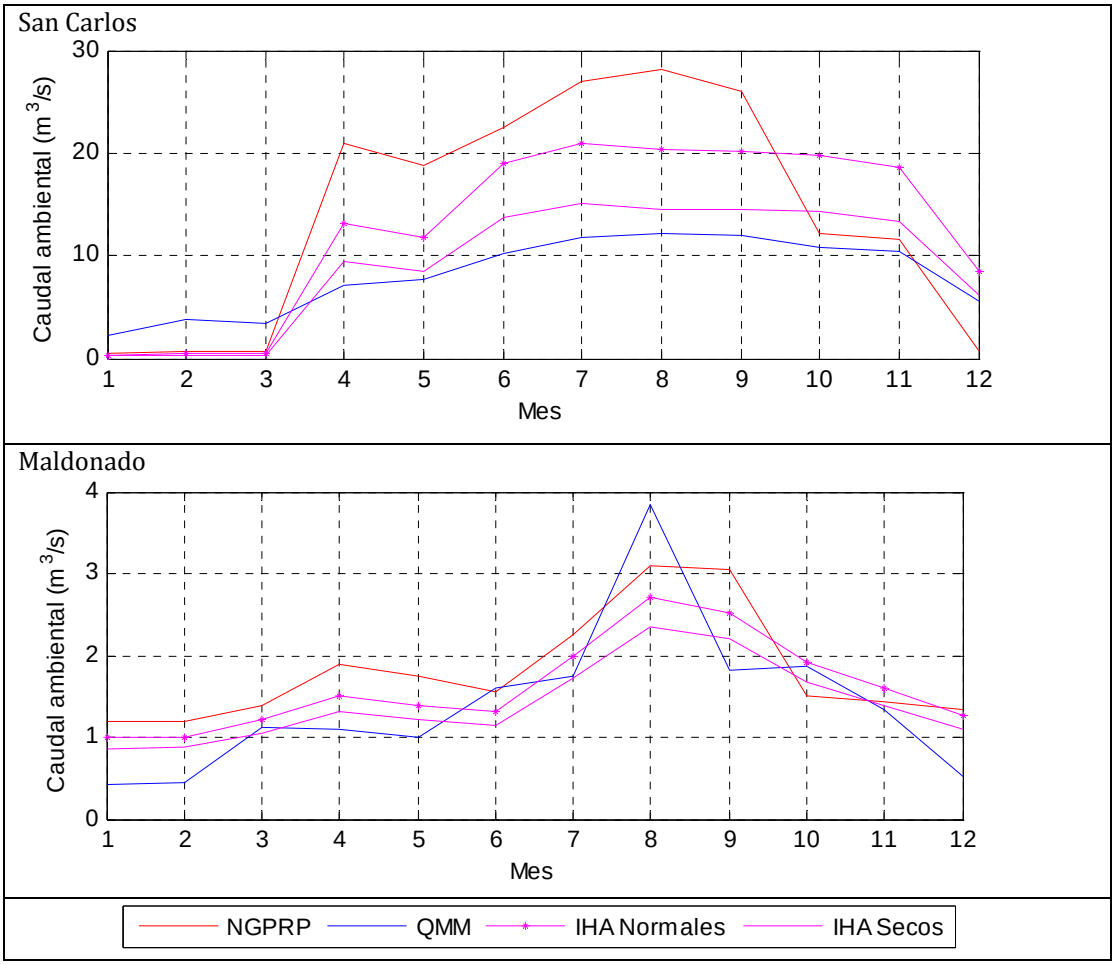

Figura 6. Comparación de resultados de las metodologías Hidrológicas que estiman un valor de caudal ambiental por mes.

Nuevamente se observa la gran diferencia que existe entre estimadores, la cual a su vez es diferente para los distintos arroyos.

- Métodos que establecen un régimen completo de caudales ambientales

Tabla 21. Resultados de la metodología hidrológica que establece un régimen completo de caudales ambientales en el Arroyo San Carlos y Maldonado. Los caudales se encuentran en m3/s, las frecuencias en días y el resto de los parámetros son adimensionales.

Arroyo San Carlos

Caudal mínimo												
Años normales:		0.4										
Años secos:		0.3										
Fluctuación estacional de caudales												
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Normales:	0.4	0.4	0.5	13.2	11.8	19.0	20.9	20.3	20.1	19.8	18.6	8.6
Secos:	0.3	0.3	0.4	9.5	8.5	13.7	15.1	14.6	14.5	14.2	13.4	6.2
Caudal máximo de estiaje												
Enero:	11.0											
Febrero	15.2											
Marzo	14.8											
Caudal de avenida												
Magnitud:	331.7											
Frecuencia:	2.0											
Momento:	266.0											
Duración:	2.0											
Tasa de cambio ascendente:			1.9	5.4								
Tasa de cambio descendente:			-4.0	-2.7								

Arroyo Maldonado

Caudal mínimo												
Años normales:		1.0										
Años secos:		0.9										
Fluctuación estacional de caudales												
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Normales:	1.0	1.0	1.2	1.5	1.4	1.3	2.0	2.7	2.5	1.9	1.6	1.3
Secos:	0.9	0.9	1.1	1.3	1.2	1.1	1.7	2.4	2.2	1.7	1.4	1.1
Caudal máximo de estiaje												
Enero:	1.4											
Febrero	1.7											
Marzo	1.6											
Caudal de avenida												
Magnitud:	266.5											
Frecuencia:	2.0											
Momento:	252.5											
Duración:	2.3											
Tasa de cambio ascendente:			0.6	0.9								
Tasa de cambio descendente:			-0.2	-0.1								

F.3. Método eco- hidráulicos

F.3.1. Descripción de la metodología

Como se presentó en la sección C.3 del presente informe, los modelos eco-hidráulicos se basan en la integración del análisis hidrodinámico de un tramo del curso bajo estudio y los requerimientos o preferencias de las especies que caracterizan el ecosistema fluvial. Estas herramientas integradas se conocen con el nombre de modelos de simulación del hábitat, ya que la aplicación de las mismas permite obtener un caudal ambiental optimizando los requerimientos de hábitat de las especies que caracterizan el ecosistema. Se trata de modelos numéricos que permiten resolver por un lado las ecuaciones de flujo a superficie libre (tanto unidimensional como bidimensional) y por otro lado simulan el hábitat potencialmente útil para cada especie y etapa de desarrollo de interés.

Para la implementación y aplicación de un modelo eco-hidráulico al caso piloto del Arroyo Maldonado se aplicó la metodología IFIM, para la cual se siguieron las siguientes etapas:

1- Implementación de un modelo hidrodinámico para el sistema fluvial: Arroyo Maldonado - Arroyo San Carlos.
2- Selección del tramo fluvial a estudiar.
3- Selección de la/las especies a estudiar
4- Recopilación de las curvas de preferencia de las especies seleccionadas
5- Determinación de las curvas nivel como función del caudal circulante y velocidad como función del caudal circulante.
6- Cálculo del hábitat potencialmente útil (HPU) como función del caudal circulante en todo el tramo de estudio.
7- Cálculo del hábitat real útil (HRU) como función del caudal circulante en todo el tramo de estudio.
8- Determinación del caudal ambiental.

F.3.1.1. Modelación hidrodinámica del sistema fluvial Arroyo Maldonado - Arroyo San Carlos.

En este trabajo fue recopilada, revisada y adaptada la modelación hidrodinámica de los Arroyos Maldonado y San Carlos efectuada en trabajos previos, reportada por Teixeira et. al (2009) o IMFIA (2008). En este contexto el modelo hidrodinámico implementado abarcó el sistema fluvial conformado por los Arroyos Maldonado y San Carlos, en el cual se diferencian los tres tramos que se indican en la Figura 7 (tomada de Teixeira, et. al (2009)).

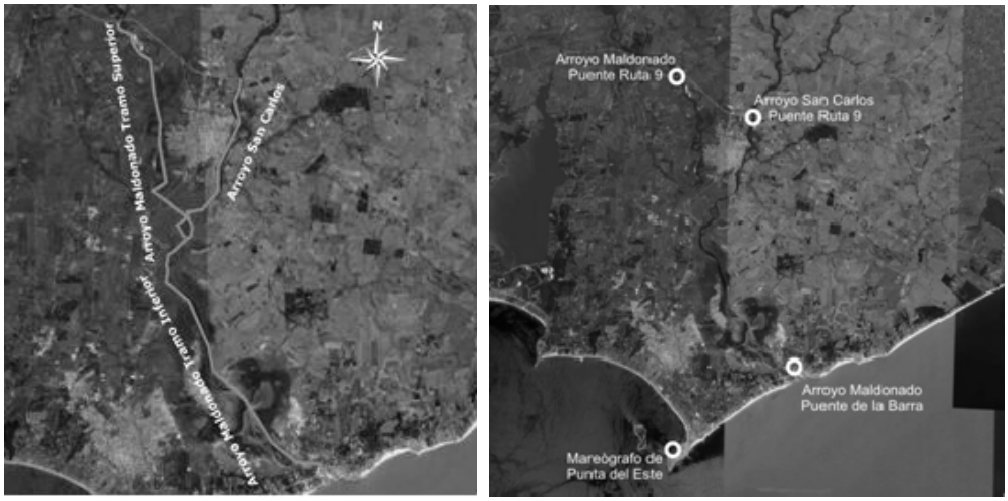

Figura 7. Dominio del sistema fluvial modelado hidrodinámicamente (Izq.). Sitios de información hidrométrica incorporada al modelo (Der.)

Para la modelación realizada se utilizó el software libre HEC-RAS 4.1, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del cuerpo de ingenieros de la armada de Estados Unidos (USACE 2010). Este software permite resolver numéricamente las ecuaciones del flujo a superficie libre unidimensionales (Ecuaciones de Saint-Venant), en régimen no estacionario. Las ecuaciones de Saint-Venant constituyen un sistema de ecuaciones en derivadas parciales hiperbólico (Q(t), H(t)), para cuya resolución se implementa un esquema implícito de diferencias finitas en una grilla rectangular, basado en el método de linealización de Preissmann. La grilla de cálculo se define a partir de la incorporación de secciones transversales al cauce, obtenidas a partir de la información topo-batimétrica existente.

La información topo-batimétrica utilizada en el modelo incluyó perfiles transversales al Arroyo Maldonado relevados por DNH en el año 2000, perfiles transversales de los Arroyos Maldonado y San Carlos relevados en campo por la empresa Geoambiente en el año 2007, cotas puntuales topográficas del humedal del Arroyo Maldonado (DNH 1963), curvas de nivel de relevamientos del Servicio Geográfico Militar en la ciudad de San Carlos y cartas topográficas a escala 1:50000.

Por otra parte, para la resolución de las ecuaciones de flujo, es necesario fijar condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo para cada tramo del sistema así como una condición inicial. Para ello se utilizó información hidrométrica suministrada por la DINAGUA en el puente de Ruta 9 sobre el Arroyo Maldonado (estación 174), en el puente de Ruta 9 sobre el Arroyo San Carlos (estación 46.1), en el puente de la Barra sobre el Arroyo Maldonado (estación 153) y en el puerto de Punta del Este (estación 183). La condición de borde del modelo aguas arriba fue el nivel observado de los Arroyos Maldonado y San Carlos en los puentes de Ruta 9, mientras que el nivel del mar fue fijado como condición de borde aguas abajo.

Además de ello, fue necesario incorporar los aportes de escurrimiento de la cuenca incremental aguas abajo de Ruta 9, para lo cual se regionalizó el caudal observado del Arroyo San Carlos (estación 46.1) a partir de la relación de áreas de cuenca. Esta particularidad fue agregada en el marco de este trabajo de consultoría.

Para este trabajo se contó con el modelo calibrado y validado (ajuste de parámetros de rugosidad del cauce y planicie de inundación), lo que había sido realizado utilizando, además de la información hidrométrica descrita antes, niveles observados en la ciudad de San Carlos y en el humedal en zonas cercanas a la ciudad de Maldonado (información suministrada por la Intendencia de Maldonado). Si bien la calibración existente se realizó intentando aproximar especialmente los caudales de avenidas, el ajuste obtenido es satisfactorio también para caudales medios y bajos, en especial en la zona de aguas arriba, donde el régimen es esencialmente fluvial. Vale destacar, que este modelo no incorpora la acción del viento (incorporación de tensión rasante superficial); sin embargo, a los efectos de analizar la aplicación de la metodología (tratándose de un caso piloto) esto no constituye un factor determinante.

En este contexto, se tiene un modelo hidrodinámico de aproximadamente 30 km de extensión que permite obtener los caudales, velocidades y niveles en cualquier sección transversal del sistema de arroyos entre Ruta 9 y la desembocadura en el Océano Atlántico. Si bien el modelo es unidimensional, es posible obtener la distribución de velocidades en la sección transversal promediadas en la vertical tanto para planicie de inundación como para el cauce principal.

F.3.1.2. Selección del tramo fluvial a estudiar

La selección del tramo se realizó siguiendo como criterio principal que sea representativo de todo el sistema fluvial bajo estudio, tanto desde el punto de vista hidrodinámico como ecológico. En el caso del Arroyo Maldonado, existen dos zonas de interés claramente distinguibles: 1) la zona baja del Arroyo Maldonado, próxima a su desembocadura, donde se identifica un ecosistema característico de marisma; 2) la zona alta del Arroyo Maldonado, inmediatamente aguas abajo del puente de Ruta 9, donde el funcionamiento es netamente fluvial y las especies características son propias de un río de agua dulce.
En este contexto se entendió razonable seleccionar el tramo fluvial de aguas arriba (agua dulce) para la aplicación del modelo eco-hidráulico por dos razones principales: 1) en el entendido que se trata de un caso piloto, las posibilidades de replicar su aplicación a otros casos en el país es claramente muy superior que para la marisma y 2) existe una complejidad hidráulica asociada a la aplicación directa del método clásico eco-hidráulico en los casos donde existe influencia del nivel aguas abajo y secciones muy planas (como es el caso del humedal), donde las relaciones caudal vs. Nivel se representan por medio de un “bucle” muy ancho. En estos casos las velocidades en cada celda y los niveles en cada celda dependen no solamente del caudal sino también del nivel aguas abajo y si estamos en crecida o bajante (es decir del nivel del instante anterior). Si bien esta dificultad puede resolverse incorporando 2 nuevas variables a las funciones de preferencia y de hábitat potencialmente útil, se priorizó comenzar por el caso más simple y replicable en Uruguay.

No obstante lo anterior y una vez que se aplicó el método en la zona de aguas arriba, se avanzó en el análisis de su aplicación en la zona de la marisma, obteniendo algunos resultados para ciertas especies de plantas características de la marisma. Este aspecto se desarrolla al final de este capítulo.

Por otro lado existen algunas recomendaciones en relación a la extensión del tramo a estudiar. Por ejemplo Magdaleno (2009) plantea que la longitud de tramo indicativa

podría ser entre 10 y 15 veces el ancho del cauce principal. Los perfiles transversales del Arroyo Maldonado inmediatamente aguas abajo de Ruta 9 tienen cauces principales de entre 100 y 200 m de ancho. Es así que se definió el tramo de estudio según se indica en la Figura 8, con una extensión de aproximadamente 2 km. En esos 2 km se cuenta con información de 10 secciones transversales cuya separación es equidistante 200 m. En cada sección transversal se consideraron celdas ubicadas cada 20 m, en cada una de las cuales se conoce la velocidad promediada en la vertical y el calado para cada caudal de interés. Por tanto, el tramo de estudio se puede imaginar como una grilla rectangular cuyas celdas tienen 20 m de ancho (dimensión perpendicular al flujo) y 200 m de largo (dimensión paralela al flujo).

Figura 8. Ubicación del tramo de aplicación del modelo eco-hidráulico, al oeste de la ciudad de San Carlos.

F.3.1.3. Selección de la/las especies características

En el caso del tramo seleccionado (Fig. 8) se trata de un ecosistema característico de corrientes fluviales del Uruguay, en donde la especie indicadora seleccionada es un pez de agua dulce: tararira (*Hoplias malavaricus*). La selección de la especie se realizó en consulta con especialistas de peces. Se trata de una especie autóctona, presente en la mayoría de las cuencas del país, característica de ecosistemas fluviales de agua dulce tanto de medio porte (arroyos, ríos) como de bajo porte (cañadas). Esta especie es un predador tope, por lo que cumple importantes funciones en el ecosistema y es indicador de la calidad ambiental.

F.3.1.4. Recopilación de las curvas de preferencia de las especies seleccionadas

Las curvas de preferencia de las especies consisten en funciones que indican los rangos de velocidades y calados (profundidad) más adecuados para el desarrollo de la especie, los rangos de velocidad y calado totalmente inadecuados para su sobre-vivencia y un conjunto de rangos intermedios. La preferencia toma valores entre 0 y 1.

Usualmente las curvas de preferencia se obtienen a partir del procesamiento de muestreos en los cursos de agua estudiados o de curvas de preferencia previamente descritas por otros investigadores. Sin embargo, en Uruguay no se dispone de curvas de preferencia de nuestras especies para ningún estado de desarrollo, lo cual es una limitante para la aplicación de esta metodología en cualquier curso del país. Dado que no fue posible por limitaciones temporales y presupuestales llevar adelante un muestreo de la especie indicadora en el marco de esta consultoría, se recurrió a la consulta de expertos como método alternativo. Para esto se realizaron cuatro entrevistas a especialistas uruguayos en peces. Los especialistas fueron Dra. Alicia Acuña (Sección Oceanología, F. de Ciencias) y Dra. Laura Rodríguez (CURE) para especies del estuario del Arroyo Maldonado y Dr. Marcelo Loureiro (Sección Zoología de Vertebrados, F. de Ciencias) y MSc. Franco Texeira de Mello (CURE) para especies de ríos de agua dulce. Debido a que la aplicación del método eco-hidráulico finalmente se realizó para el Arroyo Maldonado, no se utilizó la curva de preferencia para lisa, pejerrey e ictioplancton des estuarios, utilizándose únicamente la de la tararira.

Las curvas de preferencia respecto al calado y velocidad para la tararira se indican en la Figura 9). Como se observa la preferencia varía dentro de la misma especie si se trata de juveniles o adultos. Como se expresó anteriormente, estas curvas de preferencia no surgen de muestreos específicos en campo, sino que surgen del conocimiento experto de los entrevistados. Por tanto si bien es razonable su utilización en el marco del caso piloto (a efectos de analizar la metodología), para su utilización posterior será imprescindible verificarla en base a muestreos en campo.

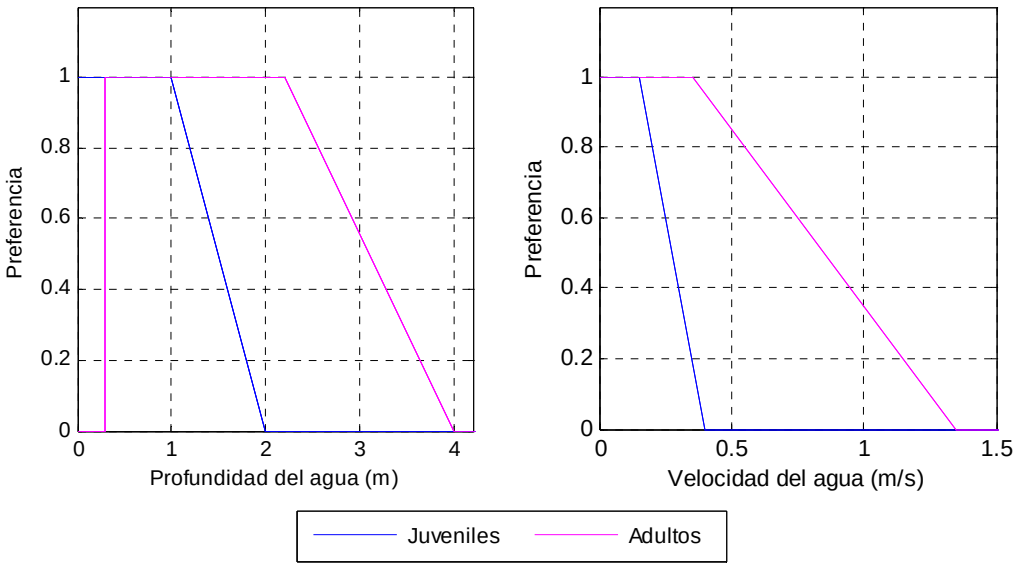

Figura 9. Curvas de preferencia para la Tararira en edad adulto y juvenil.

F.3.1.5. Determinación de las funciones: nivel como función del caudal circulante y velocidad como función del caudal circulante

A los efectos de obtener las curvas nivel vs. caudal y velocidad vs. caudal en cada celda, se realizó una simulación en el modelo hidrodinámico fijando como condición de borde aguas arriba una serie de caudales crecientes tanto en el Arroyo San Carlos como Maldonado y como condición de borde aguas abajo, un nivel del mar fijo (nivel medio del mar). Se remarca, que la fijación del nivel del mar aguas abajo no es sensible a los resultados en el tramo de estudio del modelo eco-hidráulico.

Así se obtiene para cada caudal circulante, un valor de nivel y un valor de velocidad en cada celda y por tanto, se construyen las curvas:

$$h = f(Q)$$

$$v = f(Q)$$

donde h es el calado (profundidad) en la celda, v es la velocidad del agua en la celda y Q es el caudal circulante. En la Figura 10 se presenta la velocidad en cada celda de una sección transversal en el tramo de estudio para un caudal Q= 22 m^3/s. La curva v=f(Q) se construye para cada celda con la unión de los valores que aparecen en el gráfico pero considerando todos los caudales entre 0 y 100 m^3/s. De la misma forma se obtiene la curva de h=f(Q).

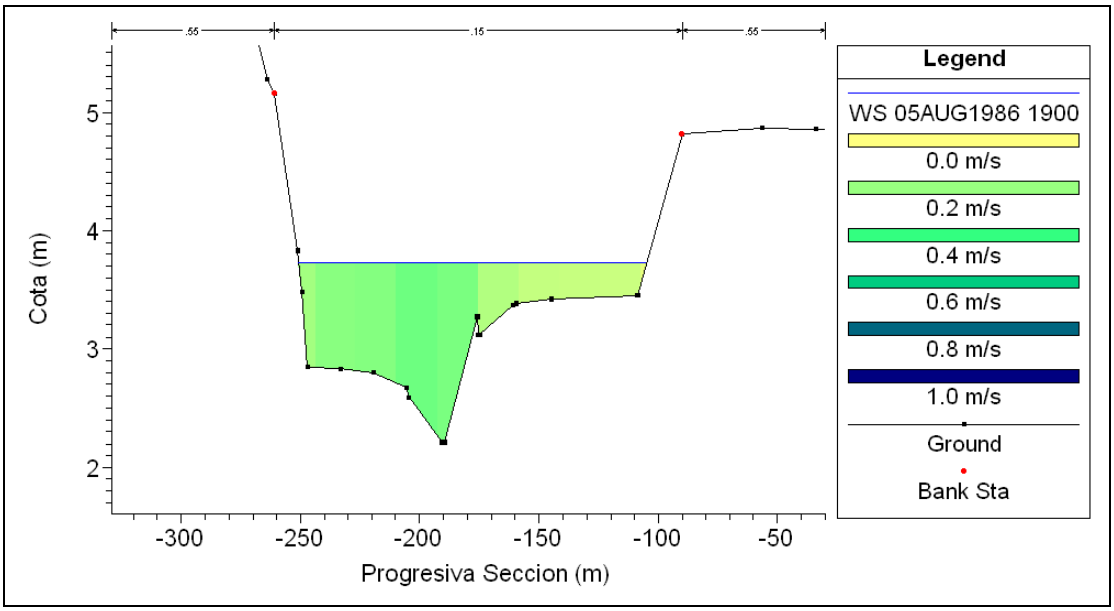

Figura 10. Ejemplo de distribución de velocidades en sección transversal para Q= 22 m^3/s.

F.3.1.6. Cálculo del hábitat potencialmente útil (HPU) como función del caudal circulante en todo el tramo de estudio

Se calculó para cada celda el hábitat potencialmente útil para la tararira adulta y juveniles como:

$$HPUc = A_{celda}\sqrt{Cv(Q).Ch(Q)}$$

donde HPUc es el hábitat potencialmente útil para la celda genérica "c", Cv y Ch son los valores de preferencia respecto de la velocidad y el nivel para el caudal circulante Q asociados a la celda "c", A_{celda} es el área de la celda considerada. Los valores de preferencia en función del caudal surgen de combinar las curvas de preferencia con las funciones hidráulicas nivel y velocidad vs. caudal presentadas en el punto e).

El hábitat potencialmente útil para el tramo de estudio del Arroyo Maldonado (HPU), se determina como la suma del HPUc para todas las celdas del dominio.

F.3.1.7. Cálculo del hábitat real útil (HRU) como función del caudal circulante en todo el tramo de estudio.

A los efectos de escalar el indicador de hábitat que propone esta metodología, tomando como base el hábitat real útil (HRU) de la tararira adulta, se determina el HRU de la tararira juvenil dividiendo su HPU entre 0.80. De esta forma es posible considerar comparativamente (en el mismo gráfico) el hábitat útil de ambas edades de crecimiento. En la Figura XX se presenta el hábitat real útil (HRU) para tararira adulta y juvenil en el tramo bajo estudio para el rango de caudales más bajos. En la Figura 11 se presenta el hábitat real útil (HRU), determinada a partir de la relación propuesta por Bovee (1998), en el tramo en función del caudal para la tararira adulta y juvenil para el rango de caudales más bajos.

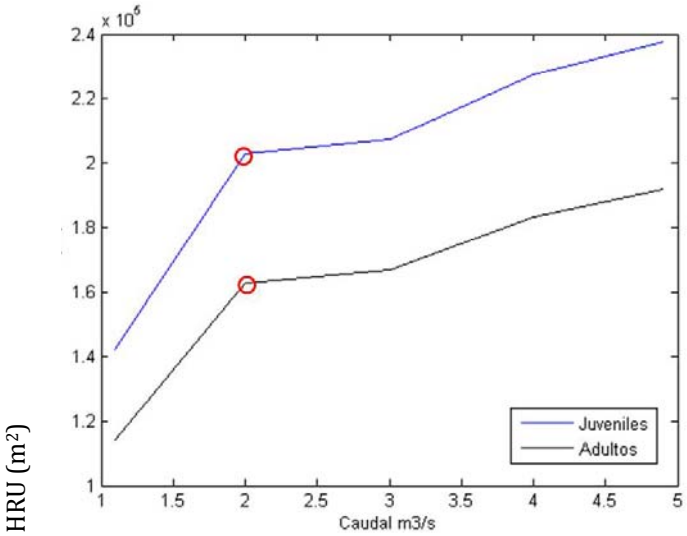

Figura 11. Variación del hábitat real útil para la Tararira Adulta y Juvenil como función del caudal circulante. El círculo rojo indica el punto de inflexión considerado para la definición del caudal ambiental para cada etapa de desarrollo.

F.3.2. Determinación del caudal ambiental

En este método se plantea determinar el caudal ambiental en base a las curvas HRU como función del caudal circulante. Si bien, desde el punto de vista teórico se podría considerar como caudal ambiental a aquel caudal que hace máximo el valor de HRU, es necesario restringir ese análisis a caudales bajos, ya que la idea del método es establecer un caudal mínimo a partir del cual se asegure un funcionamiento adecuado del ecosistema.

En base a ello, se considera como caudal ambiental, el punto de inflexión del HRU respecto al caudal (Fig. 11), ya que a partir de ese punto los caudales mayores tendrían incrementos pequeños de HRU, mientras que fijar un caudal levemente menor implicaría un decrecimiento fuerte del HRU para la especie. Siguiendo esta metodología se establece como caudal ambiental para tararira adulta: 1.90 m^3/s mientras que para tararira juvenil el caudal ambiental sería entorno a 2 m^3/s. Siendo este último el más restrictivo, el caudal ambiental del tramo superior del arroyo Maldonado resulta 2 m^3/s aplicando un modelo eco-hidráulico.

F.3.3. Análisis comparativo de los resultados obtenidos de las diferentes metodologías de estimación de caudal ambiental

En lo que respecta a los resultados de los métodos puramente hidrológicos (puntuales, ciclo medio anual, régimen completo) puede concluirse que las diferentes propuestas pueden arrojar valores de caudal ambiental significativamente diferentes. Por ejemplo, para el caso del Arroyo San Carlos se obtuvieron valores entre 0.4 y 8.1 m^3/s, lo que pone de manifiesto la necesidad de contar con información ecológica adicional que permita validar técnicamente la metodología más adecuada.

Al comparar la metodología eco-hidrológica con los métodos hidrológicos aplicados para el Arroyo Maldonado en la sección del puente de Ruta 9, se observa que estos son del mismo orden. En efecto, aquellos métodos hidrológicos que generan un único valor resultaron para el Arroyo Maldonado entre 0.5 m^3/s y 1.6 m^3/s. Por otro lado, si se consideran métodos que brindan el ciclo medio anual, el valor mínimo para enero y febrero es 1.2 m^3/s, siendo el promedio 1.8 m^3/s por ejemplo en el caso del método NGPRP. Finalmente, si se considera el método del régimen completo de caudales (Richter 1997), si se observa el intervalo entre el caudal mínimo y el caudal máximo de estiaje, este varía entre 0.9 m^3/s y 1.7 m^3/s.

Esto permite concluir que la aplicación al Arroyo Maldonado de algunos de los métodos hidrológicos (por ejemplo: 7Q10, $Q_{90\%}$, método NGPRP, método del régimen completo) y el método eco-hidráulico arrojan resultados coherentes. Sin embargo, sería necesario replicar esta estrategia metodológica en otros ríos del país para validar la posible selección de algún indicador hidrológico puntual o de ciclo completo con estudios eco-hidráulicos. De esta manera se podría validar la selección de métodos más simples de estimación de caudales ambientales pero que aseguren el hábitat para especies de interés para la conservación.

F.3.4. Aplicación ecohidráulica para comparar el efecto en la vegetación de marisma por alteraciones hidrológicas

Se analizaron los posibles efectos de cambios en la frecuencia de inundación producida por modificaciones hidrológicas en la vegetación de marisma. Las modificaciones hidrológicas se representaron en diferentes escenarios de régimen hidrológico. La descripción detallada de los escenarios se describe en la sección siguiente.

F.3.4.1. Metodología

En primer lugar se utilizaron los resultados de (Rodríguez-Gallego *et al.* 2008) donde se analizó una imagen satelital de 2005 obtenida de Google Earth, la cual se georreferenció utilizando el sistema Yacaré. En dicha imagen se identificaron diferentes zonas del humedal en función de las formaciones vegetales presentes. En mayo de 2011 se realizó una recorrida de campo para identificar los diferentes tipos de vegetación presentes en dichas zonas y las especies dominantes en la marisma. Se realizaron ocho transectas a lo largo de la zona de bañado salino del Arroyo Maldonado y abarcando del gradiente de inundación (Fig. 12). Se diferenciaron las especies con mayor dominancia como *Spartina alterniflora, Spartina densiflora, Sarcocornia perennis, Juncus acutus*, y las zonas con sedimento desnudo, pradera inundable y curso de agua.

Posteriormente se tomaron 3 secciones (3861, 5331, 9881) generadas por el modelo hidrológico de aproximadamente 4 km de largo. En cada sección se calculó la frecuencia de inundación y profundidad en aproximadamente 40 puntos a partir del modelo hidrológico (Fig. 12). En estos 40 puntos se determinó la presencia-ausencia del tipo de vegetación dominante a partir de la imagen satelital y la zonificación vegetal realizada. Luego se generó un rango de frecuencia de inundación y profundidad para cada tipo de vegetación.

Para evaluar el efecto de los diferentes escenarios plateados (natural, potencial 1 y 2, ver sección siguiente) se analizó como varió el rango de frecuencia de inundación y profundidad en los diferentes escenarios para los 40 puntos analizados, bajo el supuesto que la presencia de los tipos de vegetación se vería afectada por cambios en el régimen de y variaciones en la profundidad.

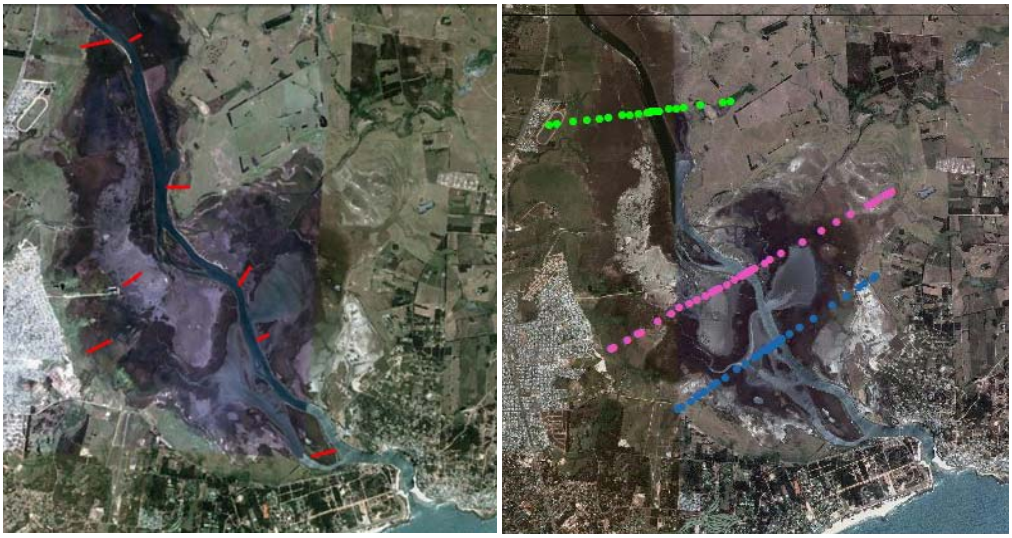

Figura 12. Transectas de relevamiento de vegetación (izq.) y secciones con información hidrológica (der.)

F.3.4.2. Resultados

En la Tabla 22 se presenta el promedio, desvío estándar y el rango de la frecuencia de inundación y de la profundidad en el que se registró cada tipo de vegetación. Estos datos coinciden con el patrón de disposición de las especies en el gradiente de inundación, en el cual *S. alterniflora* está inundada gran parte del tiempo por registrarse en las márgenes del arroyo, seguida de *S. perennis* y en menor medida *S. densiflora* que se encuentra en zonas con menor frecuencia de inundación. La menor frecuencia de inundación y profundidad registrada en zonas de *J. acutus* se asocia a su ubicación en zonas más elevadas topográficamente que están alejadas de la margen del arroyo que se encuentran cercanas en general a la pradera inundable.

Tabla 22. Promedio (X), desvío estándar (DS) y rango de frecuencia de inundación y profundidad para cada tipo de vegetación, para zonas de sedimento desnudo y el curso de agua.

	Frecuencia de inundación (%)				**Profundidad (m)**			
	X	**DS**	**Max**	**Min**	**X**	**DS**	**Max**	**Min**
J. acutus	13.79	19.45	47.46	0	0	0.01	0.03	0
S. densiflora	52.47	45.49	100	0	0.43	0.48	1.38	0
S. alterniflora	99.23	24.08	100	36.88	0.92	0.43	1.35	0
S. perennis	83.64	47.63	100	1.86	0.62	0.43	0.92	0
Sedimento desnudo	94.77	30.5	100	22.98	0.73	0.43	1.11	0
Cauce del arroyo	91.71	19.75	100	3.42	1.44	0.86	2.9	0
Pradera inundable	1.96	3.39	12.99	0	0	0	0	0

En las Figuras 13 y 14 se presenta el detalle de los valores de frecuencia de inundación y profundidad registrados en cada punto de las transectas para cada tipo de vegetación. Se muestran superpuestos los resultados de los diferentes escenarios planteados (natural, potencial, potencial 2 y actual). Se concluye que los cambios de frecuencia de inundación y profundidad producto de los diferentes escenarios planteados estarían dentro del

rango de variación para cada especie según los valores registrados en el escenario actual. El rango de variación de estos tipos de ambientes costeros es muy amplio, se debería evaluar escenarios más severos o el impacto de una mayor duración de eventos más extremos.

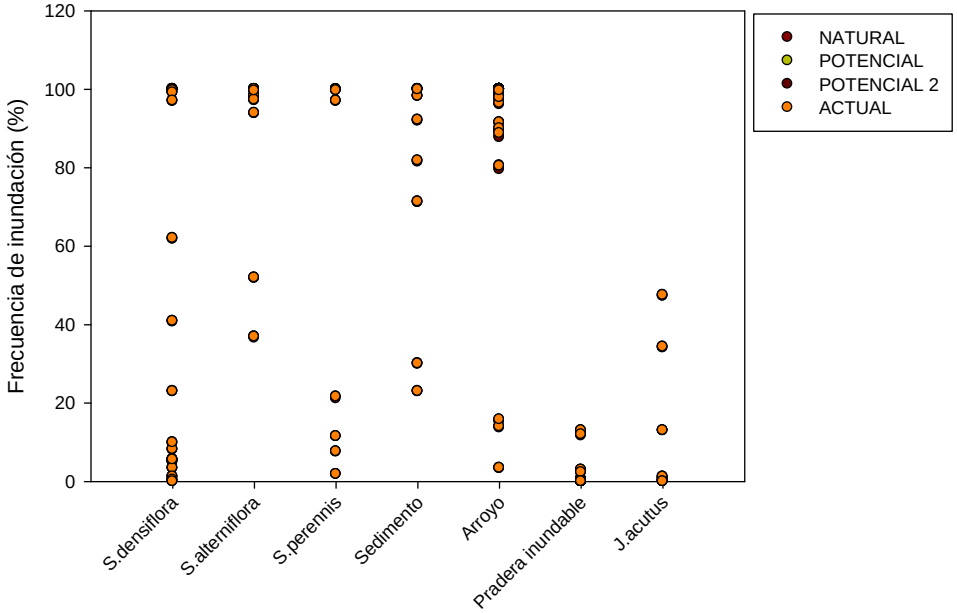

Figura 13. Valores de frecuencia de inundación para las diferentes tipos de vegetación, en sedimento desnudo y en el cauce del arroyo, se superponen los resultados de los diferentes escenarios planteados.

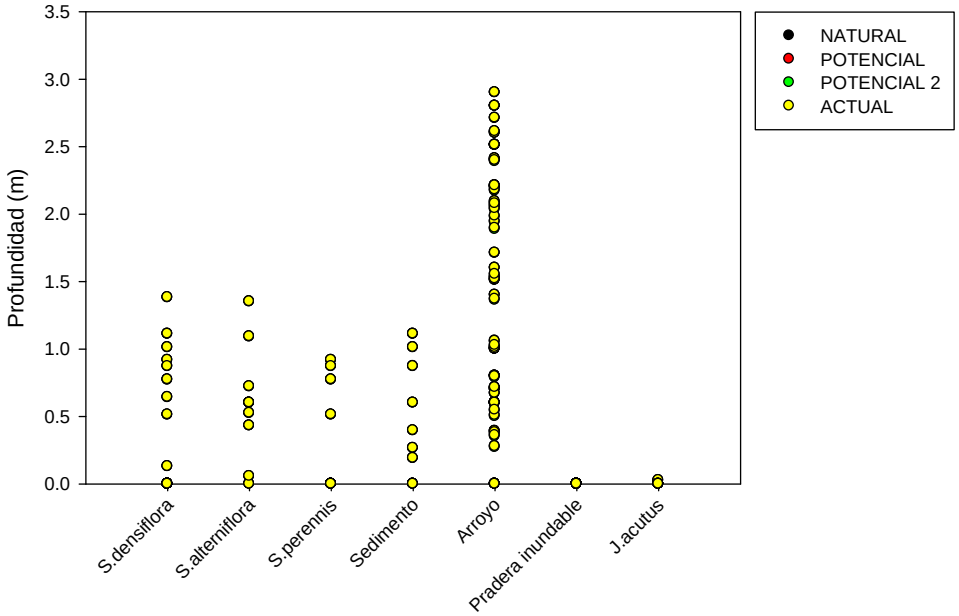

Figura 14. Valores de profundidad para las diferentes tipos de vegetación, en sedimento desnudo y en el cauce del arroyo, se superponen los resultados de los diferentes escenarios planteados.

F.4. Modelo holístico

F.4.1. Descripción de la metodología

En este caso de estudio adaptamos la metodología DRIFT a las limitaciones de tiempo y de información del proyecto y se consideró únicamente como un ejercicio de aplicación de la metodología. Los pasos que se siguieron fueron: 1) la identificación de escenarios de cambios hidrológicos, 2) la identificación de atributos ecológicos, sociales y económicos para comparar los escenarios, 3) valoración del cambio de dichos atributos para cada escenario y ponderación de los atributos 4) cálculo de la suma ponderada de todos los atributos en cada escenario para obtener un valor total comparable entre escenarios.

Este ejercicio es una simplificación grosera de una modelación multicriterio pero ilustra los pasos a seguir, los insumos de información necesarios para comparar los escenarios y las necesidades para mejorar la modelación multicriterio y la optimización del régimen hidrológico que minimice los impactos socio-ambientales. En los títulos subsiguientes se detallan los pasos metodológicos involucrados y los resultados obtenidos

F.4.2. Identificación y descripción de escenarios

El primer paso de la metodología consiste en la identificación y descripción de escenarios. El criterio para determinar los escenarios fue fundamentalmente que representaran alguna tendencia o posible cambio futuro. Es decir que se descartaron escenarios de poca probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, escenarios de alto consumo de agua para actividades agropecuarias como riego se descartaron debido a que la aptitud de los suelos en la cuenca no permiten cultivos con requerimientos intenso riego como arroz.

Se establecieron tres escenarios:

- Escenario actual: que describe la situación hoy
- Escenario natural: sin extracción de agua de ningún tipo y sin embalses. Permite tener una referencia de cuán afectado se encuentra el sistema actualmente.
- Escenario crítico: en este escenario se triplicó la capacidad de reserva de agua en embalses de la cuenca respecto de la situación actual y se le adicionó a la toma de agua de San Carlos una extracción de agua equivalente a la toma de la Laguna del Sauce, bajo el supuesto de que aumenta el consumo de agua de la población residente (debido a su crecimiento tendencial), y de que se intensifica significativamente la presión derivada del turismo (o que por algún motivo la toma de agua de Laguna del Sauce se elimina).

<u>Escenario Actual:</u>

En lo socioeconómico y ambiental refiere a la línea de base que se detalla en el apartado "Descripción del área de estudio".

Este escenario busca representar la situación actual del régimen hídrico tanto para oferta de agua como para usos del recurso. A los efectos de representar los usos del recurso, fue solicitado a la DINAGUA, información del registro de usos de agua en la cuenca del Arroyo Maldonado al año 2011. De acuerdo a esta información, los principales usos del recurso se efectivizan a través embalses, obras de toma y pozos de extracción de agua subterránea. A los efectos de comparar escenarios para evaluar y seleccionar caudales ambientales, se considerará únicamente los usos de aguas superficiales

(embalses y tomas). En la Tabla 23, se presenta un resumen de los embalses de la cuenca del Arroyo Maldonado. Se encuentra que todos los embalses existentes se ubican en la cuenca de un afluente del Arroyo Maldonado (Arroyo los Ceibos), localizado aguas abajo de la ciudad de San Carlos y aguas arriba de la confluencia de los Arroyos Maldonado y San Carlos. La cuenca del Arroyo Los Ceibos abarca aproximadamente 60 km^2, que representa un 4% de la cuenca total del Arroyo Maldonado.

Por otra parte, el registro de DINAGUA da cuenta de una única obra de toma autorizada en la cuenca, asociada al suministro de agua potable de la ciudad de San Carlos. Se trata de la obra de toma ubicada en el Arroyo San Carlos, frente a la zona urbana de la ciudad, la cual corresponde a un caudal de extracción autorizado de 70 l/s.

Tabla 23. Embalses existentes en la cuenca del Arroyo Maldonado (Fuente: DINAGUA 2011).

Curso utilizado	Curso secundario	Vol. máx. (mil m^3)	Uso del Recurso
Cda. Sin nombre	Ao. Los Ceibos	813	Riego
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	17.95	Riego
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.48	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.15	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.46	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.41	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.25	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	1.8	Otros Usos
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	1.3	Riego
Cda./Ao. de los Ceibos	Ao. MALDONADO	0.7	Riego
Cda./Cda. de la Caballada	Ao. MALDONADO	1.5	Otros Usos
Cda. Sin nombre	Ao. Los Ceibos	813	Riego

Para representar el escenario actual, fue necesario incorporar en el modelo hidrodinámico (implementado para la aplicación del método eco-hidráulico en el tramo próximo a Ruta 9) el efecto de los embalses y toma existentes en la cuenca. En el caso de la toma, la misma se consideró como un caudal de extracción lateral de 0.07 m^3/s en el Arroyo San Carlos, frente a la ciudad. En el caso de los embalses, al estar situados todos en la misma cuenca, se modeló su efecto como una disminución de área de cuenca, por la cuenca interceptada de todos los embalses a la vez que se agregó un caudal regulado base correspondiente a 0.04 l/s/km^2 de la cuenca interceptada. Así modelado, se considera que este escenario representa la situación actual de oferta y uso del recurso para la cuenca del Arroyo Maldonado.

<u>Escenario Natural:</u>
Para el escenario natural se realizó la suposición que no existe ninguno de los usos del recurso considerados para el escenario actual. Este escenario implicaría globalmente imponer algunas limitaciones al desarrollo de las actividades económicas tanto agropecuarias como turísticas, lo cual tiene consecuencias sobre el empleo y los ingresos generados por éstas. No obstante, esta reducción de las actividades turísticas y agropecuarias actuales, podrá verse parcialmente compensada por un incremento de otras actividades económicas compatibles con las limitaciones de uso, como por ejemplo las ecoturísticas. Se trata de una situación hipotética cuyo objetivo es recuperar numéricamente los caudales naturales y así tener una referencia de cuan afectado se encuentra el sistema en la actualidad. A efectos de representar dicha situación en el modelo hidrodinámico, se baja a 0 el caudal lateral de extracción correspondiente a la

toma del Arroyo San Carlos y se elimina la reducción de cuenca y el caudal regulado en la cuenca del Arroyo Los Ceibos.

Escenario Crítico:
Por último, se considera otro escenario hipotético que corresponde a un mayor uso del recurso en la cuenca, bajo el supuesto de que aumenta el consumo de agua de la población residente (debido a su crecimiento tendencial), y que se intensifica significativamente la presión derivada de la expansión de las actividades económicas de la zona. En particular, se intensifica la presión derivada del turismo, actividad que como se explicó es la que reporta mayores ingresos y empleo a la zona. En este escenario se supone una expansión del área dedicada a las actividades turísticas, que incluso irían en detrimento de la zona dedicada al agro. La expansión supone un aumento de las residencias de verano y de las construcciones como hoteles, complejos turísticos, etc.

En efecto, se consideró que el volumen embalsado en este escenario es tres veces el actual (dicho aumento ocurre en la misma cuenca del Arroyo Los Ceibos) y por otro lado se adiciona a la toma de agua de San Carlos una extracción de agua equivalente a la toma de la Laguna del Sauce, bajo el supuesto que por algún motivo la toma de agua de Laguna del Sauce se elimina. La modelación del nuevo volumen embalsado en la cuenca del Arroyo Los Ceibos se modela análogamente a lo descrito para el escenario actual y la extracción de agua de toma pasa a ser Q= 1 m^3/s.

A continuación se describen los resultados hidrológicos para cada uno de los escenarios considerados**.** Para cada uno de los escenarios se simuló una serie de caudales de 8 años (1985-1993) de datos diarios continuos a partir de la información observada en las estaciones de Ruta 9 (Arroyos Maldonado y San Carlos) y los niveles observados del mar para dichos años. En todos los escenarios se asume que no hay evolución temporal de los usos prefijados para cada escenario durante los 8 años de simulación. Se obtiene de esta forma, para cada escenario una serie de caudales diarios en cada sección transversal del modelo y se analiza los resultados en una sección característica del humedal (sección número 9881) situada aproximadamente a 10 km. de la desembocadura del Arroyo Maldonado en el océano Atlántico.

En la Figura 15, se presentan las curvas de permanencia de caudales en dicha sección para cada uno de los escenarios. Se observa claramente que la diferencia entre el escenario actual y natural es poco significativa, lo que pone de manifiesto la baja regulación que tiene actualmente la cuenca asociada a obras hidráulicas de aprovechamiento. Por otra parte, para el caso del escenario crítico se obtienen diferencias significativas (hasta 20%) en el rango de caudales bajos (hasta 4 m^3/s), mientras que para caudales altos los resultados de los tres escenarios son iguales. Esto es de esperar si se observa la magnitud de los caudales medios y altos comparada con el uso de agua para los escenarios propuestos.

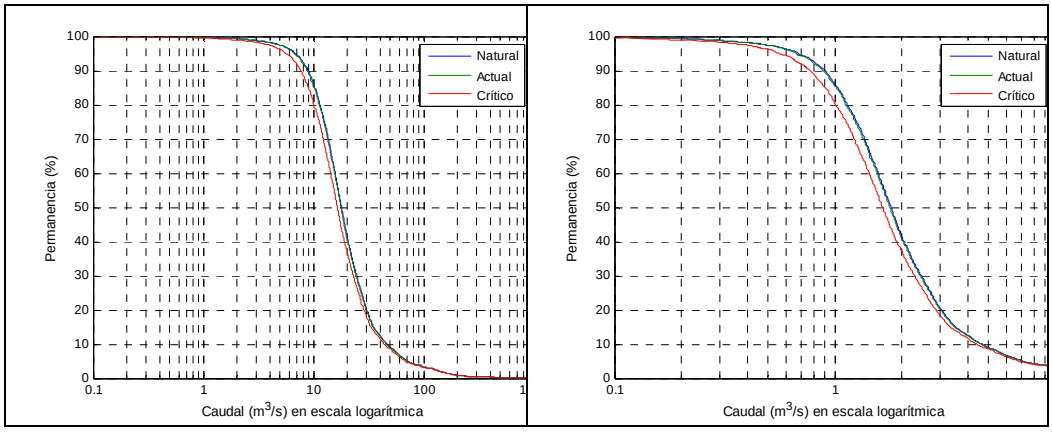

Figura 15. Curvas de permanencia de caudales en la sección 9881 del humedal del Arroyo Maldonado para cada uno de los tres escenarios. Se diferencia en toda la serie de caudales simulados (izquierda) y caudales más pequeños (derecha).

Seguidamente fueron aplicados los métodos hidrológicos para la serie de caudales de cada escenario en la sección 9881. En la Tabla 24 y Figura 16 se presentan los resultados asociados a los métodos hidrológicos puntuales; en la Tabla 24 y Figura 17 aquellos que brindan un ciclo medio anual y finalmente en la Tabla 25 los resultados para la metodología de régimen completo.

Como puede observarse en la Figura 16 y Tabla 24, la variación de caudal ambiental entre los diferentes métodos hidrológicos es mayor que la diferencia de caudal obtenida entre los diferentes escenarios, incluso considerando el escenario crítico. Esto indica en parte que se trata de una cuenca poco intervenida desde el punto de vista del uso del recurso hídrico (considerando solamente los aprovechamientos hidráulicos). Pero además, pone de manifiesto nuevamente (ver sección C.1) la necesidad de seleccionar el método hidrológico más adecuado. Como ya se mencionó en este informe, es necesario para ello, validar los indicadores hidrológicos con análisis ecológicos basados en muestreo de especies en campo, de forma tal de considerar los requerimientos ecológicos de las especies que habitan los cursos de agua en nuestro país.

Tabla 24. Resultados de los métodos hidrológicos (un único valor) a la serie de caudales de la sección 9881 (humedal Maldonado) para cada escenario considerado.

Método	Natural	Actual	Crítico
7Q10	12.9	12.7	11.3
Q95	6.8	6.7	5.5
Q90	9.0	8.8	7.7
Q85	10.3	10.1	9.0
ABF	11.4	11.2	10.3
10%QMA	2.8	2.7	2.6
25%QMA	6.9	6.9	6.5
30%QMA	8.3	8.2	7.8

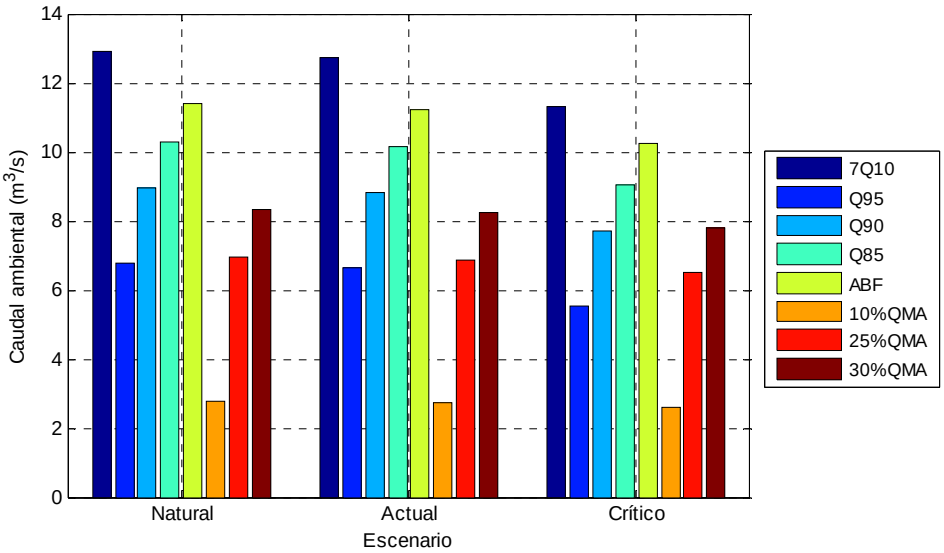

Figura 16. Resultados de la aplicación de los métodos hidrológicos (un único valor) a la serie de caudales de la sección 9881 (humedal Maldonado) para cada escenario considerado.

Tabla 25. Resultados de los métodos hidrológicos (ciclo medio anual) a la serie de caudales de la sección 9881 (humedal Maldonado) para cada escenario considerado.

Método	Natural	Actual	Crítico	Método	Natural	Actual	Crítico
NGPRPEne	9.6	9.5	8.3	QMMEne	3.6	3.5	3.2
NGPRPFeb	9.8	9.7	8.6	QMMFeb	4.3	4.3	4.0
NGPRPMar	9.8	9.9	8.7	QMMMar	6.0	6.0	5.6
NGPRPAbr	17.0	16.8	15.5	QMMAbr	6.9	6.8	6.4
NGPRPMay	16.8	16.6	15.4	QMMMay	7.1	7.1	6.6
NGPRPJun	17.7	17.5	16.5	QMMJun	9.3	9.2	8.8
NGPRPJul	21.4	21.2	19.9	QMMJul	10.8	10.7	10.2
NGPRPAgo	25.2	24.9	23.3	QMMAgo	16.5	16.4	15.8
NGPRPSet	25.1	24.8	23.4	QMMSet	10.3	10.2	9.7
NGPRPOct	13.7	13.6	12.2	QMMOct	10.7	10.6	10.1
NGPRPNov	13.5	13.3	12.0	QMMNov	9.3	9.2	8.7
NGPRPDic	11.5	11.3	10.1	QMMDic	5.0	5.0	4.6

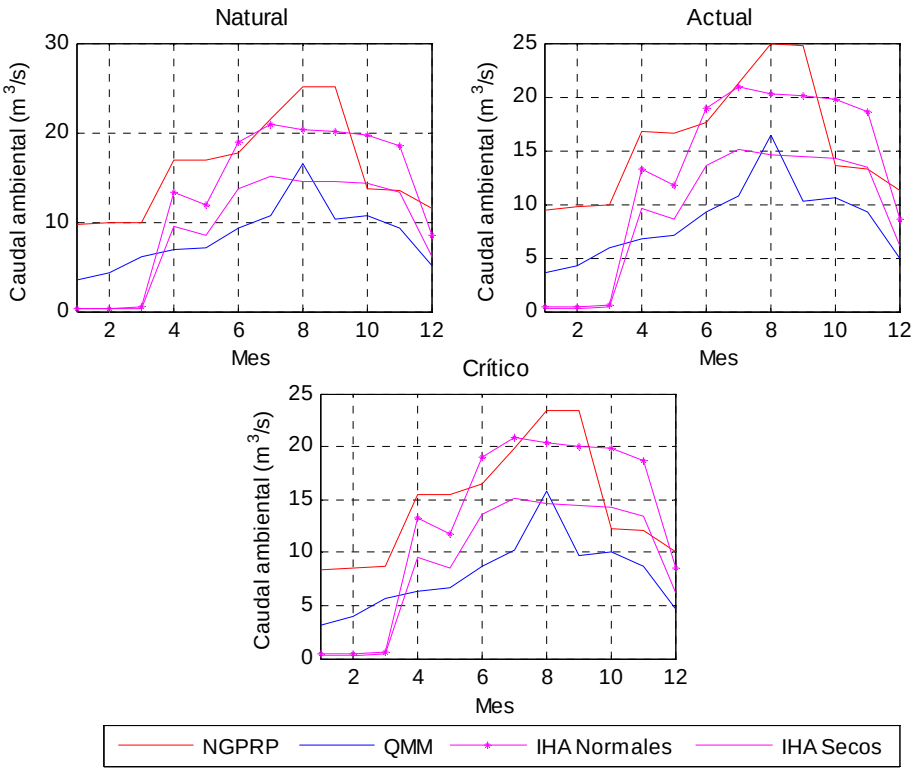

Figura 17. Resultados de la aplicación de los métodos hidrológicos (ciclo medio anual NGPRP y QMM) a la serie de caudales de la sección 9881 (humedal Maldonado) para cada escenario considerado. Se incluyen también los ciclos medios de caudales mínimos en años normales (IHA Normales) y secos (IHA Secos).

Tabla 26. Resultados de la aplicación del método hidrológico de régimen completo (Richter) a la serie de caudales de la sección 9881 (humedal Maldonado) para cada escenario considerado.

Richter	Natural	Actual	Crítico	Richter	Natural	Actual	Crítico
QminNormales	8.8	8.6	7.7	QminMenSeco 1	7.8	7.7	7.0
QminSecos	7.8	7.7	7.0	QminMenSeco 2	7.6	7.4	7.0
QminMenNor 1	8.8	8.6	7.7	QminMenSeco 3	10.1	9.9	9.3
QminMenNor 2	8.5	8.4	7.7	QminMenSeco 4	12.1	11.9	11.3
QminMenNor 3	11.4	11.2	10.2	QminMenSeco 5	11.2	11.0	10.4
QminMenNor 4	13.6	13.4	12.4	QminMenSeco 6	17.3	17.0	16.3
QminMenNor 5	12.6	12.4	11.3	QminMenNor 7	17.3	17.0	16.1
QminMenNor 6	19.4	19.2	17.8	QminMenNor 8	20.4	20.2	19.5
QminMenNor 7	19.5	19.2	17.6	QminMenNor 9	19.4	19.2	18.5
QminMenNor 8	23.0	22.7	21.4	QminMenSeco 10	15.8	15.6	15.0
QminMenNor 9	21.9	21.6	20.2	QminMenSeco 11	15.6	15.4	14.7
QminMenNor 10	17.8	17.6	16.4	QminMenSeco 12	11.3	11.1	10.5
QminMenNor 11	17.6	17.4	16.1	QmaxEstEne	12.2	12.0	11.1
QminMenNor 12	12.8	12.6	11.5	QmaxEstFeb	17.4	17.2	16.0

Qav	647.9	644.0	632.5	QmaxEstMar	15.7	15.6	14.5
MomQav	229.0	229.0	229.0	TasaAsc75	4.6	4.6	4.6
DurQmax	2.0	2.0	2.0	TasaDesc25	-4.0	-4.0	-4.2
TasaAsc25	3.9	3.9	3.9	TasaDesc75	-3.2	-3.2	-3.4

F.4.3. Identificación de criterios socio-ambientales, valoración y ponderación

El segundo paso de la metodología implicó la identificación de criterios ecológicos, sociales y económicos y para cada criterio se definieron una serie de atributos. Estos atributos fueron seleccionados en un taller de discusión interdisciplinario en función a que cumplieran con los siguientes supuestos: que describan el caso de estudio globalmente, que fueran medibles con algún método cuantitativo, que pudieran ser sensibles a los cambios hidrológicos y ecológicos de cada escenario y que no fueran reiterativos.

En el paso 3 se debe estimar el valor que toma cada atributo bajo cada escenario. Debido a la falta de tiempo y de información cuantitativa para el sitio de estudio no se estimó el valor real de cada atributo para cada escenario, sino que se estimó en una escala de 0 a 10 donde se estableció una dirección de cambio. El valor de 10 representó el máximo alcanzado del estado deseado para cada atributo. A partir de dicho valor máximo se asignó un valor menor en los escenarios donde se estimó una disminución del valor deseado de los atributos. Por ejemplo, la calidad del agua estimada como coliformes obtuvo un valor máximo en el escenario natural (10), ya que el menor valor de concentración de coliformes representa el máximo estado deseado del atributo. Se espera que la concentración aumente en el escenario actual (valor del atributo: 8) debido a que la extracción de agua del sistema promovería una concentración de los coliformes en el arroyo, mientras que en el escenario crítico la mayor extracción de agua y número de pozos negros implicaría una concentración aún mayor de coliformes y por tanto una valor menor del estado deseado de este atributo (5).

En el caso de algunos atributos económicos la valoración fue inversa, el escenario crítico obtuvo el máximo valor en el entendido que la mayor capacidad de agua embalsada se asociaría con una intensificación de las actividades económicas de la zona, principalmente del turismo y de la actividad agropecuaria. Se eligieron como atributos más representativos, el ingreso o valor agregado derivado de las actividades económicas, el empleo generado por éstas y la recaudación fiscal departamental asociada a la multiplicación de residencias, tanto permanentes como turísticas, rurales y urbanas (casas, hoteles, chacras y estancias turísticas).
Dentro de la dimensión económica se consideró el costo de reparación derivado de los daños al ambiente factibles de ser mitigados (ya sea que estos estén a cargo del sector privado, gobiernos nacionales o departamentales). En este caso, el estado deseado sería minimizar dichos costos, por lo que el atributo obtuvo mayor valor cuanto menores costos de mitigación demandaría.

En las metodologías multiatributo, todos los atributos deben ser ponderados como forma de incorporar al análisis las preferencias de los actores involucrados. Para nuestro ejercicio todos los atributos fueron ponderados con igual peso, tomando el valor de 1, debido a la importancia que tiene la ponderación de los atributos en este tipo de cálculos y al carácter subjetivo, ya que refleja las preferencias sociales locales

F.4.4. Resultado del modelo Holístico

Por último, se realizó una suma ponderada del valor de todos los atributos para cada escenario, permitiendo compararlos directamente. La suma se realizó mediante la siguiente fórmula $\Sigma a_i x p_i$, donde a es el valor que toma cada atributo i y p la ponderación de cada atributo i.

De la comparación de escenarios de caudales y régimen hidrológico se observa que el escenario en estado natural obtiene el mayor puntaje, respecto a los escenarios actual y crítico. Esto indica que pese a ciertas mejoras en los aspectos económicos en un escenario de mayor extracción de agua el resto de los atributos considerados disminuyen su valor, contrarrestando dichas mejoras.

Es importante destacar que esto es resultado de un ejercicio sencillo entre los técnicos del equipo del proyecto, que los valores indicados en la Tabla 27 son aproximados y que no se aplicó una ponderación a los atributos según la percepción local.

La valoración de los atributos fue aproximada y en algunos casos reflejó para el escenario actual los valores reales o estimados para la zona, como por ejemplo en los atributos ecológicos (excepto abundancia de lacha) donde los valores reflejan datos reales obtenidos en una salida de campo y por análisis de imágenes satelitales. Sin embargo, los valores sociales reflejan inferencias de los investigadores, ya que para obtener datos más aproximados se debería haber colectado información de forma directa como consultar estadísticas de enfermedades hídricas y realizar una encuesta para determinar el número de casas que se inundan o el uso público que se realiza del humedal.

Tabla 27. Valores asignados a cada indicador por atributo (ecológico, económico y social) para los escenarios natural, actual y crítico.

	Indicador	**Natural**	**Actual**	**Crítico**
Atributos ecológicos	Calidad del agua (coliformes, ufc/ml)	10	8	5
	Superficie de *S. densiflora* (ha)	10	9	8
	Abundancia de lacha (kg/uec)	10	10	8
Atributos económicos	Costo de reparación (dólares/ año) – inverso	10	8	4
	Ingreso de los hogares (dólares/ año)	5	7	10
	Recaudación gobierno local (dólares/ año)	6	7	10
	Empleo (nº personas empleadas/año)	6	7	10
Atributos sociales	Salud: enfermedades hídricas relacionadas con calidad del agua (nº enfermos/año)	10	9	6
	Viviendas: viviendas en zonas inundables (nº)	7	8	10
	Uso del espacio público (nº personas/año)	10	9	7
	SUMA TOTAL	**84**	**82**	**78**

G. LA OPINIÓN DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS

G.1. Definición de los actores a consultar

Definido el objetivo principal del proyecto el de "*Aportar al fortalecimiento y apropiación del concepto de caudales ambientales como herramienta de GIRH, mediante la conformación de un equipo interdisciplinario que utilice metodologías de estimación de caudales ambientales ajustadas a un caso de estudio y con participación de actores clave de la sociedad*", fue necesario dentro del proceso de definición metodológica una especial atención a la definición de los actores que serán incorporados al proceso de consulta.

Teniendo en cuenta además, que en el marco del análisis de cualquier sistema social y su funcionamiento, es de primer orden el análisis y comprensión del funcionamiento de los mecanismos de consenso, equilibrio, cooperación y relación entre actores, se definieron los siguientes grupos de actores a incorporar en las consultas: Instituciones del Estado a nivel nacional y local (Maldonado), Actores Empresariales, Organizaciones de la Sociedad Civil e informantes calificados provenientes de lo académico. El siguiente esquema presenta el mapa de actores definido:

Figura 18. Mapa de actores que integran la propuesta de consulta de opiniones sobre la temática

G.2. Metodología propuesta para el relevamiento de opiniones de los actores

Luego de definido el objetivo de la investigación, se retomaron los objetivos específicos planteados en la formulación del proyecto, a saber:

1) ***Conceptualizar el término caudales ambientales***, aplicar tres métodos de estimación e ***identificar desafíos y oportunidades para su implementación como herramienta para la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay***.
2) Probar y ajustar la metodología mediante un ejercicio piloto de aplicación a una subcuenca.
3) ***Facilitar la incorporación del concepto de caudales ambientales como una herramienta de GIRH***

En especial, son parte de la consulta a actores y del análisis social el objetivo específico 1 y el objetivo específico2.
Para cada uno de estos objetivos específicos se plantearon Preguntas de Investigación que guiaran la pauta de consulta a actores. De esta manera la sistematización de la información recolectada desde las entrevistas responde a preguntas de investigación que a su vez aportan a cada objetivo específico señalado.

G.2.1 Preguntas de investigación y definición de variables

A partir del objetivo general de la investigación y de los objetivos específicos 1 y 3, se desprenden las siguientes preguntas de investigación:
PI1 – ¿Cuál es el nivel de conocimiento del concepto de Caudales Ambientales o dimensiones relacionadas a él?
Esta pregunta de investigación se traduce en la pauta, en preguntas que consultan sobre si conoce o no el concepto de caudales ambientales, y cuáles son las categorías que asocia el entrevistado a este concepto, si conoce modelos a nivel local que integren este tipo de mirada, etc.
PI2 - ¿Cuáles serían las fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas para la implementación de una Política Pública que avance en este sentido?
Esta pregunta de investigación se traduce en la pauta, en preguntas que buscan conocer la percepción del entrevistado sobre el panorama actual en esta temática, las fortalezas y debilidades para avanzar en el tema, las oportunidades y amenazas que existen a nivel global y local, así como las tensiones o puntos críticos que debieran abordarse.

PI3 - ¿Qué características institucionales debería tener un espacio que promueva la incorporación del concepto?
Esta pregunta de investigación busca conocer la opinión de los entrevistados respecto a un posible espacio que promueva esta temática, qué actores considera que debieran estar en un espacio de ese tipo y cuáles serían las necesidades en términos de recursos económicos para hacer viable una propuesta de este tipo.

PI4 - ¿Qué actores y que relaciones entre ellos deberían existir para viabilizar una propuesta participativa?
Esta pregunta de investigación busca conocer qué actores y cuáles relaciones entre ellos ya existen a nivel local, y que podrían de alguna manera potenciar una iniciativa de este tipo. Consulta también sobre las formas y espacios de participación social necesarias para avanzar en este tema, así como los requerimientos en términos de información y comunicación.

Estas preguntas son tomadas en la Pauta de Entrevista en el mismo orden que se presentan, y son adaptadas a cada uno de los actores a entrevistar. Las variables propuestas a relevar responden a cada una de estas preguntas de investigación y serán organizadas de la manera que se presenta en el siguiente esquema (Fig.19):

Figura 19. Esquema de la estrategia de investigación.

El esquema busca integrar las Preguntas de Investigación en un modelo que responda de la forma más cercana posible al objetivo de la investigación. Se muestran las posibles relaciones existentes entre el nivel de conocimiento que existe sobre el concepto Caudales Ambientales o las distintas formas en que los actores interpretan el concepto, el avance de acciones coordinadas en este sentido (las cuales claramente dependerán del nivel de conocimiento y desarrollo en la temática), que pueden quizá expresarse en términos de Política Pública. Adicionalmente se buscó conocer la opinión sobre qué forma institucional tiene o debiera tener un espacio que integre esta temática y las decisiones al respecto y finalmente se consultó sobre qué actores están o debieran estar involucrados en estos espacios. La propuesta de preguntas y el esquema de investigación fueron presentados y consensuada con el equipo de investigadores en diversas reuniones de trabajo.

En una primera etapa de la investigación la consulta a actores se focalizó en aquellos actores de alcance nacional, como forma de conocer las percepciones más generales sobre la temática y sus principales definiciones. En una segunda instancia, y luego de sistematizadas algunas de las principales entrevistas, la consulta se focalizó en actores que tuvieran presencia en el territorio objeto del análisis específico: el departamento de Maldonado y específicamente el territorio correspondiente al Arroyo Maldonado.

G.2.2 Actores entrevistados

Durante la investigación, el equipo social entrevistó a diferentes actores estatales, económico - empresariales, de la sociedad civil y de la academia.

Como **Actores del Estado** se entrevistó dentro del MVOTMA a: la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA); División Evaluación de la Calidad Ambiental del mismo Ministerio, Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT), Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA), y División Impacto Ambiental de la DINAMA. En el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca se entrevistó a la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, División Suelos y Aguas

Como **Actores Económico - Empresariales** se entrevistó a la Secretaría General de OSE, Unidad de Medioambiente de la Cámara de Industrias del Uruguay y a la Asociación Rural del Uruguay.
Como **Actores de la Sociedad Civil nacional y local** se entrevistó a la RED URUGUAYA de ONG ambientalistas, ONG REDES - Amigos de la Tierra, AFDEA- Asociación Formadores Docentes en Educación Ambiental (Maldonado) y Federación de Funcionarios de OSE (FFOSE).

Como **Informantes calificados desde la academia** se entrevistó a un investigador del Instituto Clemente Estable y ex - asesor de la DINAMA.

Específicamente en la **consulta a actores locales**, fueron entrevistados durante la investigación representantes de la Unidad de Gestión Territorial de la Intendencia de Maldonado, de Planeamiento Urbano y Territorial de la Intendencia de Maldonado, y del Proyecto "Gestión Ecosistémica del Humedal del Arroyo Maldonado", el cual se gestiona en conjunto entre la IDM y la ONG AFDEA.

G.3. Análisis de las consultas realizadas a los actores

G.3.1. Nivel de conocimiento sobre el concepto de "Caudales Ambientales" como herramienta de Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH).

Dentro de los **Actores del ESTADO** entrevistados, el nivel de conocimiento sobre el concepto de Caudales Ambientales como herramienta de GIRH **varía de acuerdo a la relación que el organismo tiene con el tema**. En este sentido, actores como DINAMA, DINAGUA o RENARE conocen el concepto, lo aplican y han hecho además algunas consideraciones sobre el mismo desde su experiencia de trabajo. En el resto de los actores del Estado, como otros ministerios o entes, las definiciones se toman a partir de lo definido por las Direcciones Nacionales del MVOTMA o en el caso local por las directrices departamentales a través de las Intendencias.
Los actores del Estado entrevistados, resaltan la importancia de **definir este concepto de manera conceptual pero también operativa**, para que pueda integrarse convenientemente a sus esferas, además de alimentar posibles planes de gestión: "*…tenemos que ser capaces de objetivizar los fenómenos que queremos analizar o evaluar como para poder exigir determinados cambios en la gestión del agua*" señala uno de los entrevistados.

Es importante, señalan, "*definir cómo se afecta a los ecosistemas y cuál es la estructura de los ecosistemas que queremos tener*".

Sobre el nivel de conocimiento que existe sobre el concepto, señalan que "*hoy para la mayor parte de los usuarios es un **tema desconocido** y para todos algo que tiene un nivel de abstracción bastante grande...*"

Algunos de los entrevistados fueron más **críticos sobre la propuesta del concepto**, alertando sobre la integración de nuevos conceptos que de alguna manera definan situaciones no tan nuevas: "*tenemos que tener cuidado con la costumbre de ponerle nuevos nombres a las viejas cosas. Y no sé hasta qué punto no es una manera de no entrarle a las causas de los problemas y en cambio, seguir atacando las consecuencias. Esto me hace acordar mucho al concepto de desarrollo sustentable, que en definitiva fue el mejor invento que se encontró para banalizar el debate sobre el tema ambiental*".

Se advierte también sobre la importancia del tipo de definición que se utiliza y **el lugar del ser humano en dicha definición:** "*…creo que el concepto de "ser parte de" está implícito cuando habla de "ambiente", "caudal ambiental" debe meter al hombre adentro y no como observador de un ambiente que quiere cuidar o destruir. Es importante siempre tener en cuenta en sentir al hombre como parte del ambiente y no como un actor actuando desde afuera*", se destaca.

Por otra parte también se advierte sobre el **equilibrio entre cantidad y calidad del agua en la definición propuesta**: "*Régimen Hídrico lo veo muy referido solo a la parte cantidad y no tan referido a la parte de calidad…. asocio al caudal en el sentido de cantidad. Parecería que estamos hablando de caudales como volúmenes de agua en el tiempo. Quizá no suena a un todo, sino que se piensa en caudal y se piensa en cantidad, sin embargo* ***si habláramos de "calidad ambiental" en vez de "caudal ambiental" sería un término más amplio****… en vez de salud pondría el equilibrio. En vez de régimen solo, pondría el "régimen de preservación de…*", explica uno de los actores entrevistados.

También se señalan propuestas a la última parte de la definición: "*…bienes y servicios asociados, tiene implícito de cuáles son los servicios que cumple ese curso de agua.* ***Deberíamos definir cuáles servicios son prioritarios y por tanto cuido esos servicios respecto a otros***", se remarca.

Otro aspecto importante a la hora de integrar el concepto, es **definir prioridades** sobre cuáles Caudales Ambientales son los que habría que considerar primero a la hora de intervenir. En este sentido se señala por varios entrevistados que sería de mucha utilidad el definir cuáles son los ecosistemas con mayor importancia y porqué.
"*Hoy los caudales ambientales son fundamentales.* ***Necesitamos conocer los momentos críticos y las posibles soluciones a esos momentos críticos y zonas críticas***", remarcan los entrevistados.

Uno de los actores entrevistados señala: "*„,****vamos a empezar por una cuenca*** *y ver cuáles son los ecosistemas que se desarrollan, como se expresan. De ahí saldrá la necesidad de monitorear otras cosas".* Se señala además por parte de algunos actores que en general no conocen trabajos sistemáticos en ese sentido.

Se agrega también, la importancia de poder **desarrollar una metodología** "*...si podemos aplicar esto a una cuenca crítica sería un buen ejercicio y sería aún más interesante que esa cuenca tuviera un proyecto de estos multiprediales para ser concretos y prácticos a la solución al problema*", explica uno de los entrevistados.

En este mismo sentido otro de los entrevistados señala como importante también el "*poder* ***identificar algunas zonas o alguna cuenca piloto*** *donde se pudiera trabajar por una situación crítica digamos*", para poder avanzar en el tema.

También se señala la importancia de **coordinar esfuerzos, integrando definiciones de prioridades según las competencias de cada actor**: "*como a algunos nos corresponde establecer y por lo tanto avanzar sobre cómo son los impactos de la toma en una represa de régimen hídrico, a la gente de biodiversidad le corresponde decirnos, cual es el ecosistema, como funciona, como se describe y como es afectado por esto y si esa afectación es necesario revertirla o saber hacia dónde va ese ecosistema*"

En todos los casos, los entrevistados señalan **la complejidad del proceso de la definición y adaptación del concepto, así como la sistematización de información y monitoreo** de la misma, "*...esa información técnica es una información que tiene que ser generada en un proceso que no es sencillo, es un proceso que tiene muy largo aliento",* se remarca.

En ese mismo sentido se advierte que "***un concepto de este tipo implica mucho trabajo en su definición.*** *Primero tenés que consensuar cual es el estado de salud deseable del ecosistema. Cuando hablás de "estado de salud" tenés que definirlo. Tenés que conocer ese ecosistema y cuál es el nivel de salud que querés mantener. Y luego , sobre los bienes y servicios asociados también tenés que definir, porque podés tener bienes y servicios competitivos entre sí. Ahí tenés que asignar prioridades*"

Alguno de los actores entrevistados avanza sobre **algunas propuestas** en estos sentidos. Desde DINAGUA por ejemplo se señala que "*ese, de repente puede ser el compromiso que puede adquirir esta dirección de agua en el tema. Intentar ampliar una red de monitoreo, para disponer de un mejor conocimiento del régimen de caudales de los ríos y arroyos, que es hasta lo que uno puede medir*".

Los **actores ECONÓMICO – EMPRESARIALES** entrevistados, tienen un **nivel de conocimiento más bajo sobre el concepto de Caudales Ambientales** aplicados como herramienta de GIRH. Este conocimiento tiene correlación con la importancia estratégica que cada actor asigna al tema en su sector, y cómo este tema afecta al espacio de negocio de sus usuarios.

Así, la mayoría de los actores económicos consultados **tienen un claro conocimiento de la normativa ambiental y la integran a sus propuestas. No sucede lo mismo con el concepto de Caudales Ambientales**, donde se asocia el tema al cuidado del recurso hídrico pero se visualiza relacionado específicamente al área productiva que cada uno desarrolla: "*No tenemos una línea de trabajo específica sobre el tema de afluentes, de uso de recursos hídricos*", explican.

En algunos casos se señala que lo que se conoce "*es la normativa ambiental y se aplica a diario*". En otros casos se señala que, más allá del concepto académico, se entiende que "*es una definición que engloba lo que nosotros usamos*".

Otros actores señalan que **la relación con estos conceptos pasa por "*los requerimientos de socios e inversionistas*** *que quieren saber porqué en un lugar se puede desarrollar algo y porque en otro lugar no*", estas definiciones, explican se toman a partir de las directrices que marcan los organismos competentes, en este caso señalan: "*nosotros manejamos básicamente, los conceptos que utiliza la DINAMA*"

Otros actores señalan que **no tienen una comisión o un espacio que trabaje específicamente sobre estas temáticas** "*…sí participamos en muchas instancias relacionadas al tema. Tenemos una secretaría pero más bien abocada a temáticas propias de la gremial, y tenemos una asesoría económica y en temas socioeconómicos, pero no específicamente en temáticas ambientales.* ***Tratamos estos temas como tema de interés cuando surgen***"

Desde las **gremiales rurales se señala la importancia del equilibrio entre la conservación y la producción**. Manifiestan su intención en colaborar con la conservación de los recursos naturales y por tanto de los recursos hídricos, y señalan "… *queremos llegar a un entendimiento sobre lo que es mantener sustentables los recursos y a la vez sacarle el máximo provecho posible. No dejar todo para las generaciones futuras, sino hacer un buen complemento de lo que son las necesidades de las generaciones presentes. En ese equilibrio que es muy dinámico, porque depende de las condiciones económicas que se estén viviendo, siempre tenemos bien presente que es muy importante preservar los recursos*"

Los **actores de la SOCIEDAD CIVIL** entrevistados también son muy críticos con el equilibrio que se debe mantener a la hora de definir estos temas.
Señalan la importancia de definir el Caudal Ambiental como "*el agua que se necesita para mantener al ecosistema. Si tú alteras el caudal, curso del agua, se altera todo el ecosistema. Eso es lo que está pasando ahora al tercer mundo con los emprendimientos que están alterando varios de los ecosistemas*"

Las organizaciones de la sociedad civil (OSC) entrevistadas afirman **el rol del sector en la preservación del equilibrio entre el uso y la comercialización de aquellos bienes y servicios asociados** de los cuales la definición de Caudales Ambientales refiere.
Recuerdan el **rol de la sociedad civil en los procesos de consulta y definición sobre la privatización del agua**, y las propuestas para la actual "Ley de Aguas". Señalan alguno de los entrevistados: "…*no puede mercantilizarse o privatizarse el derecho a la vida, y el agua es esencial para la vida. Planteamos introducir toda la gestión sustentable del recurso, solidaria con las generaciones futuras*".

Las OSC consultadas se ubican como **actores claves en este contexto de negociación**, remarcan su actividad en relación a estas políticas desde tres lugares: "..*los movimientos ambientales, el sindicato de funcionarios de OSE y el movimiento de consumidores que con ellos pensamos toda la parte de participación*".

Respecto al concepto, señalan que tal cual está definido actualmente (y también en referencia a la definición propuesta), "*el caudal ambiental **es un concepto muy peligroso. Muy poco definido***".
En este mismo sentido explican: "…*la reforma constitucional establece que se debe priorizar el agua para consumo humano que para otros fines. Se debe priorizar lo social a lo económico dentro de los principios para regular justamente la gestión del recurso*"

Finalmente señalan que **claramente nuestro país tiene un problema de gestión de sus recursos hídricos,** y agregan que "*no hay ninguna política hasta el momento que tome medidas con ello. El 60% de la población uruguaya toma agua potable del santa lucia. Las nacientes del Santa Lucía son áreas de prioridad forestal y se están forestando a mansalva*".

Desde algunos entrevistados como **actores ACADÉMICOS** o informantes calificados desde la academia, también se señalan algunas posibles propuestas a la definición: "***Lo complicado** de esto no tiene que ver con la medida del régimen hídrico, sino con **la medida de salud de los ecosistemas y sus servicios y bienes asociados**. Esa es la parte complicada, como medís las últimas dos cosas".*

Uno de los entrevistados propone: "*…desde mi visión yo no usaría los términos "bienes y servicios asociados" sino los servicios ecosistémicos que ellos brindan… Para ir en línea con el concepto de servicios ecosistémicos que está tratando de impulsar Naciones Unidas a través de la evaluación de Ecosistemas del Milenio. Ellos dicen los ecosistemas brindan servicios que son fundamentales para el bienestar humano. Y definen los tres componentes, y definen qué es un servicio ecosistémico y cuáles son las dimensiones del bienestar humano que tiene sentido considerar a la hora de considerar esa relación. Propongo utilizar el marco de "servicios ecosistémicos". Y está enmarcado en las estrategias de Naciones Unidas*".

En la Tabla 28 se resumen los aportes de los entrevistados a este respecto.

Tabla 28. Resumen de opinión de Actores entrevistados - Conocimiento e incorporación del Concepto Caudal Ambiental como herramienta de GIRH.

Actores	Dimensión: Conocimiento e incorporación del concepto Caudal Ambiental
Estado	El conocimiento e incorporación del concepto varía de acuerdo a la relación que el organismo tiene con el tema de GIRH
	Definir este concepto de manera conceptual pero también operativa
	Tema desconocido y con un nivel de abstracción bastante grande
	Algunos entrevistados son críticos sobre la propuesta del concepto
	Cuidar el equilibrio entre cantidad y calidad del agua en la definición propuesta
	Deberíamos definir cuáles servicios son prioritarios y por tanto cuido esos servicios respecto a otros
	Necesitamos conocer los momentos críticos y las posibles soluciones a esos momentos críticos y zonas críticas
	Vamos a empezar por una cuenca y ver cuáles son los ecosistemas que se desarrollan, como se expresan
	Es importante poder desarrollar una metodología
	coordinar esfuerzos, integrando definiciones de prioridades según las competencias de cada actor
	Señalan complejidad del proceso de la definición y adaptación del concepto, así como la sistematización de información y monitoreo de la misma
Económico – Empresarial	Nivel de conocimiento más bajo sobre el concepto de Caudales Ambientales
	Tienen un claro conocimiento de la normativa ambiental y la integran a sus propuestas. No sucede lo mismo con el concepto de Caudales Ambientales
	Los actores entrevistados no tienen comisiones específicas para tratar el tema, sí lo integran cuando surge de la preocupación de sus usuarios, clientes o asociados
	las gremiales rurales se señala la importancia del equilibrio entre la conservación y la producción
Sociedad Civil	Señalan el rol del sector en la preservación del equilibrio entre el uso y la comercialización de aquellos bienes y servicios asociados de los cuales la definición de Caudales Ambientales refiere
	Se ubican como actores claves en este contexto de negociación
	Señalan el concepto como poco definido
	Afirman que nuestro país tiene un claro problema de gestión de sus recursos hídricos, y señalan la debilidad de las políticas que toman medidas con ello
Académico	Lo complicado es definir la medida de salud de los ecosistemas y sus servicios asociados
	Se propone utilizar el marco de "servicios ecosistémicos" que está enmarcado en las estrategias de Naciones Unidas

G.3.2. Análisis de las fortalezas y debilidades para la implementación de una política pública que avance en este sentido

A la hora de analizar el panorama actual frente a la temática, la investigación enfoca sobre la opinión de los entrevistados en este sentido. Para ello se integra la herramienta del análisis de Fortalezas y Debilidades que se presenta en la Tabla 29, a fin de poder categorizar dichas opiniones. Al final de este capítulo además, se presentan los "nudos críticos" o TENSIONES que fueron manifestadas por los entrevistados a la hora de evaluar el momento para avanzar en acciones coordinadas o lo que podríamos definir como una Política Pública en este sentido.

Desde los Actores del Estado, el análisis comienza en la mayoría de las entrevistas a partir de la responsabilidad que surge a la hora de poner estos temas en agenda y discutir cómo consensuar una posible "hoja de ruta". En este sentido algunos entrevistados señalan la importancia de definir claramente cuál es el objetivo final de avanzar en el tema.

Algunos entrevistados señalan que el objetivo final es "*asegurar que los servicios ambientales que brindan los recursos hídricos a los ecosistemas se mantengan en condiciones de asegurar la vida de los mismos*", otros entrevistados remarcan que "*no tiene sentido trabajar los temas de agua entre calidad y cantidad en forma separada*", y finalmente señalan la importancia de definir los actores que participen de acuerdo al territorio en que se focaliza el análisis.

Otra de las afirmaciones que se reiteran en las entrevistas es que el proceso debe ser un proceso de largo aliento, bien planificado y con acuerdos claros. "*Seguramente el proceso haya que plantearlo en etapas. Etapas que quizá vayan a tener que acompañar el propio proceso de la generación de iniciativa de adaptación al cambio climático que se están generando en torno a los usos del agua…*", señala uno de los entrevistados.
A continuación se presentan, las principales FORTALEZAS y DEBILIDADES, que señalan los entrevistados.

FORTALEZAS
Desde los **actores del ESTADO** que fueron entrevistados para la investigación, se visualizan varias fortalezas. En primer lugar se señala que ***"ha habido un incremento en la conciencia social de la importancia del tema ambiental****. Derivado de varias cosas, entre otras la importancia del mejoramiento de las capacidades de formación científica y tecnológica del país. Por otro lado por las condicionantes internacionales que se le generan al país*".

Por otra parte, también se señala como fortaleza el hecho que **en las instituciones vinculadas a la producción los temas ambientales estén presentes** se visualiza como fortaleza. "*Muchas veces las pautas comerciales te bajan criterios ambientales porque son sancionados en términos de comercio. Por lo tanto, de alguna manera los sectores productivos están conscientes que los temas ambientales hacen al valor de la producción, y por tanto lo que implica el deterioro de suelos, agua, microfauna, son cosas que son factores de encuentro en estos temas*", señala uno de los entrevistados.

En este sentido también se señala que "*A nivel internacional los acuerdos de los últimos 20 años, han ayudado muchísimo a definir las políticas nacionales en términos de concreción*

de esos acuerdo. Donde los valores ambientales internacionales se relacionan con las políticas regionales y con las políticas locales".

Por otra parte, se señala también como fortaleza la **existencia de "masa técnica" y sociedad involucrada**: "*Creo que masa técnica hay. Masa técnica de sociedad involucrada también hay*".
"*Con la definición de muchas **áreas protegidas**, se toma como eje principal algún curso de agua. **Se podría empezar por ahí a la hora de analizar estos temas***", propone una de las personas consultadas. "*Quizá, con el esfuerzo que se está poniendo ahí, se podrían tomar resultados para aportar en estos temas. Para qué vas a ir a un curso de agua nuevo si ya tenés un equipo de técnicos trabajando ahí?".*
También se señala por parte de algunos actores del ESTADO entrevistados, que existe un proceso de "*...**revalorización de la planificación como la función a ejercer desde el Estado para identificar y definir estos procesos de desarrollo social y económico***", en ese sentido los planes avanzan en generar acuerdos que orientan ciertas acciones y políticas en estos sentidos.

Respecto a los actores involucrados, especialmente respecto al sector productivo, algunos entrevistados señalan como fortaleza **el buen momento económico actual**: "*...los grandes usuarios de los cursos de agua son los productores agrícolas. Y el agro no está pasando un momento de penurias económicas y eso me parece una fortaleza. Si la situación fuera deprimida, cualquier intento de avanzar en proyectos en estos temas podría generar un rechazo mayor*".

En otro sentido también se afirma como fortaleza el hecho de que "*Hay fondos, hay recursos en dinero hay. Y **el país está muy bien posicionado para ser actor de fondos. Tenemos una buena imagen país y es una muy buena oportunidad***".

Desde los **actores ECONÓMICOS – EMPRESARIALES** entrevistados también se reconoce la fortaleza del **aumento de la conciencia ambiental por parte de los sectores productivos y empresariales**. "*...hay más consciencia que hace unos años. Lo digo por las industrias. Cuando se sacaba un decreto o una ordenanza, las industrias reaccionaban con un ¿porqué a mi? Hoy tenemos una ley. Hay una concientización de los actores privados.. es un buen momento para aprovechar."*

También se señala como fortaleza, el hecho de que "***no hay falta de normativas ni de institucionalidad como si puede haber en otros temas***".
Desde las gremiales rurales se señala que lo positivo es que hay una preocupación clara por mejorar el perfil ambiental del país. *"...en la medida que las cosas se hagan bien y consensuadas, que se tomen en cuenta todas las posiciones y opiniones es una fortaleza. Teniendo en cuenta que en última instancia quien toma las decisiones es el productor local, el dueño de la tierra, eso hay que tenerlo en cuenta. Tenemos que mantenerlo bien informado y discutir con é*l", se señala por parte de uno de los entrevistados.

Los **actores de la SOCIEDAD CIVIL** entrevistados señalan como primera fortaleza **la reforma constitucional, la Ley de Agua. El hecho que el Derecho al Agua esté contemplada como un derecho fundamental** es una gran fortaleza. Uruguay es el único país que tiene consagrado este Derecho en su Constitución y ello representa una gran fortaleza.

En segundo lugar se señala, "Tenemos mucha agua, y de muy buena calidad. Estamos sentados sobre un acuífero" y por ello la fortaleza de generar conciencia y cuidados sobre este patrimonio.
También se mencionan los **avances en la reglamentación de la Ley de Agua y la creación de los Comité de Cuenca**, con el Comité de Cuenca de Laguna del Sauce ya creado y funcionando.

DEBILIDADES
Desde los organismos que trabajan directamente con la temática y que fueron entrevistados para la investigación, se señalan algunas **debilidades que hacen a la metodología de medición y estimación de los caudales**: "*En particular la tradición de monitoreo de nuestro país nos permite disponer de caudal medios, medio-bajo y altos relativamente bien medidos con las técnicas que se disponen. El caudal mínimo ha sido siempre muy mal medido, el error que se tiene es casi del 100%",* explica uno de los entrevistados.

El mismo entrevistado agrega: "…***no se han generado sistemas específicos****, se mide con la misma tecnología los caudales medios que los mínimos y eso no es válido*".

Por otra parte pero en la misma línea, se señala **la falta de conocimiento histórico de los caudales,** "*…por lo menos en algunas de las cuencas claves del país, están lejos de conocerse. Y dentro de eso conocer las fluctuaciones y cuál es el comportamiento de esos modelos hidrológicos. Ahí hay un vacío y es un esfuerzo enorme a recorrer*". También se señala como importante conocer cuál es la relación del ecosistema con ese recurso hídrico al cual sirve, que tampoco existe. Desde DINAMA se señala que "*…recién estamos trabajando en una clasificación de ecosistemas en el país*"

En este mismo sentido, se integra también como una debilidad **la necesidad de recursos y de actores involucrados que apoyen en la gestión de esos recursos**: "*Se necesitan muchos recursos y tiene que haber una justificación muy clara de porque se hace. En determinados lugares OSE define qué caudales hay que cuidar, lo tiene que hacer y lo va a ser. En otros lugares, los arroceros proponen que lo van a trabajar porque les interesa para la gestión de riego*".

En relación a los recursos, también se visualiza como debilidad **la falta de Recursos Humanos que existe hoy, si se quiere avanzar en estos temas**.

Otra de las debilidades señaladas tiene que ver con la **falta de definición de prioridades a la hora de identificar caudales**. Se menciona como importante definir "*…cuales son los ecosistemas que vamos a analizar y que necesitan? A los ecosistemas que queremos identificar, que queremos preservar, cuáles son?".*

En otro plano, se analiza también la debilidad que existe a la hora de **garantizar que la normativa se cumpla**: "*Las normas son infinitas en este país. Las normas no alcanzan. Se han hecho y se han impuesto a los que se les puede imponer*". Esta afirmación refiere además, a **la necesidad de que la garantía de la norma se acompañe de control, el control necesita de recursos** (económicos y humanos) para realizarse, y esto se ve como una posible debilidad a la hora de avanzar en el tema.

Por otra parte, se señala que "…*no alcanza con la normativa, ese es el gran defecto del proceso ambiental, que se quedo en la normativa y no profundizo en el entendimiento de los sistemas. El gran tema de los caudales ambientales que nos exige el entendimiento del sistema ambiental*"

En cuanto al contexto general, se señala que "…*aún se está en etapa cero.* ***Primero hay que hacer un fortalecimiento de integración institucional y compartir información para luego difundir ciertas cosas***".

Otra de las debilidades señaladas tiene que ver con la **falta de coordinación en las acciones y en las convocatorias**. A este respecto, uno de los actores entrevistados señala "…*hay mucha plata y poca capacidad de gestión para tanta plata. Y entonces se abren muchos espacios…todos haciendo lo mismo. Sobra la plata y falta la coordinación. Estamos agarrando la plata y luego definiendo lo que hacemos en vez de coordinar bien qué tipo de país queremos en este tema y después ir a buscar los apoyos que necesitamos para hacerlo*"

En este mismo sentido se afirma por parte de algunos entrevistados que **no existe aún una Política Pública como tal**. "*No, no hay una Política Pública, hay organizaciones y acciones aisladas. Hay actividades aisladas en instituciones aisladas. A veces te encontrás dos organizaciones una al lado de la otra que están haciendo lo mismo. Hay políticas públicas escritas en estos términos, pero no pensadas en cómo las vamos a hacer. El qué hacer a veces está claro. Nos está faltando el cómo hacerlo. Nos está faltando madurez a nivel del estado y de la sociedad sobre estos temas*", se señala. En este punto, algunos entrevistados también refieren a la institucionalidad, categoría que trataremos en el siguiente capítulo.

Cercano a este punto, se señala también como debilidad, **la superposición de instancias:** "*Otro tema es que como somos los mismos los referentes en estos temas en todos lados, entonces a veces hay seis instancias distintas donde vamos los mismos, convocados por seis motivadores distintos pero a conversar sobre los mismos temas*".

En esta entrevista también se menciona **la debilidad en la superposición de planes de gestión**, cuando por un lado una área define hacia donde quiere ir en un período, define sus estrategias, orienta sus recursos a esas actividades" pero se encuentra con directrices más generales, provenientes de direcciones nacionales, que van en otra dirección. Señala entonces " ***Y esto pasa porque nunca nos sentamos a planificar***". "*Es importante conocer lo que cada uno está haciendo y coordinar esas acciones"* se señala, como forma de combatir estas debilidades.

Otra de las dificultades mencionadas en varias entrevistas tiene que ver con los **territorios institucionales y de conocimiento**. En palabra de los entrevistados "*…**la dificultad que tenemos de salir de nuestra chacra. La dificultad en la visión "país" más allá de cada institución**".* Este punto es integrado en varias entrevistas no solo como una debilidad sino como una fuerte amenaza.

En este mismo sentido y desde uno de los actores ACADÉMICOS entrevistados se reitera esta debilidad: "*La amenaza es quizá* ***una percepción muy parcial de estos temas****. Muy desde la perspectiva disciplinar de quien está planificando o opinando sobre el tema. Ahí tenemos una dificultad como país en la mirada interdisciplinar, y muchos celos desde la*

profesión de que otra persona de otra profesión o de otra institución se meta en esto. Creo que ahí ya tenemos problemas porque miramos el problema parcialmente, y a la hora de implementar porque cada uno mira lo que le toca hacer desde su mirada".

En este sentido, sin embargo, a partir de **una debilidad se establece una TENSIÓN**, que está relacionada a la definición de las competencias institucionales y el respeto por ellas. Sin embargo, varios entrevistados mencionan que la respuesta a esta TENSIÓN tiene que ver con la naturaleza de la temática: "Los temas ambientales son transversales, quien los maneja tiene que ser un actor transversal", se señala.

Desde los **actores ECONÓMICO – EMPRESARIALES** entrevistados también se manifiestan debilidades. Entre ellas se destaca la **preocupación por la institucionalidad relacionada al uso del agua**. En palabras de uno de los entrevistados se señala que "*En Uruguay la normativa es bastante buena, pero hay una mala organización institucional para el cuidado de esa normativa y el cumplimiento de esa normativa*."

Desde el propio sector, se analiza que sería necesaria una adecuación de la norma a las necesidades básicas del sector. En este sentido desde una de las gremiales rurales se propone: "*Creemos que **en la normativa falta avanzar en correcciones para hacerla más clara, más específica para que los productores nos sintamos más amparados**, y por otro lado falta una responsabilidad institucional que nos dé una seguridad a todos los productores de que si nosotros vamos a hacer una inversión nos van a respaldar…*"

Desde algunos representantes del sector productivo se señala, que **la debilidad normativa repercute claramente en la intención de inversiones por parte del sector**.
Desde otros actores económico – empresariales entrevistados, se señala **la juventud del proceso como un factor que podría debilitar las iniciativas**: "*…tenemos una ley de medio ambiente muy joven. La debilidad puede ser la falta de madurez o la joven historia de lo ambiental*", señalan.

Si bien por parte de algunos entrevistados se veía como una fortaleza el hecho de que el sector productivo estuviese pasando por un momento no crítico en este momento, desde el propio sector la visión es diferente. Se analiza el **momento como complejo en tanto el inminente cambio en la estructura tributaria**[8]. Se señala: "*…para nosotros no es el mejor momento, hasta que no se dirima qué va a suceder en materia impositiva. Por otra parte estamos en medio una crisis mundial donde está todo el mundo preocupado por dónde va a caer*".

Los **actores de la SOCIEDAD CIVIL** entrevistados también mencionan algunas debilidades en un posible proceso de avance en el tema. Una de las debilidades mencionadas refiere a la **necesidad de acompañar estos procesos con una voluntad política que los respalde**. En este sentido se señala que "*si no hay voluntad política para frenar los procesos que estén dañando la cantidad y calidad del agua no tiene sentido. Si no va a haber peso político no tiene ninguna posibilidad de existir (la propuesta), no tiene sentido.*"

[8] Al momento de realizar las entrevistas, estaba en discusión aún la propuesta del Poder Ejecutivo para gravar a los propietarios de más de 2.000 hectáreas con un impuesto creado con el objetivo de combatir la concentración de tierras en Uruguay.

Otra debilidad que también se menciona por parte de este sector, tiene que ver con la **debilidad de la participación de la sociedad en estos temas**. "*...la gente organizada está muy débil porque viene apaleada después de tantos años de lucha. Gente que no conoce la herramienta de la participación. Hasta yo desconozco como puedo participar en la ley de ordenamiento territorial*"

Otra debilidad señalada en este sentido, tiene que ver con la integración de las normativas. Señalan que sería pertinente integrar el ordenamiento del territorio en función de la Ley de Agua y viceversa, y que esto pudiera permear el análisis por cuenca.

Tabla 29. Resumen de opinión de Actores entrevistados - Análisis Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas a una Política Pública sobre el tema.

Actores	Dimensión: Conocimiento e incorporación del concepto Caudal Ambiental	
	Fortalezas	**Debilidades**
Estado	Ha habido un incremento en la conciencia social de la importancia del tema ambiental	Debilidades que hacen a la metodología de medición y estimación de los caudales
	En las instituciones vinculadas a la producción los temas ambientales estén presentes	La falta de conocimiento histórico de los caudales
	Existencia de "masa técnica" y sociedad involucrada	La necesidad de recursos y de actores involucrados que apoyen en la gestión de esos recursos
	Áreas protegidas: Se podría empezar por ahí a la hora de analizar estos temas	La falta de Recursos Humanos que existe hoy, si se quiere avanzar en estos temas
	Revalorización de la planificación como la función a ejercer desde el Estado para identificar y definir estos procesos de desarrollo social y económico	La falta de definición de prioridades a la hora de identificar caudales
	Para los productores (grandes usuarios del recurso) es un buen momento económico actual	La falta de coordinación en las acciones y en las convocatorias. Superposición de instancias de participación
	El país está muy bien posicionado para ser actor de fondos. Tenemos una buena imagen país y es una muy buena oportunidad	La debilidad que existe a la hora de garantizar que la normativa se cumpla. La necesidad de que la garantía de la norma se acompañe de control, el control necesita de recursos
		No, no hay una Política Pública, hay organizaciones y acciones aisladas
		La superposición de planes de gestión
		La dificultad que tenemos de salir de nuestra chacra. La dificultad en la visión "país" más allá de cada institución"
Económico – Empresarial	aumento de la conciencia ambiental por parte de los sectores productivos y empresariales	Preocupación por la institucionalidad relacionada al uso del agua
	no hay falta de normativas ni de institucionalidad como si puede haber en otros temas	En la normativa falta avanzar en correcciones para hacerla más clara, más específica para que los productores nos sintamos más amparados

	Desde las gremiales rurales se señala que lo positivo es que hay una preocupación clara por mejorar el perfil ambiental del país	La debilidad normativa repercute claramente en la intención de inversiones por parte del sector
		Momento como complejo en tanto el inminente cambio en la estructura tributaria y actual crisis internacional
Sociedad Civil	la reforma constitucional, la Ley de Agua. El hecho que el Derecho al Agua esté contemplada como un derecho fundamental	La necesidad de acompañar estos procesos con una voluntad política que los respalde
	avances en la reglamentación de la Ley de Agua y la creación de los Comité de Cuenca	Debilidad de la participación de la sociedad en estos temas

Tensiones y Nudos Críticos

A lo largo de las entrevistas, las investigadoras fuimos encontrando lo que podríamos definir Nudos Críticos o Tensiones entre posiciones distintas sobre un mismo tema, las mismas se describen a continuación y se presentan en formato resumen en la Tabla 30.

La segmentación entre Tensiones y Nudos críticos fue tomada a partir de la propuesta realizada por la representante del equipo de DINAMA que se integró al equipo de seguimiento del proyecto, y tiene como objetivo hacer visibles aquellos aspectos tanto estructurales como coyunturales de las opiniones de los actores que de alguna manera debieran ser incorporados en forma prioritaria para avanzar en el tema.

a) Una de las tensiones mencionadas por los entrevistados tiene que ver con lo que se definió por parte de los mismos como **el "modelo país" que se construye desde la Política Pública**. En este sentido la tensión se ubica entre una posición que menciona **el modelo productivo, que sin restricciones perjudica lo ambiental**, y la mención a **un modelo que busca la preservación de lo ambiental y restringe por tanto, lo productivo**. "Estamos teniendo problemas con los grandes emprendimientos. Con las papeleras, las mineras", se señala en una de las entrevistas.

"*Lo que está planteado es que hay un incremento en el proceso de desarrollo que implica un aumento en la demanda del recurso hídrico muy importante, que se da fundamentalmente desde el sector agropecuario pero que también tiene una importancia en lo que hace a lo social, a los servicios a las poblaciones, y que tiene una importancia ecológica desde el punto de vista de la vida de los ecosistemas*", explica el entrevistado.

La tensión se menciona por parte de varios entrevistados, sin embargo también **se menciona el avance hacia la resolución de la tensión con miradas integradoras que puedan promover una producción que cuide el ambiente o un ambiente planificado para integrar la producción.** En este sentido se señala "*Hace años que un industrial sabe que si no se adapta a las normativas desaparece del mercado*".

b) Otra tensión se encuentra en la definición de lo que significan realmente los **problemas ambientales en términos de desarrollo**: *"Es un problema de agua? Y si. Es un problema de ambiente? Y si. Es un problema económico? Es un problema de sectores sociales?. Bueno, entonces es un problema político*", señala uno de los entrevistados.

En el mismo sentido, se señala en otra entrevista: "…***habría que controlar la forestación, pero tiene que haber una voluntad política para tocar ese sector****…pero ahí decimos "ah no, tenemos que respetar las inversiones extranjeras", por lo tanto queda como está*".

"*En el momento de cuidar el territorio y gestionar el territorio para preservar el agua tenés que tocar intereses, bueno.. no estamos dispuestos. Es lo que está pasando en el país, aceptamos todo lo que nos venga, por que la inversión extranjera es maravillosa y vas a generar desarrollo, pero desarrollo a costa de qué?*, se señala en otra entrevista.

c) Otra tensión está ubicada en las **relaciones de producción que existen entre los distintos actores**. A nivel del territorio, se señala la tensión entre las formas de producción: el productor familiar y las grandes extensiones: "… ***hay que preservar al productor familiar,*** *porque está amenazado por la soja, la forestación, por la minería*".

En este mismo sentido se plantea: "*Los empresarios agropecuarios siempre han sido muy cuidadosos, se encariñan mucho con sus campos, los tratan de cuidar al máximo, y en general son productores fuera del sector agropecuario, más bien empresarios vinculados a grandes empresas de exportación, más bien vinculados a la agricultura extensiva o la explotación forestal, que son los que presionan más sobre los recursos naturales*". La tensión se hace presente en un ejemplo citado por el entrevistado: "*ahora, si viene una empresa extranjera y te ofrece 300 dólares por hectárea para plantar soja, por más que uno le guste ese campo y quiera cuidarlo, y uno le saca 50 dólares como máximo la cuenta es sencilla. Le puedo pedir que me lo cuide pero está en manos de otro y se está usando más intensivamente de lo que se usaba antes*".

d) Un Nudo crítico se encuentra en la **definición de la institucionalidad que debiera tratar estos temas**. Existen entre los entrevistados diversas posturas, quienes consideran la definición en términos de dónde debería estar ubicada esa institución (fuera o dentro de un ministerio, dependiente de Presidencia, etc.) y quienes consideran que no es necesario crear otra institucionalidad si ya existe una que fuera creada para esos fines: "*Hay que tener cuidado con crear más instituciones cuando tenemos una que no funciona. Hay que poner énfasis, dinero y tiempo en mejorar básicamente la institucionalidad. Eso para nosotros es lo más grave*".

e) Como se mencionara en el apartado "Debilidades", también se menciona como un punto crítico la problemática de los elementos técnicos necesarios para avanzar en este tipo de definiciones: "… *tenemos que tener elementos técnicos que nos permitan poder poner en equilibrio frente a la necesidad de uso del agua, las necesidades productivas, las sociales y las del ambiente*.

f) **Como nudo crítico también se menciona a la coordinación**. Varios entrevistados mencionan este punto a la hora de definir cuáles son las tensiones o nudos críticos para avanzar en la temática. Este punto fue presentado antes como una debilidad. Se señala con énfasis también la importancia de la coordinación local, que debe existir como base. Luego varios entrevistados señalan la necesidad de una coordinación general, pero la coordinación local es excluyente.

"*La gran dificultad es sentar a todos y conversar de una manera integrada. La necesidad de construir desde los esfuerzos individuales esos espacios de coordinación*", se señala.

En esta línea, varios entrevistados señalan que una **posible solución a esta tensión pudiera ser la creación de los Comité de Cuenca**, si estos espacios aseguran la incorporación y participación de todos los actores que hacen al uso del recurso en el territorio, distintos intereses y distintas manifestaciones institucionales.

g) También se señala como tensión central en este tema lo que se define como **"la gestión de los bienes comunes"**. Se ejemplifica esta tensión por uno de los entrevistados en el caso del productor rural: "el productor rural te dice, este es mi predio y este es mi territorio. Y nadie va a venir de afuera a decirme lo que tengo que hacer", esta es, según el entrevistado, una brecha difícil de romper, pues tiene que ver con comprender que el territorio privado también es parte de un bien común que se quiere preservar.

h) También se menciona por algunos entrevistados como punto crítico, **la necesidad de generación eléctrica** que puede presentarse enfrentada a una temática como esta. "La matriz energética, a la hora de establecer prioridades pesa mucho", se señala.

Tabla 30. Resumen de opinión de Actores entrevistados - Tensiones mencionadas por los actores y sus posibles soluciones.

Tensión	Descripción	Posibles Propuestas
a)	El "modelo país" que se construye desde la Política Pública - el modelo productivo, que sin restricciones perjudica lo ambiental y un modelo que busca la preservación de lo ambiental y restringe por tanto, lo productivo	Miradas integradoras que puedan promover una producción que cuide el medioambiente o un medioambiente planificado para integrar la producción
b)	Problemas ambientales en términos de desarrollo y definiciones políticas sobre estos temas	
c)	Relaciones de producción que existen entre los distintos actores : Productor Familiar Vs Grandes Empresas	
d)	Definición de la institucionalidad que debiera tratar estos temas (espacio institucional, dependencia, integración, etc.)	
e)	Problemática de los elementos técnicos necesarios para avanzar en este tipo de definiciones	Fortalecimiento en recursos humanos y económicos, capacidad técnica y estructuras de participación.
f)	Coordinación: dificultad es sentar a todos y conversar de una manera integrada. La necesidad de construir desde los esfuerzos individuales esos espacios de coordinación	Se vé como una posible solución los Comité de Cuenca. Aunque debiera también haber una coordinación a nivel nacional de esas decisiones locales.
g)	La gestión de los bienes comunes: la propiedad de la tierra y las condiciones en las cuales se maneja el medioambiente en el espacio de un predio, como se controla?	
h)	La necesidad de generación eléctrica	

G.3.3. Tipo de Espacio Institucional que debiera promover estas políticas

Se buscó conocer la opinión de los entrevistados respecto a un posible espacio que promueva ésta temática. Tanto de los actores pertenecientes al Estado, como los económicos y quienes conforman a la sociedad civil, estuvieron de acuerdo que el espacio institucional debe de estar conformado por todos quienes están involucrados en la temática del agua.

Por la parte académica cabe destacar, *"Hay que tener un espacio territorial hay que tener espacios de coordinación, eso es imprescindible. Pero si eso no lo miramos a nivel global perdemos todo un trabajo enorme. Quizá la cuenca es una unidad más o menos autónoma. Pero no es cien por ciento autónoma, también tiene que ser mirada desde una perspectiva más global.*

Los **actores del ESTADO** hablan de los **comité de cuenca**, *"La respuesta, sin duda es necesario la integración, más inmediata institucionalmente son los consejos regionales y las comisiones de cuenca, esa es la integración más inmediata, cercana para establecer los análisis."* Asimismo "*Yo tendería a pensar que esos son los espacios naturales donde se deberían gestionar estos temas. Porque además están integrados por varios actores. No conozco el detalle de la integración de los comités."* El espacio existe pero no hay un conocimiento pleno de su funcionamiento, pudiéndose deber a que esta nueva forma institucional es muy joven.

Por otro lado surge no sólo el tema de la forma institucional sino el **monitoreo** "*El tema como se monitorea, la cantidad y la calidad del agua y como se monitorea el elemento eco sistémico y ahí se encuentra el ganado, la papa, las personas viviendo en las urbanizaciones que están en la cuenca y obviamente todo lo que tiene que ver con todos los componentes del sistema. La gran herramienta que tenemos ahora son la comisiones de cuenca."*

Asimismo, plantean la **superposición de espacios** de participación en la órbita del Estado, "*Este Ministerio tiene una Comisión Técnica Asesora en Medio Ambiente, una en Agua, una en Ordenamiento Territorial y encima la Ley de Agua crea otra. Cuatro espacios asesores para discutir temas muy similares."*

Como respuesta a ello dentro del mismo marco *"Tendría que ser un espacio que no esté dentro de ningún ministerio. Tendría que estar colgado de Presidencia. El tema que esté colgado dentro de los ministerios me parece que es lo que complica."*… Como **forma institucional** se plantea *"Pondría distintos niveles. Al final deberían estar todos, todos aquellos que tienen que ver con el territorio, científicos, políticas públicas nacionales y políticas públicas departamentales, la sociedad civil, como una base. En esa base todos deberían poder decir algo. Y luego un espacio de decisiones donde no estén todos los actores, sino aquellos que tengan opinión calificada. Es un ejemplo de manejo de un tema específico, donde la sociedad no está tan calificada para opinar. Distinto es si van a instalar un mega edificio en un predio determinado, ahí hay temas culturales y de uso del espacio donde la gente tiene que opinar y ser escuchada."*

Al consultar a los **actores ECONÓMICOS** las investigadoras entienden que no están muy al tanto de lo que son los comités de cuencas y los consejos regionales. En tanto lo entienden como un aspecto importante de participación. *"Generalmente la relación de los productores con las gremiales son por temas económicos, producción, precios. No por estos*

temas. Salvo cuando se transforman en algún tema de restricciones para el uso libre de sus tierras. Es el caso de la normativa nueva en el uso de los suelos"

Los **actores de la SOCIEDAD CIVIL**, se ven sensibilizados con la **forma institucional** donde se puedan expresar y participar por los temas del agua. Al igual que actores pertenecientes al Estado, creen que "***Lo que nosotros decimos siempre que para tener una gestión integrada del agua debemos tener un solo organismo.*** *Muchos países tienen su ministerio del agua.* Entienden que "*Tampoco con crear un organismo se hace algo. En la medida que ese organismo esté por arriba de todo, los diferentes ministerios e intendencias. Ese nuevo ministerio tiene q contar con la voluntad política y recursos y la participación de los actores."*

Por otro lado mencionan la **superposición de tareas- espacios "***Tenemos seis Ministerios. Hemos encontrado inclusive en estas reuniones, que las cosas se hacen duplicadas. Lo hace uno, lo hace el otro porque no sabe que ese dato ya lo relevo el otro. Se toman decisiones que después son contrapuestas"* No quieren decir que los ministerios no se consulten, hablan de coordinación, *"El recurso agua es uno. Los ministerios se tienen que consultar. Es un tema que tiene que estar dentro del MERCOSUR. En la gestión del acuífero, somos cuatro países, y no existe una comisión. Tiene que ser un organismo que esté por arriba de las fronteras"*

Por otra parte opinan que los actores que promueven actualmente el tema "*no está teniendo el peso suficiente para decir, bueno bajamos esta línea de trabajo y se aplica"… "No hay voluntad política, es compartimentada. Si bien está reglamentado en los papeles. Hay una ley y al estar compartimentado es muy difícil llevarlo a cabo."*

Tabla 31. Resumen de opinión de Actores entrevistados - Posible espacio institucional para el desarrollo de la política pública.

Actores	Dimensión: posible Espacio Institucional para el desarrollo de la política pública
Estado	Se están poniendo en práctica los Comités de Cuenca es la integración más inmediata.
	Existen superposición de espacios. Cuatro espacios asesores para discutir temas muy similares.
	Falta de información respecto al monitoreo.
	Deberían estar todos aquellos que tienen que ver con el territorio, científicos, políticas públicas nacionales y políticas públicas departamentales, la sociedad civil, como una base y luego n espacio de decisiones donde no estén todos los actores, sino aquellos que tengan opinión calificada.
Económico – Empresarial	Generalmente la relación de los productores con las gremiales es por temas económicos, producción, precios. No por estos temas. Salvo cuando se transforman en algún tema de restricciones para el uso libre de sus tierras. Es el caso de la normativa nueva en el uso de los suelos
Sociedad Civil	Para tener una gestión integrada del agua debemos tener un solo organismo
	Existen seis Ministerios. Las cosas se hacen duplicadas. Lo hace uno, lo hace el otro porque no sabe que ese dato ya lo relevo el otro. Se toman decisiones que después son contrapuestas
	Si bien está reglamentado en los papeles. Hay una ley y al estar compartimentado es muy difícil llevarlo a cabo

G.3.4. Participación de los actores en este tipo de iniciativas

Dentro de los **actores del ESTADO**, consideran que se deben de **involucrar y dar participación** a varios de los actores que son grandes consumidores de agua; *"es importante tomar a los arroceros que son los grandes consumidores de agua y comprometerlos con la cuenca del Cebollati con la cuenca del Olimar".* Asimismo, deben de estar representados los actores, los usuarios de las cuencas; *"nosotros defendemos que en las comisiones de los caudales ambientales tienen que participar los diferentes actores. Cuando decimos que tienen que estar los usuarios. Quiero que vengan los representantes de la ARU, no quiero que venga el granjero de la esquina. Lo que se va a discutir ahí, tienen que salir aspectos económicos fuertes. Frente a todos los actores. Las comisiones las vemos como un acto de democracia".*

Se destaca la importancia de la participación; *"Hay una revalorización política y social de la participación social como garantía de transparencia y democratización en los procesos de toma de decisiones. Sobre las formas de usar y transformar el territorio".*

Algunos de los entrevistados hablan de la **falta de conocimiento del monitoreo** que se realiza por parte de otros actores que quizá no sean expertos en estas temáticas, Siguiendo en la misma línea *" El hecho de incorporar a la sociedad en estas cosas implica la maduración de algunos procesos que tienen que ser coordinados, con inteligencia y con transparencia",* consideran que se hace necesarios algunos aspectos básicos para que la sociedad pueda participar de estos ámbitos.

De lo contrario, observan que la sociedad no está lo suficientemente informada, *"No son temas conocidos estos. Desde lo técnico incluso no son definiciones conocidas ni temas conocidos. La manera de sensibilizar no es poner los procesos en serie, arrancaría a hacer una experiencia piloto y a partir de allí poder sensibilizar".* En la misma línea de información también observan que *"Es complicado. Me ha tocado actuar en algunos ámbitos… teóricamente está claro pero operativamente es complicado, porque no todos sabemos de todo y este es un tema muy técnico. Y los uruguayos tenemos como la virtud o desvirtud de opinar de todo desde cualquier lugar y eso nos complica."*

Consideran que pese a la falta de **educación** por parte de la población de la importancia del recurso del agua, se debería dar **participación a la sociedad civil;** *"Dar la participación de la sociedad civil en temas implica la capacidad de informar bien y buscar buenos mecanismos de información". "La educación es importante. La educación debiera hablar del ambiente con el hombre adentro, cuidar el ambiente, etc."*

Destacan que *"Por otro lado, hay que reconocer que **hay información que muchas veces está en el conocimiento de la gente**, que es importante relevar y valorar en ese proceso, que tiene un valor enorme. Muchas veces ese conocimiento inserto en la cultura determina las pautas de comportamiento en los usuarios. (…) Hay que relevar esa información y reconocerla."*

De esa manera se pueden promover *"…ámbitos en los cuales gestionar democráticamente el conflicto. Creo que la Ley de Aguas, la Ley de Ordenamiento y la Ley de Descentralización tienen que ver con esto. La mayor y mejor profundidad del tratamiento de los temas dependerá de la correlación de fuerzas que exista a nivel del territorio".*

Algunos entrevistados, consultados sobre el conocimiento de ejemplos internacionales sobre estos temas señalaron: "…*a nivel mundial existen propuestas modernas que están funcionando, por ejemplo en Canadá los "river wathchers" que son los cuidadores de río, pero cuando hay que opinar sobre algo técnico los que opinan son los técnicos, cuando la opinión es de la sociedad opinan los delegados de la sociedad. Acá opinamos todos de todo y ese es el gran cuello de botella en todos estos temas. No confiamos mucho en nadie y creemos que sabemos de todo y eso hace mucho ruido a la hora de negociar*".

Por otro lado destacan *"por ejemplo en cuencas latinoamericanas donde unos viven río arriba y otros río abajo y tienen condiciones socioeconómicas muy distintas y funcionamiento muy distintos, entonces tienen que haber necesariamente formas diferentes de abordar los temas".*

En cuanto a los **actores ECONÓMICOS**, entienden que se deben generar los espacios de participación para darles a todos la posibilidad de intercambiar opiniones. Consideran que se debe de **contar con información** *"Otro tema es que nos mantengan informados. Que si hay novedades nos mantengan informados. Es bueno que nosotros como representantes de los productores vayamos informados a esas reuniones"*

Mencionan al igual que los actores del Estado, que la **información del usuario** es importante *"en cada caudal probablemente los productores de ese caudal tengan más claros los problemas y puedan plantear más correctamente su posición, en la medida que la institución plantee una propuesta, la ARU sí tiene que tomar una posición y responder a esa propuesta, respaldando a los productores"*

Por otro lado los **actores de la SOCIEDAD CIVIL**, también mencionan el tema de la **educación** y la participación del Ministerio de Cultura en las comisiones de cuenca, *"Nosotros proponemos que esté el ministerio de cultura, de alguna manera tenemos que generar una participación entorno a la cuenca. Una parte importante es establecer en los institutos de enseñanza a todos los niveles, desde la escuela hasta la facultad. ¿Qué es una cuenca, en qué nos influye en nuestra vida. Como se puede participar."*

Sugieren que *"El ministerio de educación y cultura, debe de estar involucrado para que este tema llegue a las aulas. Tiene que incluirse en los planes, tiene que ver con el agua que tomas la leche que tomas. Sin el agua no se puede vivir."* De esa manera generarían mayor **consciencia social** y harían que "*la gestión tiene que ser participativa, contarle lo que pasa y lo que puede pasar. No llega información a la población".*

Asimismo consideran que los **usuarios habituales** de la cuenca son quienes valoran más el agua y la tierra ya que dependen de ellos para subsistir. Son quienes generalmente denuncian los problemas que ocurren en el territorio, mencionan que *"En Argentina hay mucho avance en cuanto a las denuncias del glifosato sobre los recursos hídricos hay medidas que ya se están tomando por las graves repercusiones, no es porque sean buenos los argentinos. Es que el modelo avanzó tan rápido y tan fuerte y en poco tiempo los daños son tan graves que no han tenido más remedio que tomar eso. Sobre lo social puede ser muy poco, la gente puede hacer muy poco".*

Entienden que se deben generar **ámbitos de participación** *"Los ciudadanos deben de participar en todos los procesos de gestión, de planificación y de control de gestión"* pero hace falta llegar a informar a las personas cómo pueden participar, *" Yo creo, me*

considero una persona informada por estos temas, preocupada y no sé cómo puedo participar en la ley de ordenamiento territorial". Los actores **ACADÉMICOS-INVESTIGADORES** agregan que, *"El que convoca a la participación tiene que tener la capacidad de presentar los temas desde la mirada integral. Y presentar expertice específicos en determinados aspectos. Pero la participación tiene que ver con la mirada integral. Y a la hora de poner este tema sobre la mesa tenés que haber hecho el trabajo de recopilar todo el panorama: la participación desde el conocimiento específico y trasmitir que desde el saber específico uno tiene que aportar a la mirada del problema que tiene que ver con otros saberes".*

En la misma línea consideran que *"De fortalecimiento, del conocimiento del tema agua, del tema gestión de recursos. Por ejemplo con la comisión de fomento rural, con la asociación de mujeres, mujeres rurales hace años que venimos y te pueden dar este mismo discurso que te estoy dando yo. Lo que pasa que* ***no aparecen los espacios donde ellas puedan aplicar todas sus preocupaciones****, porque en el interior te involucran mucho más estos temas por que los vivís, los padeces quedas sin agua ves el problema, ves que se te va el vecino. Otra cosa es Montevideo, si hoy tengo que ir a charlar con las mujeres, no sé qué pueden hacer. Estamos tratando de justamente poner a técnicos aliados a leer, estudiar y ver como generar espacios a través de la gente incidir en eso".* Respecto a la **gestión integrada de recursos hídricos,** consideran que *"Existe suficiente información para poder gestionar los recursos hídricos",* consideran que falta informarle a la sociedad. A diferencia que los actores del Estado que entienden que aún falta información del monitoreo de las cuencas.

Por otro lado también los **actores ACADÉMICOS- INVESTIGADORES** plantean que *"La opinión pública está sensibilizada ante los extremos. Las inundaciones está en la opinión pública porque es lo que se vé. Las sequías igual. Colapsa la producción agrícola que mantiene el país (que aparte no es así…). Lo que no hay es una comprensión cabal de estos procesos… es cierto que hay una sensibilidad hacia el tema agua y por eso se logró la reforma constitucional. Creo que eso es un punto a favor".* Agregan*; " Y dándole una vuelta más, el saber técnico y el popular. El desafío del que convoca es poder mostrar todos esos saberes, el técnico y el popular y poder integrar esos saberes para pensar el tema más globalmente".*

Tabla 32. Resumen de opinión de Actores entrevistados - Dimensión participación y actores que debieran estar involucrados en la política.

Actores	Dimensión: posible Espacio Institucional para el desarrollo de la política pública
Estado	Es importante integrar a los arroceros que son los grandes consumidores de agua y comprometerlos
	Proponen que en las comisiones de los caudales ambientales tienen que participar los diferentes actores.
	Incorporar a la sociedad en estas cosas implica la maduración de algunos procesos que tienen que ser coordinados
	La manera de sensibilizar no es poner los procesos en serie, sino hacer una experiencia piloto y a partir de allí poder sensibilizar
Económico – Empresarial	Nos mantengan informados. Que si hay novedades nos mantengan informados. Es bueno que nosotros como representantes de los productores vayamos informados a esas reuniones
	En cada caudal probablemente los productores de ese caudal tengan más claros los problemas y puedan plantear más correctamente su posición.
Sociedad Civil	Proponemos que esté el Ministerio de Educación y Cultura, de alguna manera tenemos que generar una participación entorno a la cuenca
	La gestión tiene que ser participativa, contarle lo q pasa y lo que puede pasar, hacer llegar información a la población
	Los ciudadanos deben de participar en todos los procesos de gestión, de planificación y de control de gestión
Académicos - investigadores	La opinión pública está sensibilizada ante los extremos
	El que convoca a la participación tiene que tener la capacidad de presentar los temas desde la mirada integral. Y presentar espertices específicos en determinados aspectos. Pero la participación tiene que ver con la mirada integral.

G.4. Análisis específico sobre el caso de estudio: Arroyo Maldonado

G.4.1 Diagnóstico de la situación local desde la voz de los actores

En el marco de la presente investigación se incluyó particularmente la consulta a actores locales sobre estos temas, además de consultar a los actores nacionales por su percepción sobre cómo el tema se integraba a la realidad de Maldonado. Por la relevancia que tiene el caso de estudio en toda la investigación, y por presentar características particulares las opiniones de los actores locales, se integra el caso en un capítulo específico.

Nota metodológica

En términos metodológicos es importante señalar, que si bien la pauta de consulta se mantuvo única tanto para actores locales como nacionales, a la hora de realizar las entrevistas fue posible y necesario adaptar la consulta a los intereses que los entrevistados presentaban, desde su experiencia en el territorio. Contando además con la posibilidad de conocer más sobre las problemáticas locales y cómo se venía gestionando el primer Comité de Cuenca que se ha creado en el país (el de Laguna del

Sauce en Maldonado), la pauta sufrió pequeños cambios que permitieron profundizar en estos aspectos más locales de la temática.

Conocimiento e incorporación del concepto Caudal Ambiental
Si bien el conocimiento del concepto Caudal Ambiental como propone la definición que maneja la investigación es nuevo para los actores consultados, claramente en sus prácticas integran la Gestión Integral como estrategia.

En este sentido desde la Unidad de Gestión Territorial de la Intendencia de Maldonado se señala la postura frente a este tipo de definiciones: "*una de las directrices que intentamos imponer es que el curso de agua en los espacios urbanos, que en los momentos de máxima se expande e inunda, se debe considerar como un elemento que es parte del curso de agua y no considerarlo como que debe de ser reducido, canalizado o metido dentro de un ducto que se lo hace desaparecer*".

Las problemáticas locales
En cuanto a la consulta sobre las problemáticas locales que más preocupan a la hora de pensar el territorio integrado, se manifiestan varias temáticas: problemáticas relacionadas al uso del suelo, donde la propuesta desde la Dirección de Planeamiento Urbano y Territorial es que "*en la mirada ambiental, el desarrollo urbano y la planificación tienen que formar parte*". A esto **agregan la tensión constante entre la inversión y la conducción de dicha inversión**: "*Todo lo que se hace tiene un impacto y hay que ver como se mitiga. En ese sentido todos los planes van acompañados de las evaluaciones ambientales estratégicas que son las que van llevando la mirada ambiental a lo que se puede hacer*", señala su director.

Y agrega: "*Obviamente que pueden surgir conflictos entre la producción de riqueza a través de la producción inmobiliaria y la protección ambiental. La herramienta del plan es la que define. Nosotros estamos en la línea de la construcción de planes, y luego la reglamentación que tiene en cuenta estos planes dirimen estos temas*".

Respecto a la gestión integrada del territorio, la Unidad de Gestión Territorial señala el énfasis en **la incorporación de información a la planificación territorial**: "*Por ejemplo hemos integrado en lo que son las directrices territoriales, lo que definimos como zonas de fragilidad ecosistémica. Son zonas donde lo conveniente sería no alterar la topografía de ese sitio, y en lo posible no alterar lo que podría ser una vegetación natural. Más bien se debería integrar el desarrollo de la ciudad o nuevos desarrollos a ese concepto".*

Existen además, **problemáticas asociadas a la localización de población o emprendimientos**: *"Los emprendimientos que aparecen son amenazas. Estas amenazas van a seguir existiendo porque el valor de los suelos es muy tentador en estas zonas. Las intervenciones son tentadoras. Se tientan con dragar y hacer marinas. Y la población está organizada, hay mucho lobby de la comunidad de biólogos y ecólogos que defienden mucho y son apoyados por el gobierno*". En este sentido también se señala que desde la Unidad y desde la Intendencia se toman medidas bastante estrictas para permitir nuevas localizaciones.

En términos de tensiones, también se presenta el caso de **las propiedades que realizan alteraciones a sus terrenos**. "*Aquí hay una persona que viene rellenando hace años y aun no pudimos detenerlo. La norma de categorización de suelos, dice que esto se debe tratar de*

determinada manera, pero si se trata de otra manera aquí no están establecidas sanciones. Existen las directivas, pero como todavía no está reglamentado estamos a mitad de camino". En este sentido se señala la necesidad de avanzar en la reglamentación de las normativas, pues de lo contrario la garantía de cumplimiento de la norma tampoco se da. "*En este caso la persona hizo un camino en medio del bañado*", señala el entrevistado.

Otra de las tensiones en este mismo sentido tiene que ver con la tenencia de tierras en lugares de fragilidad ecosistémica. Allí los entrevistados señalan: "*Toda propiedad tiene derecho a poner una vivienda en su territorio, y esto está consagrado en la constitución de la republica. Ahora, si no puede construir una vivienda porque está en un territorio frágil, la ley dice que tiene causales expropiatorias, la persona puede decir, exprópieme y se queda con el campo"*. Esa es una tensión importante.
Otra problemática que se plantea entorno a la vivienda es el asentamiento en forma irregular de viviendas en distintos espacios: "*…vamos monitoreado qué es lo que pasa. Hay una serie de planes de realojos pero son lentos. En ese sentido la población sigue creciendo y continúa siendo una dificultad*".

Una problemática planteada por el equipo de trabajo del proyecto "Gestión Ecosistémica del Humedal del Arroyo Maldonado", es justamente lo relacionado al cuidado de dicho humedal como espacio ecosistémico de fragilidad. Este proyecto busca diagnosticar las problemáticas asociadas a la gestión del humedal y sus condiciones, promoviendo que dicho espacio pueda ser definido como de prioridad y protegido como área natural.

En este sentido, su equipo resalta la importancia del cuidado de dicho espacio. Por otra parte y desde la Intendencia de Maldonado se señala que los vertidos hacia el humedal son materia de control y que "*hoy en día la apuesta de la intendencia es a un buen sistema de recolección, limpieza y barrido. Y que si hay preocupación sobre las cañadas que desembocan al humedal*".

"Los conflictos están a la orden del día ya que hay lineamientos nacionales de política nacional agropecuaria que pueden entrar en contradicción con otros tipo de determinación. Por ejemplo la forestación, tiene ciertos condicionamientos provenientes del ordenamiento territorial y ahí se puede entrar en conflicto. La política energética con la diversificación de la matriz energética puede entrar en conflicto en la localización de los generadores y con la utilización del suelo. Hay que ir construyendo consensos a medida que se van desarrollando", señala el entrevistado.

A la hora de resolver estos conflictos, algunas de las FORTALEZAS señaladas por los entrevistados son:
"La definición de intereses que genera conflicto. Y lo que hay que lograr es que estén concertados, y esa concertación tiene que ir en beneficio de todos los involucrados en el tema. Y en ese sentido ***mucha gente del sector inmobiliario lo entiende, y hasta muchas veces lo mencionan a propósito para mejorar la imagen de su producto***" señala uno de los entrevistados.

Señalan como fortaleza además, el mapeo territorial que permite clasificar las zonas del departamento en distintos grados de fragilidad ecosistémica. Esta planificación integra el componente de recursos hídricos. Señalan los entrevistados: "*Este es el instrumento principal, este instrumento está en el marco de la ley de ordenamiento territorial al*

departamento". En ese sentido todo lo autorizado o no autorizado pasa por este instrumento.

Participación social a nivel local
"Los temas locales adquieren rápidamente voz pública. Los medios de comunicación reproducen lo que ocurre rápidamente. En cualquier cuestión que tenga que ver con el uso del territorio. Se levanta y se informa", señala uno de los entrevistados.

En este sentido, los entrevistados señalan los riesgos de esta dinámica de los medios de comunicación: *"el problema es que a veces el tema pasa a tener un manejo a nivel de medios de difusión, que no es el mejor ya que no se hace un abordaje serio de la problemática. Lo positivo es que lo pone arriba de la mesa e intensifica la preocupación por estos temas. Por otro lado a veces se deforma la información*".

Respecto al rol de la información y la participación desde el sistema político se señala que "*…la laguna del sauce pasa a ser un tema prioritario, tiene mucha importancia, lo tomo como expresión del sistema político. El sistema político, que representa la inquietud de la gente. La gente sabe que el agua de OSE sale de la laguna del sauce y entonces se preocupa*"

De todas maneras se destaca que estos temas son muy sensibles, y que en realidad son pocas las organizaciones con capacidad de incidir, y aún hay mucha población que no tiene capacidad de organizarse.

El Comité de Cuenca de Laguna del Sauce según los actores locales
La primer fortaleza que se señala a la hora de conocer la percepción sobre cómo viene trabajando el Comité de Cuenca de Laguna del Sauce es que este comité cuenta con una ventaja muy grande: toda la cuenca está dentro del mismo departamento.

Esto, en términos de organización y coordinación es una ventaja muy grande. "*Eso no no pasa con la cuenca de Santa Lucía que entra en varios departamentos. Acá como actor local aparece solo la IMM, si hubiese pasado a Lavalleja nos tendríamos que haber puesto de acuerdo"*.

"*En las directrices departamentales del punto de vista territoriales esta cuenca está como un recurso estratégico, es la fuente principal que suministra agua para potabilizar. Entonces para OSE es un tema de primer orden*".

Se señala además, que "*es el único curso de agua en Uruguay clasificado clase A, que establece una serie de restricciones o le da carácter en orden de importancia de abastecer de agua bruta en importancia*".

Se señala además, que "*…el concepto de caudal de minima, en laguna del sauce se ha planteado por el lado de controlar la forestación de la cuenca como disminución del régimen de escurrimiento. Eso está en discusión porque tiene una parte importante de la cuenca que es zona de prioridad forestal*".

Sobre los actores que integran el comité, se señala que "el actor que nos falta integrar es el agropecuario, no hemos podido identificar a productores agropecuarios organizados". En este sentido se señala que está clara la importancia del actor agropecuario, por la

postura frente a estos temas y por la importancia del sector para estas decisiones. El uso del territorio en el departamento, explican los entrevistados, también hace al tipo de productor que se establece. "*Quizás en otros lugares, el productor tenga otra presencia. Acá hay un uso de lo agropecuario turístico, no es agropecuario como producción sino como chacras marítimas en todo caso*".

H. REVISIÓN DE LA NORMATIVA INTERNACIONAL Y NACIONAL

H.1. Metodología

Se realizó una revisión de las normas internacionales y nacionales vigentes en nuestro país en materia de gobernanza del agua y su dimensión ambiental, a los efectos de analizar la viabilidad jurídica de la incorporación del concepto de caudal ambiental elaborado en el presente proyecto, en nuestro ordenamiento jurídico.

Modernamente, los distintos regímenes jurídicos que rige los recursos hídricos persiguen el siguiente propósito: **apoyar y contribuir al manejo integrado de los recursos hídricos**. Nuestro país, no ha sido una excepción.

El caudal o flujo ambiental no es equivalente al caudal mínimo o flujo promedio. Para su fijación es determinante la variabilidad natural del régimen hidrológico como así también las medidas de acompañamiento a través de prácticas de manejo a nivel de cuenca hidrográfica (concesiones de agua o regulación del uso de la tierra).

Consecuentemente, se analizará la normativa que se ocupa en forma directa de recursos hídricos, así como también de aquellos aspectos relativos al manejo y utilización del agua como un componente o elemento definitorio de ciertos ecosistemas.

Como metodología de trabajo, se desarrolla aquella sugerida por la UICN para el análisis del contexto normativo con vistas a incorporar el concepto de caudal ambiental en un régimen jurídico determinado. La misma consiste en:

i) un análisis de los tratados internacionales de carácter mundial y regional obligatorios en nuestro país, así como también aquellos no vinculantes pero con influencia en políticas nacionales.

ii) examen de las normas constitucionales que abordan los recursos hídricos en particular y el medio ambiente en general, y finalmente la normativa legal y reglamentaria nacional.

A continuación, se analizará la normativa vigente a nivel nacional en materia de recursos hídricos y ecosistemas asociados con especial énfasis en aspectos que se deberán tener en cuenta a los efectos de incorporar el concepto de caudal ambiental en nuestro sistema jurídico como ser la GIRH, el rol de la sociedad civil en la regulación y gestión de los recursos hídricos, la regulación de sus usos y de la calidad del agua, entre otros.

H.2. Tratados internacionales

A los efectos de considerar las obligaciones mundiales y regionales que debe cumplir nuestro país al regular los caudales ambientales, se deberán analizar los tratados internacionales ratificados por Uruguay y que consecuentemente, forman parte de nuestro sistema jurídico vigente[9].

[9] En lo que refiere a la jerarquía de los Tratados en el orden jurídico nacional, a falta de una norma constitucional expresa se plantean varias posiciones doctrinarias y jurisprudenciales. Algunos autores sostienen que los Tratados son la fuente más importante de Derecho Internacional y por tanto poseen un vigor superior al de la ley interna de los Estados signatarios; por lo que si hubiese conflictividad entre la ley el tratado prevalecerá este último. Para los autores que asimilan a la Ley nacional, el Tratado aprobado y promulgado por el Poder Ejecutivo, en caso de conflicto, debe aplicarse el principio de que la norma posterior deroga a la anterior, prevaleciendo el Tratado o la ley nacional según el caso. Y finalmente, debemos señalar la

Tal como se expresó en el capítulo anterior, el concepto de caudal ambiental implica asumir un enfoque ecosistémico en cuanto a la GIRH. Consecuentemente, los instrumentos internacionales relevantes son aquellos que regulen directamente los recursos hídricos así como también los que tienen como punto focal principal la protección de la naturaleza y de los ecosistemas. A estos efectos, se seleccionaron aquellas normas que a nuestro criterio resultan más importantes en la materia.

H.2.1. Tratados fluviales

El **Tratado de la Cuenca del Plata**[10] es un acuerdo marco que tiene por objeto promover el desarrollo armónico y equilibrado, el óptimo aprovechamiento de los grandes recursos naturales y el desarrollo sostenible de la Cuenca. En el mismo, se adopta el concepto de cuenca como unidad de gestión. De acuerdo con sus disposiciones, las Partes identificarán áreas de interés común y la realización de estudios, programas y obras, así como **la formulación de entendimientos operativos e instrumentos jurídicos que propendan a: facilitar la navegación; utilizar racionalmente el agua, particularmente a través de la regulación de los cursos de agua y su aprovechamiento múltiple y equitativo; preservar la flora y fauna**; mejorar las conexiones viales, ferroviarias, fluviales, aéreas, eléctricas y de telecomunicaciones; desarrollar zonas de frontera; cooperar en materia de educación, sanidad y lucha contra las enfermedades y promover otros proyectos de interés común en particular aquellos que tengan relación con el aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca. El "Comité Intergubernamental Coordinador" es el órgano permanente encargado de promover, coordinar y seguir la marcha de las medidas que tengan por objeto el desarrollo integrado de la Cuenca del Plata.

El **Estatuto del Río Uruguay**[11] es un tratado internacional celebrado en 1975 entre Argentina y Uruguay para regular los usos, actividades y conservación del río Uruguay en el tramo que ambos comparten.
El propósito de su realización responde a la idea de contar con un **mecanismo idóneo para un óptimo y racional aprovechamiento del río** (Art.1°). A tal fin creó una Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), de integración binacional, que tiene la función de gestionar el Río.
Con respecto a los usos del Río se establece lo siguiente: a) navegación (art. 5); b) aprovechamiento de las aguas para fines domésticos, sanitarios, industriales y agrícolas (art. 27); c) recursos del lecho y del subsuelo (art. 30).
Con respecto a la conservación, utilización y explotación de otros recursos naturales las partes se obligan a adoptar las medidas necesarias a fin de que el manejo del suelo y de los bosques, la utilización de las aguas subterráneas y la de los afluentes del río, no causen una alteración que perjudique sensiblemente el régimen del mismo o la calidad de sus aguas (articulo 35)

---

corriente constitucionalista que expresa que los derechos humanos adquieren valor constitucional, por la vía de la alusión amplia que el art. 72 de la Carta hace a los Derechos no enumerados por la Constitución pero que son inherentes a la persona humana.
Las autoras del presente informe, adherimos a la primer corriente señalada, esto es que los tratados prevalecen ante la ley interna de los estados signatarios.-

[10] Suscrito en Brasilia el 23 de abril de 1969 entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay
[11] El Estatuto del Río Uruguay fue firmado el 26 de febrero de 1975 y tiene como principal antecedente el Tratado de Límites del Río Uruguay del 7 de abril de 1961.

Así mismo, se establece que las partes coordinarán, por intermedio de la Comisión, las medidas adecuadas a fin de **evitar la alteración del equilibrio ecológico y controlar plagas y otros factores nocivos en el río y sus áreas de influencia, así como también las actividades de pesca en el río en relación con la conservación y preservación de los recursos vivos** (articulo 36 y 37)

Con respecto a la realización de toda obra, o aprovechamiento de las aguas o recursos vivos del río **que impliquen la afectación de la navegación, el régimen del río o la calidad de las aguas** deberá seguir el procedimiento previsto en los artículos 7 a 12 del Estatuto a los efectos de que la Comisión dictamine si el proyecto puede producir perjuicio sensible a la otra parte.

A los efectos del presente estatuto se entiende por contaminación la introducción directa o indirecta, por el hombre, en el medio acuático, de sustancias o energía de las que resulten efectos nocivos (artículo 40).

Sin perjuicio de las funciones asignadas a la Comisión en la materia, las partes se obligan a: proteger y preservar el medio acuático y, en particular, prevenir su contaminación, dictando las normas y adoptando las medidas apropiadas, de conformidad con los convenios internacionales aplicables y con adecuación, en lo pertinente, a las pautas y recomendaciones de los organismos técnicos internacionales; no disminuir en sus respectivos ordenamientos jurídicos: 1) las exigencias técnicas en vigor para prevenir la contaminación de las aguas, y 2) la severidad de las sanciones establecidas para los casos de infracción; informarse recíprocamente sobre toda norma que prevean dictar con relación a la contaminación de las aguas, con vistas a establecer normas equivalentes en sus respectivos ordenamientos jurídicos.

Cada parte será responsable, frente a la otra, por los daños inferidos como consecuencia de la contaminación causada por sus propias actividades o por las que en su territorio realicen personas físicas o jurídicas (artículo 42)

Tratado de la Laguna Merín. El ámbito de aplicación del Tratado de Cooperación para el aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín[12] comprende la Cuenca de la Laguna Merín y sus áreas de influencia directa y como responsable de ejecución del mismo se señala la Comisión Mixta Uruguayo-Brasileña para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín (CLM) (articulo 5 y 6)

Las Partes Contratantes, de acuerdo con el objeto del presente Tratado: a) adoptarán en sus respectivas jurisdicciones, conforme a sus planes y prioridades, las medidas adecuadas para promover el desarrollo de la Cuenca; b) Concertarán entre sí en el contexto de la integración nacional de cada Parte, los estudios, planes, programas y proyectos necesarios para la realización de obras comunes destinadas al mejor aprovechamiento de los recursos naturales de la Cuenca.

Las acciones nacionales y binacionales a que se refiere el artículo 3 perseguirán, entre otros, los siguientes propósitos: el abastecimiento de aguas con fines domésticos, urbanos e industriales, **la regulación de caudales** y el control de las inundaciones, el establecimiento de un sistema de riego y drenaje para fines agropecuarios, la defensa y

[12] Se suscribió entre Uruguay y Brasil el 20 de diciembre de 1977.

utilización adecuada de los recursos minerales, vegetales y animales; la producción, trasmisión y utilización de energía hidroeléctrica, el incremento de medios de transporte y comunicaciones y de manera especial la navegación, la elevación del nivel social y económico de los habitantes de la Cuenca, el desarrollo de proyectos específicos de interés mutuo.

Las Partes Contratantes tomarán las medidas adecuadas para que los diversos aprovechamientos de las aguas, la exploración y el uso de los recursos naturales del área, dentro de sus respectivas jurisdicciones, no causen perjuicio sensible a la navegación, a la cantidad o calidad del agua, o al medio ambiente (artículo16).

Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. El presente Tratado[13] contiene disposiciones sobre la calidad y cantidad de las aguas y contaminación otorgando competencias a la Comisión Administradora Binacional. Las partes se obligan a la cooperación mutua para proteger y conservar las aguas, previniendo la contaminación, dictando normas y adoptando medidas y comprometiéndose a no disminuir en los respectivos ordenamientos jurídicos, las exigencias técnicas para prevenir la contaminación y las sanciones a los infractores. Por otra parte, se prohíbe a texto expreso el vertimiento de hidrocarburos.

H.2.2. Tratados no fluviales

Varios tratados internacionales se ocupan de la conservación y utilización sostenible de cuencas fluviales; y por ello, tienen relación con la gestión de caudales ambientales.
La **Convención Ramsar**[14] trata de asegurar la utilización sabia de todos los humedales y establece la conservación más rigurosa de aquellos humedales enumerados en la Lista de Humedales de Importancia Internacional. El énfasis inicial consistió en la protección de aves acuáticas ampliando luego a otras especies y se considera la importancia de los humedales en la mejora de la gestión hídrica[15].

A través de dicho Tratado, **"las Partes contratantes deberán elaborar y aplicar sus planes de acondicionamiento de manera de favorecer la conservación de las zonas húmedas inscritas ...",** asumiéndose así la obligación en términos de planificación para la conservación.

Convenio Sobre Diversidad Biológica. Este instrumento[16] plantea como objetivo general **la conservación de la diversidad biológica, el manejo sostenible y la utilización equitativa de sus productos.** Posteriormente realiza una minuciosa definición de términos relativos a biodiversidad y conservación. Define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos

[13] Se suscribió el 19 de noviembre de 1973 y se aprobó por Decreto-Ley 14145 de 25 de enero de 1974.
[14] Dicho Tratado fue aprobado por nuestro país a través del Decreto Ley. Ley 15.337

[15] Durante la Octava Conferencia de las Partes de la Convención RAMSAR las partes adoptaron directrices para la asignación y gestión de agua para sustentar las funciones ecológicas de los humedales. La resolución reconoce la diversidad de servicios que pueden proporcionar los humedales y la necesidad de asignar agua para el mantenimiento de su carácter ecológico natural. Aunque dichas directrices no son obligatorias, sí animan a las partes a introducir medidas para gestionar los caudales ambientales.

[16] La Convención ha sido ratificada por Ley 16.408.

de los que forman parte, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Asimismo, se asumen obligaciones de utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica, la investigación y capacitación, así como también la obligación de evaluar los impactos y reducir al mínimo los impactos adversos.

En materia de caudales ambientales, revisten especial importancia las estipulaciones *in situ* reguladas en el artículo 8. Así, las partes asumen la obligación de establecer en la medida de lo posible y según proceda: un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica; reglamentar los recursos biológicos importantes para la conservación de la diversidad biológica, ya sea dentro o fuera de las áreas protegidas, para garantizar su conservación y utilización sostenible; promover la protección de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales; promover un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en zonas adyacentes a áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de esas zonas; rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados, la recuperación de especies amenazadas; establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilizaciones actuales con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes; entre otras.

H.2.3. Comentarios sobre los tratados internacionales

De los instrumentos internacionales analizados en el presente capítulo se desprende la preocupación de nuestro país de regular los recursos hídricos compartidos desde una óptica territorial y ecosistémica.

En este sentido, se debe señalar que tanto el Tratado de la Cuenca del Plata como el de la Laguna Merín mencionan directamente la Cuenca, como escenario de gestión del los recursos hídricos implicados. Por su parte, el Estatuto del Río Uruguay refiere al "área de influencia" del Río.

Asimismo, surge una preocupación por la regulación de los usos de forma "equitativa", "racional", a los efectos de "evitar la alteración del equilibrio ecológico" y de la cantidad y calidad de las aguas.

Finalmente, se debe señalar que en el tratado de la Laguna Merín se consagra a texto expreso como propósito de las acciones nacionales y binacionales **la regulación de caudales**.

Con respecto a los tratados no fluviales, se debe destacar la importancia de la Convención Ramsar y la Convención sobre la Diversidad Biológica que se ocupan de la conservación y utilización sostenible de las cuencas fluviales como parte de un enfoque más amplio.

Así, la Convención Ramsar pone en valor la función de los humedales para la mejora de la gestión hídrica y establece la conservación más rigurosa de aquellos humedales que integran la Lista de Humedales de Importancia Internacional como los Bañados del Este en nuestro país.

Con respecto a la Convención sobre la Diversidad Biológica consagra la necesidad de integrar la diversidad biológica a planes, programas y políticas trans-sectoriales. En

nuestro país, los compromisos asumidos en el presente tratado dieron lugar a la creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que se analizará en el capítulo correspondiente.-

H.3. Marco jurídico nacional

H.3.1. Constitución

Nuestra **Constitución** se ocupa a texto expreso de la protección al ambiente y el agua, consagrando en este último caso principios de abordaje de la política nacional de aguas. En este sentido, el artículo 47 de nuestra Constitución dispone que "*la protección del medio ambiente es de interés general*" y que "*las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves al medio ambiente*".

La consideración de la protección del medio ambiente como de interés general implica que atañe a toda la comunidad, y por tanto puede llegar a limitar derechos fundamentales reconocidos por la Constitución, como el de propiedad, trabajo o libre comercio o industria (Art. 7 Constitución).

Por otra, parte se consagra el deber de no hacer al prohibir a las personas depredar, destruir o contaminar el ambiente[17]. El inciso 2 del artículo 47 de la Constitución de la República establece los aspectos básicos y el perfil que deben asumir las políticas de gestión del patrimonio hídrico nacional.

Así, luego de consagrar el recurso agua como un elemento esencial para la vida y el acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano fundamental, establece que la política nacional en la materia deberá basarse en: a) el ordenamiento del territorio, conservación, protección y restauración del medio ambiente[18], b) la gestión sustentable –esto es solidaria con las generaciones futuras- y la preservación del ciclo hidrológico, conceptos ambos que constituyen asuntos de interés general[19], c) la participación de la sociedad civil en todas las etapas de planificación, gestión y control de recursos hídricos[20], d) se consagra a la cuenca hidrográfica como la unidad básica de gestión del recurso[21], e) el abastecimiento de agua potable a poblaciones como la primera prioridad de uso, debiéndose establecerse por regiones, cuencas o sub cuencas, la preferencia de los restantes usos[22], f) las razones de orden social deberán primar sobre las económicas en relación a la prestación del servicio de agua potable y saneamiento[23].

---

[17] Destruir se define comúnmente como deshacer, arruinar y asolar una cosa material, inutilizándola en forma inmediata. Depredación tiene un significado más preciso con respecto a lo ambiental, introduciendo un concepto más cercano como el del desarrollo sustentable, puesto que se vincula al uso o explotación de la naturaleza, sin el cuidado de renovar o de tal forma que se habilite la renovación, de lo usado o extraído". Se considerará contaminación toda aquella que supere los límites o prohibiciones que han sido identificados por sus efectos negativos o nocivos, es decir por su gravedad. Corresponderá a la norma y a la actividad administrativa –eventualmente al juez- identificar la gravedad de la contaminación a estos efectos (Cousillas 1997).

[18] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal a)
[19] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal b)
[20] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal b)
[21] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal b)
[22] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal c)
[23] Véase artículo 47 de la Constitución, inciso 2do numeral 1) literal d)

H.3.2. Ley sobre Políticas Nacional de Agua (PNA)

Ley No. 18.610 reglamenta el inciso 2 del artículo 47 de la Constitución y establece los principios rectores de la Política Nacional de Aguas. En síntesis, y en consonancia con las normas constitucionales, la PNA se estructura en función de tres conceptos que se encuentran estrechamente relacionados:

1. la *cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los recursos hídricos*, así como también para las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable. Se entiende por cuenca hidrográfica la delimitación del terreno que recoge todas las aguas que confluyen hacia una desembocadura común[24] (Art. 20 inc. 2).

Como corolario de este enunciado, se establece a texto expreso que los instrumentos de la PNA deberán tomar como criterio la cuenca hidrográfica, los múltiples usos del agua y los diferentes requerimientos para cada uso (Art. 9). Asimismo, se regula la existencia de Comisiones de Cuencas con el cometido de efectuar la gestión local de los recursos naturales (Art. 29).

2. la *gestión integrada de recursos hídricos* debiendo contemplar aspectos sociales, económicos y ambientales. Se establece como asuntos de interés general la gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico y como criterios rectores del acceso y utilización del agua los conceptos de equidad, asequibilidad, solidaridad y sustentabilidad.

El abastecimiento del agua potable a la población es la principal prioridad del uso de los recursos hídricos, siendo los demás usos determinables teniendo en cuenta prioridades que se establezcan en las regiones, cuencas hidrográficas y acuíferos.

Conforme al artículo 11, el objetivo de la gestión de RH es el uso de los mismos de manera ambientalmente sustentable[25] y contemplará la variabilidad climática y las situaciones de eventos extremos con la finalidad de mitigar los impactos negativos en especial sobre las poblaciones.

En el artículo 12 se expresa que los recursos hídricos se gestionarán de forma integrada, asegurando la evaluación, administración, uso y control de las aguas superficiales y subterráneas en un sentido cualitativo y cuantitativo, con una visión multidisciplinaria y multi objetiva, orientada a satisfacer necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.

[24] El concepto de CUENCA HIDROGRÁFICA se encuentra estrechamente relacionado al de CICLO HIDROLÓGICO el cual es definido por artículo 20 inc. 3 "*proceso continuo de circulación del agua en un espacio que se extiende hacia la atmósfera y por debajo de la corteza terrestre. Se pueden distinguir tres fases: el agua oceánica de mares y océanos, el agua atmosférica en forma de humedad del aire y nubes y el agua continental en su forma superficial, subterránea y como humedad del suelo*".

[25] A los efectos de la ley, se entiende por sustentable la condición del sistema ambiental en el momento de producción, renovación y movilización de sustancias o elementos de la naturaleza que minimiza la generación de procesos de degradación presentes y futuros.

3. La *participación*[26] *de la sociedad civil* en todas las instancias de planificación, gestión y control. Se consagra a texto expreso, el derecho de los usuarios y la sociedad civil de participar de manera efectiva y real en la formulación, implementación y evaluación de los planes y de las políticas que se establezcan.

Y asimismo, se prevé la integración de los usuarios en los distintos organismos de gestión: Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio, Consejos Regionales de Recursos Hídricos y Comisiones de Cuencas y Acuíferos.
Por otra parte, se establece que los usuarios cuyas actividades afectan el ciclo hidrológico deberán realizar mediciones en cantidad y calidad y entregarlas a la autoridad nacional competente (Articulo 22).

Conforme al artículo 7, toda persona deberá abstenerse de provocar impactos ambientales negativo o nocivos en los recursos hídricos, adoptando las medidas de prevención y precaución necesaria; norma que se complementa con lo expuesto en el artículo 8 literal d) al establecer que la afectación de los recursos hídricos, en cuanto a cantidad y calidad, hará incurrir en responsabilidad a quienes lo provoquen.

Se observa claramente, que la normativa citada posiciona a los actores territoriales en un lugar estratégico en materia de gestión de los recursos hídricos concediéndoles importantes derechos pero a su vez obligaciones considerables.

Se regula a texto expreso, instrumentos de índole jurídica, económica y social para implementar la PNA. Estos son: la planificación de carácter obligatorio, el ordenamiento territorial, la delimitación de áreas protegidas, promoción de la investigación científica y tecnológica, el sistema nacional de información hídrica, las sanciones, incentivos de cualquier naturaleza para el uso sustentable y el cobro por el uso conforme a lo establecido en el Código de Aguas (artículo 3 numeral 5).

Actualmente, se encuentra en proceso de elaboración *el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos*, concebido por la DINAGUA como la principal herramienta para desarrollar la política nacional de aguas y se encuentra en consonancia con las propuestas realizadas por el MVOTMA en el PNRCC.

H.3.3. Código de Aguas.

El artículo 4 del Código Aguas (Decreto nº 14.859 de 1978, modificado por Ley 15903 de 1987) introduce la dimensión ambiental en la legislación hídrica marcando su preocupación por preservar la calidad del agua y evitar que su uso produzca efectos nocivos que puedan alterar el equilibrio ecológico de la fauna y la flora, dañar el ambiente natural o modificar el régimen pluvial (Guerra 2004).

En su artículo 5, se establecen criterios cuantitativos para la fijación y dotación de aguas tales como el régimen hidrológico, la capacidad de retención de embalses reguladores, el volumen disponible de agua y los requerimientos de cada aprovechamiento. Asimismo,

[26] A los efectos de la ley, se entiende por participación el proceso democrático mediante el cual los usuarios y la sociedad civil devienen en actores fundamentales en cuanto a la planificación, gestión y control de los recursos hídricos, ambiente y territorio (Art. 18).

establece que al fijar o reajustar la capacidad de retención de dichos embalses, procurará establecer la máxima utilización compatible con los recursos hidrológicos de la cuenca.

El artículo 144, por su parte, aborda la temática de la contaminación producida por las sustancias tóxicas o nocivas a la salud humana o animal al disponer que: "*queda prohibido introducir en las aguas o colocar en lugares desde los cuales puedan derivar hacia ellas, sustancias, materiales o energía susceptibles de poner en peligro la salud, deteriorar el medio ambiente o provocar daños*"; Asimismo, se comete a los organismos públicos la adopción de las providencias y la aplicación de las medidas necesarias para impedirlo, las que deberán ser conformes a los Tratados Internacionales aplicables. Este régimen prohibitivo se aplica por igual a las aguas superficiales como las subterráneas (Mantero de San Vicente & Cabral 1995).

El artículo 145, faculta a la autoridad competente (MVOTMA) a permitir dichas actividades cuando el cuerpo receptor permita los procesos naturales de regeneración o cuando el interés público en hacerlo, sea superior al de la conservación de las aguas, estableciendo siempre límites máximos de afectación (art. 146). Véase análisis de Decreto 253/79 en el literal D del presente informe.

Por otra parte, el Código de Aguas regula un sistema sólido y claro de asignación del derecho de aprovechamiento del recurso.

H.3.4. Otras normas relativas a recursos hídricos

Contaminación

El Decreto 253/79 tiene por objeto prevenir la contaminación ambiental de todos los cursos de aguas del país, sin perjuicio de lo que resulte de las normas de derecho internacional y leyes especiales.

A tales efectos, se clasifican los cursos de aguas según sus usos preponderantes en cuatro clases: Clase I, Clase II: comprende las aguas destinadas al riego de productos agrícolas que se consumen en forma natural, cuando son usadas a través de sistema de riego que mojan el producto, Clase III: las aguas para riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural, se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto, Clase IV: el riego de cultivos cuyos productos no están destinadas a ninguna forma al consumo humano.

En base a la clasificación expuesta, la normativa establece los estándares o patrones de calidad de estos cuerpos, tomando en cuenta parámetros físico-químicos o biológicos de tipo numérico o narrativo, los que deberían permitir detectar cuando un cuerpo de agua no cumple con los requerimientos necesarios para su uso predominante, haciéndose necesario entonces, el establecimiento de programas de recuperación ambiental.

Ley General de Protección del Medio Ambiente

El concepto amplio de ambiente contemplado por la constitución fue ratificado por la Ley General de Protección del Ambiente. La Ley 17.283 año 2000, en lo que al tema de las bases de la política de recursos hídricos importa, declaró de interés general, de conformidad con lo establecido en el artículo 47 de la Constitución de la República a la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje; la conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa; la

protección de los recursos ambientales compartidos y de los ubicados fuera de las zonas sometidas a jurisdicciones nacionales; la formulación, instrumentación y aplicación de la política nacional ambiental y de desarrollo sostenible.

A los efectos de la presente ley se entiende por desarrollo sostenible "aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (art. 1°). De esta manera, el enfoque planificador y ecológico que la doctrina describió en el Código de Aguas, se hace pleno para la política de recursos naturales e hídricos, bajo la luz del derecho ambiental y de desarrollo sostenible.

La Ley General de Protección del Ambiente incorpora la calidad del agua a la materia ambiental constitucionalmente protegida, y todo el ordenamiento normativo. Desde el Código de Aguas a las sucesivas leyes regulatorias deben integrarse en el enfoque de desarrollo sostenible, que en dicha ley establece los principios de política ambiental (art. 6°), los instrumentos de gestión (art. 7°), las coordinaciones y relaciones institucionales y orgánicas.

Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley 16466 de fecha 19 de enero de 1994 y Decreto Reglamentario 349/2005 regula la Evaluación de Impacto Ambiental. Aunque contiene algunas disposiciones genéricas de la protección del ambiente, específicamente está destinada a establecer un régimen nacional de evaluación del impacto ambiental.

Esta ley es la primer ley ambiental de nuestro país y declara de interés general (Art. 1) la protección del ambiente y el deber de las personas de abstención (Art. 3), principio que luego es recogido por la Constitución.

Previene acerca del impacto ambiental negativo o nocivo, al que considera como "*toda alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio ambiente, causado por cualquier forma de materia o energía resultante de las actividades humanas, que directa o indirectamente, perjudiquen o dañen"…"la configuración, calidad y diversidad de los recursos naturales"* (artículo 2 numeral 3).

A estos efectos dispone que una serie de actividades, construcciones u obras para la explotación o regulación de recursos hídricos y aquellas que se realicen dentro de la faja de defensa de costas quedan sometidas a una autorización ambiental previa (artículo 7), como construcción de represas, construcción de canales, acueductos, estaciones de bombeo que se utilicen para riego, instalación de tomas de agua, dependiendo de la capacidad y cantidad, dragado de cursos y cuerpos de agua, construcción de muelles, escolleras y espigones.

Sistema Nacional de Áreas Protegidas

Por Ley 17234 de fecha 22 de febrero de 2000 se crea el SNAP[27] y su decreto reglamentario 52/2005. Constituyen los instrumentos de aplicación de políticas y planes nacionales de protección ambiental. Entre los objetivos específicos del SNAP se prevé no

[27] Se definen como "*el conjunto de áreas naturales del territorio…representativas de los ecosistemas del país que por sus valores ambientales, históricos, culturales y paisajísticos singulares, merecen ser preservados como patrimonio de la nación, aún cuando las mismas hubieren sido transformadas por el hombre".*

solo la protección de la diversidad biológica y los ecosistemas, sino también evitar el deterioro de las cuencas hidrográficas de modo de asegurar la cantidad y calidad de las aguas, facultando al Poder Ejecutivo a propuesta del MVOTMA a establecer limitaciones o prohibiciones respecto de las actividades que se realicen en las áreas comprendidas dentro del Sistema y zonas adyacentes, en lo relativo –entre otros- al desarrollo de aprovechamientos productivos tradicionales o no, que por su naturaleza, intensidad o modalidad, conllevan a la alteración de las características ambientales del área (literal H); o los aprovechamientos y el uso del agua que puedan resultar en una alteración del régimen hídrico natural que tengan incidencia dentro de un área natural protegida (literal I)

Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible
El artículo 47 de la Constitución dispone a texto expreso y de forma imperativa que la política nacional de aguas y saneamiento se basará en el ordenamiento del territorio, protección del medio ambiente, la restauración de la naturaleza y en el reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de gestión de dichas políticas.

El citado precepto, ha sido ratificado por su ley reglamentaria 18.610, al consagrar como principio rector el reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los recursos hídricos, en las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable.

Por su parte, la ley 18.308, de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (en adelante *"LOTDS"*), establece un ordenamiento jurídico-institucional específico sobre la actividad de ordenamiento del territorio, consagrándola como **cometido esencial** del Estado. A la luz del art. 3 de la LOTDS se concibe el ordenamiento del territorio, como **la organización de sus usos, con la finalidad de mantener y mejorar** (a) la calidad de vida de la población, (b) la integración social del territorio, y (c) **el uso y aprovechamiento ambientalmente sustentable y democrático de recursos naturales y culturales.**

Por otra parte, consagra como **materia** del ordenamiento territorial –entre otros- la definición de estratégicas de desarrollo sostenible, uso y manejo del territorio en función de objetivos sociales, económicos, ecológicos a través de la planificación y la identificación de áreas bajo régimen de administración especial de protección por su interés ecológico, patrimonial, paisajístico, cultural y de conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Toda actividad[28] de ordenamiento territorial deberá ceñirse a los **principios rectores** señalados en el artículo 5, entre los que se destacan a los efectos del presente informe: la **planificación ambientalmente sustentable, con equidad social y cohesión territorial**, el desarrollo de objetivos estratégicos y de contenido social y económico solidarios, que resulten compatibles con la conservación de los recursos naturales y el patrimonio cultural y la protección de los espacios de interés productivo rural, la tutela y valorización del **patrimonio cultural** entendiéndose por tal el "conjunto de bienes en el territorio a los que se atribuyen valores de interés ambiental, científico, educativo, histórico, arqueológico, arquitectónico o turístico, referidos al medio natural y la diversidad biológica, unidades de paisaje…", y finalmente la promoción de la

[28] Por actividad deberá entenderse no solo la confección de los instrumentos correspondientes sino además su interpretación y aplicación.

participación ciudadana en los procesos de elaboración, implementación y seguimiento, evaluación y revisión de los instrumentos que regulen dicha materia.

A partir de la sanción de la LOTDS, la construcción y gestión del desarrollo sostenible ha quedado indisociablemente ligada al ordenamiento del territorio. **En efecto,** la LOTDS establece que los instrumentos de ordenamiento territorial deberán garantizar la sostenibilidad ambiental, incorporando así este valor como elemento imprescindible en la labor de planificación del conjunto de acciones sobre el territorio.

La planificación y gestión de los recursos hídricos ratifica con esta ley, su dimensión territorial en la medida en que la actividad de ordenación del territorio es definida como la organización de sus usos a los efectos de garantizar el aprovechamiento ambientalmente sustentable y democrático de recursos naturales y culturales, la equidad social y la mejora de la calidad de vida de la población**.**

H.3.5. Competencias, gran dilema

El Art. 6º Ley PNA 18610 establece que corresponde al MVOTMA proponer al Poder Ejecutivo la Política Nacional de Agua, que tendrá como principios, entre otros, el reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los recursos hídricos. Con la intención de avanzar en la gestión sustentable por cuencas e integrada en el ciclo hidrológico, según dispone el art. 47 de la Constitución, esta ley crea el **Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio (CNAAT),** bajo la presidencia del MVOTMA y la vicepresidencia se ejercerá anualmente y en forma alternada por el MGAP, MIEM y MDN a través de las unidades que tienen competencias en biodiversidad, agua, suelo, energía y meteorología. Tendrán por cometidos la **elaboración de las directrices nacionales en agua, ambiente y territorio, de las que formarán parte los planes nacionales**. Por otra parte se crean también los **Consejos Regionales de Recursos Hídricos (CRRH)**, bajo la órbita del MVOTMA, compete **planificar y deliberar sobre todos los temas relativos al agua en la región, en particular lo atinente a la formulación de planes regionales de recursos hídricos.** El carácter transfronterizo de los recursos hídricos determina tres regiones hidrográficas que cubren la totalidad del territorio: río Uruguay, laguna Merín y Río de la Plata y su frente marítimo. El Poder Ejecutivo regulará las funciones de estos consejos sobre la base de la coordinación administrativa. Los CRRH promoverán y coordinarán la formación de **comisiones de cuencas y de acuíferos** que permitan dar sustentabilidad a la gestión local de los recursos naturales y administrar los potenciales conflictos por su uso. Dichas comisiones funcionarán como asesoras de los Consejos Regionales y su integración asegurará una representatividad amplia de los actores locales con presencia activa en el territorio.

Con respecto a las competencias de los gobiernos departamentales contamos con una regulación jurídica genérica del Art. 275 núm. 9 de la Constitución por lo cual compete al Intendente "Velar por la salud pública". La Ley Orgánica Municipal (LOM) No. 9515 de 1935 es fundamental en cuanto a la regulación municipal del Medio Ambiente. Aunque la ley no concibe al medio ambiente en su concepción holística, atribuye en forma expresa a los órganos departamentales competencia en materia ambiental. Estas competencias son sin perjuicio de la competencia que corresponda a las autoridades nacionales (Competencias compartidas).

La reciente Ley de Descentralización Territorial y Participación Ciudadana, No. 18567 del 2009 en su Art. 6. Establece que es MATERIA DEPARTAMENTAL la .protección del Ambiente y el Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales dentro de su Jurisdicción.

En particular, en cuanto a las competencias en la gestión integrada de los recursos hídricos consideramos que esta ley no soluciona la dispersión de facultades entre los distintos organismos públicos y su problema en la coordinación (MVOTMA, MTOP, MGAP, OSE[29], GOBIERNOS DEPARTAMENTALES[30]). Siguen existiendo varios organismos nacionales y departamentales competentes en la gestión de los recursos hídricos que actúan en distintos ámbitos y con distintas responsabilidades.

La LGPA establece que le compete al MVOTMA todas las competencias ambientales aún sectoriales que no se encuentren asignadas a otra autoridad. Por tanto, según nuestra opinión las competencias concernientes al recurso agua, incluso cuando su uso sea para fines productivos debería centralizarse en el MVOTMA, sin perjuicio de solicitar el asesoramiento del MGAP, ya que la conservación y preservación del recurso es constitucionalmente superior a los fines productivistas. Se debería reglamentar esta ley y establecer claramente cuáles son los cometidos de los Consejos y su coordinación con el resto de los Ministerios, lo mismo con la Comisiones de Cuenca a efectos de compatibilizar y coordinar con los gobiernos departamentales.
La modernización en la gobernanza de este recurso no se traduce en la ampliación de esta dispersión de competencias sino en el sentido de construir autoridades de gestión de agua, que tiendan a "juntar el agua tal como es, un solo elemento."[31]

Por otra parte, también debemos integrar a este análisis la nueva LOTDS la cual obliga a enmarcar en Instrumentos de Planificación buena parte de los usos, obras y emprendimientos que antes se autorizaban caso a caso por diversas instancias: Intendente, Junta Departamental, DINAMA, RENARE. Estos instrumentos deben ser elaborados siguiendo un proceso abierto a múltiples actores: instituciones locales y nacionales, población en general, técnicos de diferentes disciplinas. ….La Planificación contemporánea, la Prospectiva y la EAE pasan a ser áreas de conocimiento insoslayable[32].

H.3.6. Comentarios sobre la normativa nacional

A la luz de los conceptos de caudal ambiental manejados en la sección B del presente informe y del contenido de la interpretación sistemática de la normativa analizada en los Capítulos subsiguientes, nos encontramos en condiciones de afirmar que Uruguay cuenta

[29] Abastecimiento de agua potable y servicio de saneamiento.
[30] LOM art.35 Ley 9515 y art. 4 Código de Aguas. El primero establece que es cometido de las Intendencias velar por la conservación de playas, marítimas y fluviales, así como de los pasos y calzadas de ríos y arroyos, "haciendo y disponiendo que se hagan las plantaciones destinadas a defender los terrenos de la invasión de las arenas y sanear las playas y defender las costas… evitando la destrucción de las zonas boscosas situadas en terrenos ribereños o adyacentes de propiedad municipal que por su conformación hermoseen las costas o resulten defensivos para la conservación de playas[30]". Ver Num 24 art 35 LOM

[31] AUTORIDADES AUTONOMAS DE CUENCAS Marcel Achkar Programa Uruguay Sustentable Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio. Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias. UdelaR Agosto 2002
[32] Sistema de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible", Ricardo Gorosito y Pablo Ligrone, LA LEY, Uruguay, 2009, pág.163.

con un marco jurídico adecuado para incorporar el concepto de caudal ambiental que se maneja en la presente consultoría.

Existe un claro mandato constitucional de planificar, gestionar y controlar los recursos hídricos desde una dimensión ambiental. A texto expreso, se establece que la política nacional de aguas deberá basarse en la protección del medio ambiente y restauración de la naturaleza como herramientas ineludibles y de forma sustentable. La protección y conservación de los recursos naturales, en este caso el recurso agua, es declarado de interés general, que o sea que tiene interés superior a los intereses particulares como el de propiedad, comercios, industria, etc. Primando en caso de conflicto el primero sobre el segundo.

Por otra parte, se establece que la unidad básica de gestión deberá ser el de cuenca hidrográfica y asegura la participación activa de la sociedad civil en todas las etapas de planificación, gestión y control de recursos hídricos.

En cuanto a los usos del agua, existen dos preceptos constitucionales que deberán ser tenidos en cuenta a los efectos de la regulación: el abastecimiento de agua potable a poblaciones como la primera prioridad de uso, y la primacía de razones de orden social por sobre las económicas.

Tales conceptos de protección constitucional son ratificados y ampliados por la Ley de Política Nacional de Aguas (No. 18610) y se encuadran en el paradigma de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Asimismo, se encuentran en total consonancia con la normativa fluvial y ambiental preexistente.

La normativa nacional preexistente a la LPNA (2010) y la reforma constitucional (2004), en materia de aguas y medio ambiente, no contraría tales enunciados. Muy por el contrario, los consolida y complementa.

Asimismo, se debe destacar que nuestro sistema jurídico establece un sistema sólido de asignación de los derechos de aprovechamiento del agua.

I. RESULTADOS DEL TALLER CON ACTORES NACIONALES

En el día 16 de noviembre de 2011 se realizó un taller de devolución de los resultados obtenidos a los actores nacionales y locales entrevistados durante el proyecto y a otros actores relacionados con la temática.

El taller fue inaugurado por el Director actual de la DINAGUA Ing. Daniel González, por el Dr. Diego Martino de PNUMA y el Presidente de Vida Silvestre Uruguay Ing. Agr. Oscar Blumetto. Se preveía la participación del Director de DINAMA Arq. Jorge Rucks pero por cuestiones de agenda debió cancelar su asistencia.

El taller contó con la participación de 27 asistentes de muy diversas instituciones (Tabla 33), tanto estatales como empresariales, universitarias y de la sociedad civil, sumado a los 9 integrantes del grupo de trabajo. En especial se destacó la presencia de varias empresas de producción agropecuaria y lechera, así como de consultoras. Entre los delegados de instituciones nacionales se encontraron DINAMA, DINAGUA, UTE, OSE, Intendencia de Maldonado, Dirección Nacional de Energía, entre otras.

La presentación de los resultados tomó aproximadamente una hora y posteriormente se abrió una ronda de preguntas y comentarios, los cuales se describen a continuación. Cabe resaltar que en las intervenciones se destacó el trabajo interdisciplinario y los aportes alcanzados en el proyecto como base para avanzar en la temática de caudales ambientales en el país.

Hubo preguntas concretas sobre aspectos metodológicos en la aplicación de caudales ambientales. A continuación se expresa la pregunta o comentario realizado por los participantes y la respuesta por parte del equipo del proyecto.

- *Se consideran los vertidos de efluentes como modificación de caudal ambiental sobre los sistemas acuáticos.* En la bibliografía hay casos que además de tomar en cuenta la extracción también evalúan los vertidos.

- *Elección de especies de peces utilizadas y cuáles otras especies de peces pueden ser relevantes usar como modelo.* Las especies de peces utilizadas en el trabajo fueron seleccionadas por los especialistas por su amplia distribución y por ser predador tope, aunque no son tan sensibles a la disminución de calidad de agua. Las curvas de preferencia de hábitat para especies de peces utilizadas son teóricas y fueron armadas por especialistas. Los resultados van a depender de la especie seleccionada. Se resalta la falta de información sobre preferencia de hábitat para los organismos acuáticos. Sería necesario trabajar a nivel de comunidad para contemplar los requerimientos y desarrollar investigación que incorpore variables ecológicas e hidrológicas.

- *Cuán representada está la variabilidad climática, época seca y crecidas, especialmente con la variación que existe en el país. Qué elementos hay que tomar en cuenta para el manejo del agua, a nivel de calidad, parece más claro pero en cantidad varía con el régimen y cambio climático.* Para los cálculos hidrológicos se considera una serie de datos de larga data. En particular los métodos del régimen hidrológico completo ofrecen resultados que consideran dicha variación. Se podría realizar una modelación hidrológica e incorporar al análisis

un escenario de cambio climático. Además hay que considerar que para la aplicación en sistemas costeros habría que hacer una adaptación hidrodinámica.

- *Posible efecto de la forestación en el caudal ambiental debería ser considerado.* Habría que evaluar y cuantificar el impacto en el caudal del cambio de uso del suelo en la cuenca. Existe una línea de investigación en hidrología forestal entre Facultad de Ingeniería y Facultad de Agronomía que analiza el impacto en agua y suelo de la producción de *Eucaliptus sp*.

Se plantearon aportes para la aplicación de caudales ambientales en el país:

- *Necesidad de definir la cantidad y calidad de agua, las especies indicadoras y los métodos de caudales ambientales más adecuados para aplicar.* En el trabajo se plantea una aplicación como caja de herramientas, de forma de decidir cual método elegir en función de la situación planteada. Es necesario establecer indicadores hidrológicos y ecológicos para lo cual se requiere desarrollar líneas de investigación. También pueden llevarse a cabo actividades de bajo costo como revisiones bibliográficas de las aplicaciones de los diferentes métodos y talleres entre hidrólogos y ecólogos para afinar la metodología.

- *Existen dificultadas y discrepancias en las mediciones de caudales mínimos, por lo que hay que avanzar en mejorar la medición.*

- *Regionalización en base a la morfología de los cursos de agua (ej. permanencia de agua).* Además, s*ería importante diferenciar entre tramos del río según si es una obra hidráulica de vertido libre o vertido controlado.* Aun no se puede establecer valores de caudales ambientales por regiones generales. Previamente habría que revisar muestras de caudales mínimos y avanzar en el vínculo entre métodos hidrológicos y los requerimientos de los ecosistemas. En el caso de armar una regionalización se podrían aprovechar los avances en experiencias que están trabajando en la ecoregionalización del país. Se podría abordar de dos formas complementarias por medio de una regionalización general y por casos puntuales. Habría que aplicar la metodología a casos piloto abarcando la heterogeneidad espacial en diferentes escalas (tramo, orden y cuenca).

Tabla 33. Lista de participantes al Taller Caudales Ambientales.

Nombre /Apellido	Institución	Correo electrónico
Raúl Camejo	CONAPROLE	rcamejo@conaprole.com.uy
Thierry Rabau	AFDEA	oyaviere@adinet.com.uy
Daniel de Álava	CURE, Centro MCISur	daniel.dealava@gmail.com
Gabriel Yorda	DINAMA	gabriel.yorda@dinama.gub.uy
Ana de Armas	Forestal Oriental	ana.dearmas@upm.com
Florencia Rachetti	Geradu Laisa	florencia.rachetti@gerdau.com
Guillermo Failache	UTE	gfailache@ute.com.uy
Gabriela Jorge	estudiante	gabriela.t.jorge@gmail.com
Ximena Lagos	MCISur	xialami@gmail.com
Daniel Fabián	F. de Ciencias	fabian@fcien.edu.uy
Rafael Bernardi	PNUD	bernardirafael@gmail.com
Cecilia Emanueli	CSI Ingenieros	cemanueli@csi.com.uy
Eugenio Lorenzo	DINAMA	eugenio.lorenzo@dinama.gub.uy
Lucía Matteo	GLUP	lucia2978@gmail.com
Inés Fuentes	OSE	ifuentes@ose.com.uy
Emma Fierro	OSE	efierro@ose.com.uy
Virginia Echinope	DNE	virginiaechinope@dne.miem.gub.uy
Griselda Castagnino	Particular/OSE	Griselda.castagnino@gmail.com
Rafael Arocena	F. Ciencias	rafaelarocena37@gmail.com
Lizet De León	DINAMA/ F. Ciencias	lizetdl@gmail.com
Mary Araújo	IMMaldonado	dghigiene@maldonado.gub.uy
Rodolfo Chao	DINAGUA	rchao@mvotma.gub.uy
Daniel González	DINAGUA	dgonzalez@mvotma.gub.uy
Ignacio Lorenzo	SNRCC - AECID	ignacio.ucc@gmail.com
Diego Martino	PNUMA	diegomartinouruguay@gmail.com
Valeria Pérez	DINAMA	valeria.perez@dinama.gub.uy
Oscar Blumetto	Vida Silvestre	blumetto@inia.org.uy

J. CONCLUSIONES

La organización de seminarios de discusión de aspectos conceptuales y de los avances de resultados permitió una rápida integración de los técnicos del equipo de trabajo, los que en su mayoría no se conocían entre sí y provenían de disciplinas muy diferentes. Asimismo, la integración de técnicos de diferentes Direcciones del MVOTMA (DINAMA y DINAGUA) a los seminarios del equipo de trabajo y a algunas instancias de presentación de avances permitió discusiones interdisciplinarias e interinstitucionales enriquecedoras, ayudando a moverse de lo conceptual a las necesidades de gestión, a la vez que discutir la necesidad de avanzar en el manejo de los sistemas acuáticos para aplicar aspectos conceptuales clave. Pensamos que esta integración fue una de las mayores fortalezas del proyecto, lo que se vio reflejado en los resultados y en las recomendaciones.

J.1. Comparación de las tres metodologías empleadas

Como se observa en la Tabla 34 las metodologías disponibles presentan diferentes ventajas y desventajas. Los métodos hidrológicos e hidrodinámicos presentan las ventajas de un bajo costo y bajos requerimientos de información que para el país se encuentra disponible de manera aceptable. Además, existen recursos humanos en el país capaces de aplicarlos incluso en ministerios e intendencias

El método de régimen hidrológico presenta ventajas adicionales porque tiene mayor relación con el funcionamiento ecológico de los sistemas, aunque se necesita validar dichas relaciones tanto a nivel mundial y más específicamente a nivel nacional, así como también a nivel de cada caso de estudio. Permite incorporar necesidades de uso del recurso a la modelación y por tanto facilita la evaluación de los impactos de dicho manejo. Por ejemplo, permite analizar cómo cambia el régimen hidrológico si se aumenta la extracción de agua e inferir cómo esos cambios pueden afectar el funcionamiento ecológico del sistema. Por tanto, implica un mayor grado de interdisciplinariedad y también de generación de inferencias sobre los posibles impactos de los cambios. Este método tiene la ventaja de ser relativamente barato y de que existe capacidad técnica instalada para aplicarlos (o al menos sería fácilmente abordado por el trabajo integrado de varios profesionales independientes e incluso a técnicos de ministerios e intendencias).

Los métodos eco-hidráulicos representan un desafío mayor porque requieren mayor cantidad de información de campo para cada caso, y por tanto tienen mayor costo. La capacidad técnica del país no emplea habitualmente estos métodos pero entendemos que existen ecólogos e ingenieros que podrían interactuar en grupos interdisciplinarios y aplicarlas rápidamente, aunque estaría más restringido a instituciones de investigación y menos a nivel de profesionales independientes o ministerios. Una de las mayores ventajas del método es que se relaciona directamente con el funcionamiento ecológico de los sistemas, por lo que el resultado obtenido asegura de alguna manera el mantenimiento de una buena condición del ecosistema. Sin embargo, una de las mayores desventajas es que genera un valor único de caudal. Esto no es apropiado para los ríos de planicie, cuyo funcionamiento depende de la variabilidad hidrológica, por lo que su aplicación debería ser acompañada al menos del método de régimen de caudales o adaptado a las características de los ríos de Uruguay.

Los métodos holísticos, en particular el método DRIFT, tienen ventajas destacables como por ejemplo la integración de aspectos hidrológicos, ecológicos y socioeconómicos, lo que permite analizar la problemática de cambios en el uso del recurso globalmente y no sesgada únicamente a algunos aspectos del problema. Presenta la desventaja que requiere mucha información y, debido a la incertidumbre de muchos de los procesos ecosistémicos y socioeconómicos, requiere una alto grado de inferencias o suposiciones de parte de expertos. Asociado a esto, el costo de implementar estos métodos es muy elevado. Entre las ventajas adicionales de estos métodos se encuentra la consideración del régimen hidrológico. Aunque no con el detalle del método de régimen hidrológico, este método considera de manera aceptable las características del régimen. Por último, permite tener instancias participativas para levantar la necesidades de la población local y sus percepciones del problema, e incluso establecer instancias de negociación en la elección de escenarios. Los métodos holísticos son los únicos que admiten fácilmente instancias participativas. Finalmente, una desventaja del método es la escasez de recursos humanos que puedan dirigir y diseñar procesos de este tipo, si bien existen especialistas para las distintas disciplinas involucradas, a nivel de dirección de estos procesos se identifican dificultades, aunque podrían ser capacitados en plazos razonables.

Tabla 34. Comparación de ventajas y desventajas de los diferentes métodos de aplicación de caudales ambientales: hidrológicos, hidráulicos, eco-hidráulicos y holísticos.

	Hidrológicos		**Hidráulicos**	**Eco-hidráulicos**	**Holísticos**
	Métodos que establecen 1 valor de caudal mínimo o un ciclo anual de caudal mínimo	**Métodos que establecen un régimen completo de caudales ecológicos**			
Requerimientos de información	Datos hidrológicos diarios y de larga data	Datos hidrológicos diarios y de larga data Datos biológicos para la validación	Datos hidrológicos Información topográfica de secciones transversales	Datos meteorológicos / hidrológicos. Información topográfica del cauce detallado. Información del sustrato del lecho. Curvas de preferencia de especies	Datos hidrológicos, ecológicos, y socioeconómicos
Tiempos de aplicación	Rápidos	Rápidos	Intermedio	Anual o mayor	Anual o mayor
Requerimientos de juicios expertos e inferencias	Bajo	Alto, la variabilidad admitida en los indicadores depende de juicio experto *a priori*	Medio	Media a alta, en función de la información disponible y esfuerzo de muestreo	Muy alta
Grado de interdisciplinariedad	Bajo	Media a alta, la variabilidad admitida debería ser discutida al menos con ecólogos fluviales	Bajo	Alta, al menos requiere ingenieros y ecólogos	Muy alta, requiere además disciplinas sociales

	Hidrológicos		Hidráulicos	Eco-hidráulicos	Holísticos
Relación con el funcionamiento ecológico	Baja (la relación estaría implícita en la definición del método)	Alto, aunque se requieren estudios para validar algunos indicadores	Bajo (la relación estría implícita en la definición del método)	Muy alta, Es necesario generar información ecológica inexistente para poder construir curvas de preferencia de las especies y su correlación con datos hidrológicos.	Muy alta
Relación con necesidades socio-económicas	Baja	Media-alta, el valor de los indicadores puede fijarse por necesidades de uso del recurso y también ecológicas	Baja	Media-alta, en el caso de uso de especies de importancia económica	Muy alta
Consideración del régimen hidrológico	Bajo a medio	Muy alto	Bajo	Alto, genera un valor único de caudal	Alto, genera resultados para diferentes indicadores hidrológicos
Grado de participación social	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto a muy alto en función del diseño de la metodología
Capacidad técnica en Uruguay para aplicarlos	Muy alta	Alta	Muy Alta	Media a alta	Baja a media

	Hidrológicos		Hidráulicos	Eco-hidráulicos	Holísticos
Costo económico (depende de cada caso de estudio)	Bajo a medio, orden de pocos miles de dólares	Medio, orden de miles de dólares	Medio, orden de miles de dólares	Alto, orden de decenas de miles de dólares, implica muestreos ecológicos, granulométricos, topo-batimétricos, e hidrológicos	Alto, orden de varias decenas de miles de dólares , requiere muestreos ecológicos, topo-batimétricos y levantamientos de información social y económica primaria (encuestas), instancias participativas y consulta a expertos
Aplicabilidad	Casos poco controversiales y como manejo precautorio	Casos en que conocer la dinámica hidrológica ofrezca opciones de gestión a nivel temporal (importante en ambientes costeros y de humedal)	Casos en que conocer la dinámica hidrológica ofrezca opciones de gestión a nivel temporal y espacial	Presentan ventajas para conservar recursos pesqueros de interés y comunidades relevantes a nivel ecosistémico como es el caso de las Áreas Protegidas.	Permite abordar la gestión de recursos hídricos de forma integral. La participación de diferentes disciplinas y de grupos interesados permite establecer escenarios de decisión en casos conflictivos.

J.2. Recomendaciones - Elementos para una estrategia de incorporación de caudales ambientales a la política Gestión Integrada de Recursos Hídricos

Las siguientes recomendaciones para incorporar el concepto de caudales ambientales a la política pública se basan en el reconocimiento de la tendencia internacional de aplicar herramientas adecuadas, que integren los aspectos socio-ambientales en su globalidad, que permitan tomar decisiones de manejo sustentable para el recurso agua y los ecosistemas acuáticos. La siguiente propuesta se estructura en ocho ejes principales: normativa, ámbitos de aplicación y gestión, metodologías de estimación de caudales ambientales, selección de métodos de estimación de caudales ambientales, capacitación de recursos humanos, participación y difusión y otros aspectos generales.

J.2.1. Normativa

El país cuenta con importantes avances normativos y ha saldado varias discusiones relevantes como por ejemplo establecer como principio legal el reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de actuación para la planificación, control y gestión de los recursos hídricos, en las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable, la participación social y derechos de uso entre otros. Sin embargo, planteamos que para que los caudales ambientales se apliquen cabalmente (cualquiera sea la metodología de estimación) debe existir alguna norma con jerarquía de Ley que los defina y regule, que podría ser una ley propia o agregarla a la Ley 18610 de PNA. Esto es necesario porque la regulación de los caudales ambientales implica la restricción de derechos de protección constitucional como el de libertad o propiedad, y por tanto solo pueden ser limitados por razones de interés general y a través de una ley nacional (artículo 7 Constitución).

- ✓ Sobre este punto existen diferentes posiciones y opiniones, por lo que una recomendación puntual y de bajo costo es organizar un taller entre especialistas en Derecho y gestores (y posiblemente alguna comisión parlamentaria y eventualmente con la participación de la sociedad civil y usuarios del agua), donde se pueda discutir las ventajas y desventajas, necesidades y alternativas de un proceso de creación de una ley al respecto.
- ✓ Otro aspecto que deberá considerarse en algún momento será la jerarquía de los diferentes planes y cuáles prevalecen. Por ejemplo, si se establece un caudal ambiental en un plan de manejo de cuenca y el área protegida definió otros requerimientos de agua en su plan de manejo para esa zona, cuál prevalecería?

Si bien existe en el país una profusa normativa de aguas y una sólida institucionalidad que la gestiona, la dispersión de las normativas y de las instituciones involucradas es importante e incluso presenta superposiciones destacadas. Si bien ha habido cambios importantes en la normativa e institucionalidad en los últimos 5, años estos no están claros o no son evidentes para muchos actores sociales e institucionales.

- ✓ Una medida que facilitaría la gestión y orientaría tanto a los gestores como a los usuarios sería contar con un documento de lectura amigable que recopile la normativa y contenga un organigrama de las instituciones y sus competencias. Esto facilitaría el entendimiento de la normativa y de las competencias institucionales.

J.2.2. Ámbitos de aplicación de caudales ambientales y gestión

Un aspecto que surgió de las entrevistas realizadas en este proyecto es la visión gubernamental de que el proceso de implementación de la política de GIRH y de caudales ambientales debe ser gradual y plantearse metas a corto y mediano plazo. Sin embargo, desde el sector privado y la sociedad civil se plantea que la ciudadanía está sensibilizada con el tema agua y que el Estado debería acelerar los procesos y comenzar a implementar las políticas. Incluso algunos actores estatales plantearon temores al respecto de generar normativas ambiciosas y que luego el Estado no tenga capacidad de aplicarlas. Mientras, otros actores plantean que la normativa debería marcar las metas para que la gestión se adecuara a las nuevas necesidades, al menos gradualmente. Del análisis de las entrevistas realizadas se desprende la falta de coordinación y de directrices claras entre instituciones con competencia en temas de agua y hasta un cierto desconcierto sobre qué camino tomar.

Si bien el país ha marcado una clara política en materia de normativa ambiental en general y de agua en particular, ésta no se ha acompañado de otras medidas como asignación de recursos económicos, humanos y de estrategias con metas claras para aplicar la normativa. Esto, sumado a las crecientes demandas de agua para diferentes usos y los crecientes problemas de deterioro de calidad del agua, ha desatado una serie de conflictos activos y latentes en la sociedad.

- ✓ De esto se desprende la necesidad de analizar profundamente la institucionalidad existente, las políticas establecidas y la asignación de recursos para su ejecución, las capacidades humanas y de infraestructura, las alianzas y posibles socios colaboradores, y revisar los mecanismos de coordinación interinstitucional. Posiblemente una consultoría que pudiera revisar estos aspectos globalmente pudiera arrojar alternativas interesantes. Sin embargo, para esto se requiere de una sólida decisión política y una adecuada asignación de recursos. Asimismo, contar con la mirada de la sociedad, con capacidad para realizar análisis críticos constructivos y propositivos, aceleraría el proceso.

Para aplicar caudales ambientales, cualquiera sea el método, es preciso identificar los ámbitos en que estas herramientas podrían ser útiles, algunos de los cuales se detallan a continuación:

- Evaluación de impacto ambiental de represas de diferente tamaño, de tomas de extracción de agua, de desecación de humedales, de vertido o desvío de aguas, etc.
- Evaluación de impacto ambiental estratégico para obras que pudieran cambiar la hidrología local.
- En planes de manejo de áreas protegidas cuando las mismas cuentan con ecosistemas acuáticos relevantes.
- En las diferentes modalidades de planes de ordenamiento territorial que prevé la normativa, cuando existe algún ecosistema acuático con importancia socioeconómica o ecosistémica que pueda verse alterado por diferentes usos del territorio.
- En los planes de gestión de cuencas, en los diversos niveles que plantea la Ley de GIRH.

- En el otorgamiento de permisos para construcción de embalses o tomas de agua para riego, etc. que otorga el MVOTMA.
- En planes de riego DINAGUA-MVOTMA.
- En momentos críticos como en época de sequía como medida para evitar conflictos por uso sobrepuesto e intensificado del agua.
- Para el manejo de recursos hídricos que realizan las empresas públicas como OSE, UTE y ANCAP
- En los ámbitos transnacionales que gestionan recursos hídricos transfronterizos como las comisiones técnicas mixtas del Río de la Plata, la Laguna Merín, el Río Cuareim, etc.

Sin embargo, no todos los métodos de estimación de caudales ambientales son aplicables a todos los ámbitos. Sobre esto se realiza una propuesta en la sección J.2.4 de selección de métodos.

J.2.3. Metodologías de estimación de caudales ambientales

Como se describió en secciones previas, las metodologías de estimación de caudales ambientales son diversas y todas presentan ventajas y desventajas tanto a nivel metodológico como operativo. Debido a las diferencias en la información, recursos humanos y económicos que demanda cada método, sería recomendable tomar dos vías de aplicación una a corto plazo y en paralelo otra vía que desarrolle y ajuste los métodos a mediano y largo plazo. A continuación se detallan por tipo de metodología recomendaciones para aplicarlas y adaptarlas al caso uruguayo.

Métodos hidrológicos

La mayor parte de los métodos hidrológicos se basan en establecer un caudal o una serie de caudales mínimos, lo que implica disponer de información de series históricas diarias (u horarias), con un nivel de calidad adecuado. Esto tiene asociado al menos dos dificultades: 1) Generalmente las cuencas aforadas son las de mayor superficie, con lo cual en pequeñas cuencas y cuencas de tamaño medio no se dispone de información de caudales diarios. 2) En aquellas cuencas aforadas, la medición de caudales bajos presenta dificultades notorias desde el punto de vista técnico que pueden conducir a valores de caudal con errores relativos muy significativos. Estas dificultades constituyen una característica propia de las redes hidrológicas de monitoreo a nivel general, no obstante lo cual en los países más desarrollados se viene trabajando buscando mitigar estas dificultades. Tal como se plantea en la bibliografía específica se podría aplicar dos tipos de estimaciones para resolver la falta de información en cuencas no aforadas: a) modelación numérica (hidrológica-hidrodinámica) que permite "trasladar" espacialmente información observada en una estación de aforos hacia aguas arriba o aguas abajo de un curso en particular, como se aplicó en el caso piloto del Arroyo Maldonado, b) modelación del régimen de caudales mensuales (factible de ser aplicada en cursos no aforados) y regionalización hidrológica del régimen de caudales diarios (obtenido en cuencas aforadas) aplicado al régimen de caudales mensuales.

En Uruguay las dificultades señaladas anteriormente están presentes. No obstante, el país dispone de algunas herramientas que permitirían disminuir potencialmente estas dificultades. En particular, respecto a la no disponibilidad de datos diarios de caudal en

cuencas pequeñas y medianas (inferior a 1000 Km^2), se dispone de un modelo mensual de precipitación-escurrimiento (Modelo de Temez) calibrado y regionalizado para todo el país, además de una importante red nacional de monitoreo hidrológico. Estos elementos permitirían avanzar en la regionalización hidrológica mencionada en b). En particular, la existencia de la red de monitoreo permite la aplicación de modelos hidrológicos-hidrodinámicos planteados en a).

Es importante destacar que la mayor parte de los métodos hidrológicos se basan en observaciones, mediciones o resultados obtenidos para determinadas especies de peces, dispersión de contaminantes, recuperación de ríos, etc., no necesariamente equivalentes a las de nuestro país. En esta categoría hay que considerar que los métodos de Tennant, Robinson, 7Q10, Hoppe, Utah, presentan mayor dependencia a las condiciones locales o especies particulares. Por su parte, serían más extrapolables los métodos de Richter (IHA-RVA), IHA propuesto por Martínez & Fernández Yuste (2006) y en menor medida el método de Caudal Básico de Mantenimiento (QBA).

La simplicidad, bajo costo, disponibilidad de información para estimarlos y amplia utilización a nivel mundial vuelven muy atractiva la aplicación de estos métodos. En algunos casos es necesario mejorar la información hidrológica. Sin embargo, estos métodos no tienen una correlación clara con aspectos de funcionamiento ecosistémico. Para decidir cuáles estimadores utilizar y asegurar que éstos contemplen además aspectos ecológicos proponemos dos acciones:

1. Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva de artículos e informes internacionales donde se hayan estimado caudales ambientales por métodos eco-hidráulicos y métodos hidrológicos y se analice si existen relaciones entre los valores obtenidos por ambos tipos de metodologías. Esto además permitiría determinar cuál estimador hidrológico se aproxima más a un caudal ecológico y por tanto es conveniente utilizar en el país.
2. Complementario a esto sería deseable aplicar ambas metodologías en al menos nueve casos a nivel nacional, tres en ríos de orden bajo (1 a 3), ríos de orden medio (4 a 6) y ríos de orden mayor (mayor a 6). La cantidad de casos a estudiar permitiría aplicar metodologías estadísticas de comparación y por tanto hacer recomendaciones con mayor grado de confianza. Esto permitiría validar a nivel nacional si existe para nuestros sistemas correlación entre el caudal estimado por métodos eco-hidráulicos y los estimadores hidrológicos simples. De existir una correlación confiable se podría recomendar el uso de dichos estimadores a nivel nacional con mayor confianza.

La aplicación de estos estimadores se ha centrado en sistemas fluviales y por tanto su extrapolación a otros ecosistemas acuáticos como humedales, estuarios, lagunas, lagos y embalses debería ser revisada.

Método del Régimen Completo

Este método presenta ventajas importantes como ser su relativa facilidad de aplicación y su supuesta correlación con procesos ecosistémicos. Si bien la correlación con aspectos ecológicos es ampliamente aceptada en la bibliografía, no hemos encontrado estudios que lo validen. Por tal motivo se proponen las siguientes acciones para saldar esta discusión:

1. Realizar una revisión de bibliografía científica internacional donde se analicen las relaciones entre los diversos indicadores hidrológicos propuestos por este método y procesos ecosistémicos en ecosistemas acuáticos.
2. Realizar un taller nacional con hidrólogos y ecólogos acuáticos para analizar si los estimadores propuestos por el método son aplicables al caso uruguayo, si se requiere diseñar algún otro, si se puede reducir el número de indicadores, si existe relación clara entre dichos estimadores y los procesos ecosistémicos y con la calidad del agua, y si los investigadores cuentan con información de sistemas locales que pudiera ser aplicada para interpretar la validez de algunos indicadores, diseñar y priorizar estudios que permitieran validar dichos indicadores ecológicamente y eventualmente seleccionar nuevos casos de estudio. Un punto importante a discutir en este taller es el nivel de cambios que se está dispuesto a admitir en los estimadores hidrológicos. Por ejemplo la metodología plantea un desvío estándar para cada estimador. Tal vez el taller podría discutir ese valor y si la tolerancia para cada estimador debiera priorizarse según su relevancia ecológica.
3. Llevar adelante un programa de investigación que permitiera validar el uso de dichos estimadores hidrológicos para los ecosistemas locales, ya sea utilizando información existente o llevando adelante nuevas investigaciones. De realizarse nueva investigación se podría combinar con los estudios eco-hidráulicos propuestos en el punto anterior, procurando estudiar diferentes tipos de ríos.
4. Otra alternativa para evaluar el rango de tolerancia de cambio en los estimadores propuestos por la metodología podría ser mediante un caso de estudio en sistema impactado con la información previa al impacto o con un sistema pareado no impactado. De esta manera se podría cuantificar el grado de cambio en los estimadores hidrológicos y compararlo con el grado de impacto ecológico generado.

Métodos eco-hidráulicos

Tal como se planteó en los métodos hidrológicos e hidráulicos, sería un avance sustancial en la investigación y desarrollo del país avanzar en la aplicación de métodos eco-hidráulicos a casos de estudio concretos, realizando los muestreos necesarios. Igualmente, adelantamos algunos aspectos que deberían considerarse durante la fase de desarrollo de estos métodos:

1. No trabajar con una única especie. Trabajar en lo posible con gremios (especies del sitio que utilizan un mismo recurso) o comunidades como peces, invertebrados acuáticos, perifiton (microalgas sobre sustratos) y vegetación riparia y acuática, así como con los diferentes estadios biológicos (huevos-semilla, larva, juvenil y adulto). Explorar la aplicación de índices de integridad biótica siguiendo la propuesta colombiana. Esto no sería inviable ya que el esfuerzo de muestreo y análisis es prácticamente el mismo para una sola especie que para el gremio completo. Si esto no fuera posible al menos sería deseable

que se eligieran especies con diferente uso de hábitat, por ejemplo peces pelágicos, peces más litorales, peces de fondo, etc.

2. Para aplicar estas metodologías se requiere avanzar sobre el conocimiento del uso del hábitat por las especies, aspecto poco explorado en general, lo que podría requerir estudios previos o recopilación de información y sistematización de la información nacional y regional. Es necesario recabar datos de abundancia y composición de las especies de interés vinculada a información del hábitat como profundidad, velocidad de agua, tipo de sustrato y salinidad en estuarios, variables claves para construir las curvas de preferencia de hábitat.
3. También se deben considerar aspectos de calidad de agua y cómo estos también afectan el hábitat y la preferencia de las especies bajo estudio.
4. De fomentarse un programa de investigación a este respecto podría ser útil realizar talleres con especialistas para fijar algunos criterios para establecer el diseño de muestreo, como ser criterios para la selección de especies a ser utilizadas, selección de los estadíos de crecimiento a analizar y metodologías específicas.
5. La metodología ha sido aplicada a ríos en general y para extrapolarla a otros ecosistemas será necesario realizar ajustes. Por ejemplo en estuarios la salinidad y dirección del flujo deberían considerarse como variables determinantes del hábitat tanto como la profundidad o la velocidad del agua. Esto requeriría mayores requerimientos desde el punto de vista de la modelación en lo que respecta al transporte de contaminantes.

Métodos Holísticos

Los métodos holísticos proponen una forma integral de analizar y proponer soluciones. Por su robustez estos métodos presentan valores para estimar caudales ambientales pero también un gran potencial para analizar otros conflictos por usos de recursos. Es por esto que entendemos que una inversión en estos métodos puede tener impactos interesantes a otros niveles no considerados originalmente.

Sin embargo, los requerimientos de información son mayores a los descritos para las metodologías previas, ya que suponen -entre otros- la recolección de información primaria (encuestas) de diverso tipo, con un costo considerable. Por este motivo, a su vez, los requisitos de tiempo son significativamente superiores. Pero es posiblemente en la capacitación de recursos humanos (ver punto siguiente) y en la conformación y puesta a prueba de equipos interdisciplinarios donde deba estar la mayor inversión. En tal sentido, la aplicación a un caso real que permita realizar todos los pasos de la metodología para todos los módulos planteados (por ejemplo en DRIFT) sería muy útil. Para ello, deberían darse algunos pasos previos como el avance en la modelación eco-hidrológica que permita generar insumos de información para este método.

J.2.4. Cómo seleccionar los métodos de estimación de caudales ambientales?

Es evidente que por la complejidad y diversidad de casos en donde sería útil aplicar métodos de estimación de caudales ambientales se impone que la selección y adaptación de los métodos sea caso a caso. Por lo tanto, es más útil una aproximación de "caja de herramientas" donde los gestores puedan elegir las metodologías adecuadas para el grado de conflictividad, apremio de tiempo y costos económicos y disponibilidad de información (Fig. 20), que una recomendación a modo de receta rígida. Recomendamos sí que se preste especial atención al grado de conflictividad instalado o potencial de la posible obra, ya que si se espera un alto grado de conflictividad sería necesario aplicar metodologías más rigurosas científicamente o que al menos contemplen varias dimensiones de la problemática. Por esto proponemos los siguientes criterios de selección de los métodos:

Métodos holísticos

Por su complejidad y costo deberían ser aplicados cuando las obras o planes de manejo hídrico impliquen cambios drásticos en la hidrología e impactos socio-ambientales severos o conflictos importantes entre interesados, por ejemplo represas de gran porte, grandes obras de riego, etc. Por lo tanto, es posible que su aplicación se restrinja a ríos o ecosistemas de gran porte y en cuencas de mediano a gran tamaño. Por otro lado, cuando el uso de los recursos implique aspectos transfronterizos su aplicación podría ser muy útil, porque el nivel de involucramiento de científicos y la organización de instancias participativas le dan un grado de credibilidad y transparencia que permitiría administrar mejor el conflicto.

Método eco-hidráulico complementado con método de régimen hidrológico

Esto sería más útil en áreas protegidas (o aguas arriba y debajo de áreas protegidas) con ecosistemas acuáticos de alto valor para la conservación por presentar especies con valor comercial, endémicas o migratorias o que cumplen funciones de cría o alimentación de peces u otros valores destacados. La aplicación de estos métodos permitiría fijar un caudal que asegurara la continuidad de las especies o funciones ecosistémicas a conservar y a la vez contemplar la variabilidad del régimen hidrológico que mantiene el funcionamiento natural del sistema.

Método de régimen hidrológico

Este método se podría aplicar en el resto de los sistemas de orden medio y alto, así como en ecosistemas del país que no tengan valores ambientales destacados pero que por ejemplo tengan usos recreativos o paisajísticos relevantes, cuya modificación del régimen podría afectar a los usuarios y en los cuales es relevante comprender el régimen hidrológico en detalle para la gestión.

Se destaca que el método de régimen hidrológico completo RVA (Richter *et al.* 1997) considera los cinco componentes del régimen de caudales - magnitud, frecuencia, duración, momento y tasas de cambio, reconocidos como claves en la conservación de la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas fluviales. El mismo presenta condiciones más flexibles para su aplicación fuera del sitio de desarrollo, ya que los parámetros propuestos intentan representar una amplia gama de necesidades ecosistémicas. Esta característica sumada a la gran variabilidad hidrológica que caracteriza a los cursos de agua en Uruguay sugieren al método de Richter como el más adecuado para ser aplicado en el país. Sin

embargo, su correcta aplicación requiere de información acerca de la vinculación que existe entre las necesidades de los ecosistemas con los diferentes componentes del régimen hidrológico mencionados. Por lo tanto se recomienda focalizar los esfuerzos en avanzar en la comprensión del funcionamiento del ecosistema, que debería comenzar con la implementación de programas de monitoreo de un conjunto de ecosistemas fluviales característicos de país. La selección de estos ecosistemas piloto a ser monitoreados deberá realizarse en conjunto entre especialistas de la UdelaR y de aquellos organismos públicos competentes en la temática (ej. SNAP, MGAP).

Otro aspecto de principal importancia radica en mejorar la estimación actual de caudales bajos observados en las estaciones de aforo del país, lo que se identifica a su vez como una clara necesidad por parte de diferentes usuarios del recurso (regantes, OSE, MGAP, MVOTMA). En este sentido se recomienda adecuar las secciones de aforo con vistas a la medición de caudales bajos así como adaptar los métodos o técnicas de medición a la magnitud de los caudales circulantes.

Hidrológicos e hidrodinámicos
En sistemas de pequeño porte y cuando se van a realizar obras de pequeña escala, especialmente en una etapa de transición, hasta no disponer de información requerida (ecológica vinculante con indicadores hidrológicos) para la aplicación de método de régimen hidrológico.

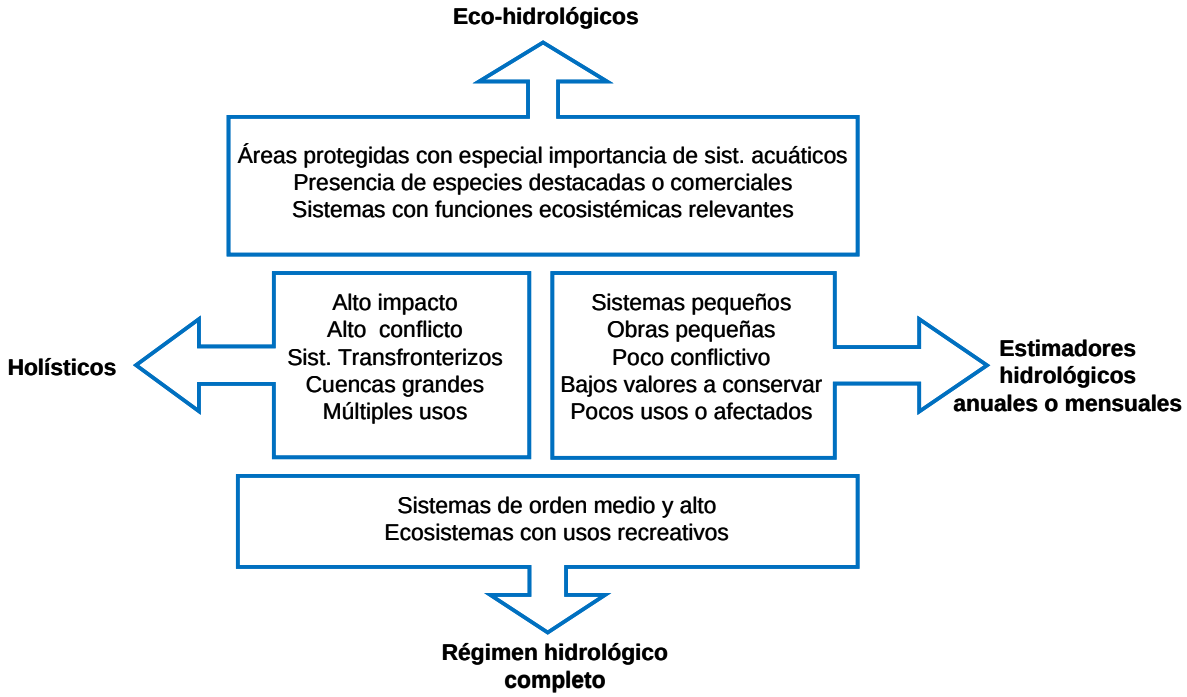

Figura 20. Criterios de selección de métodos de estimación de caudales ambientales.

J.2.5. Capacitación de recursos humanos, investigación y desarrollo

La incorporación de caudales ambientales en la GIRH nacional requiere de investigación y desarrollo y por lo tanto capacitación de recursos humanos. Esto no es una tarea que deba recaer en un único ministerio sino que debe implicar una coordinación entre las instituciones más involucradas en control, gestión e investigación. Es poco probable que este avance se dé espontáneamente, por lo que se requiere establecer estrategias, metas claras y recursos para lograrlo. En este sentido se recomiendan a continuación medidas para elaborar una estrategia de investigación y desarrollo.

- ✓ En primer lugar generar cursos a nivel nacional pero con docentes extranjeros sería una primer medida y de relativo bajo costo para comenzar a perfilar a los profesionales existentes en este tema. En el caso de los métodos eco-hidráulicos se sugiere tomar contacto con investigadores latinoamericanos, el caso colombiano podría ser de gran interés. También podrían ser investigadores españoles. Por los métodos holísticos se recomienda tomar contacto con investigadores de Sudáfrica y Australia.
- ✓ Se podrían generar acuerdos con los programas de posgrado de la UdelaR como la Maestría en Ciencias Ambientales, Manejo Costero Integrado, PEDECIBA, Desarrollo Rural Sustentable, PEDEAGRIM y sus diplomados, Posgrados de Ingeniería, Economía y Ciencias Sociales, para generar cursos curriculares en estos programas, o con docentes extranjeros o apoyando a docentes nacionales para que dicten cursos sobre el tema. Se podría apoyar la participación en cursos o el desarrollo de tesis de posgrado en esta materia, en países que apliquen la metodología.
- ✓ Es necesario también direccionar fondos concursables o acuerdos entre instituciones previamente definidas para poder llevar adelante las investigaciones aplicadas necesarias y descritas en los puntos anteriores. Para fondos concursables se pueden realizar gestiones ante la ANII o CSIC, para que en sus llamados regulares incluyan este tema como eje prioritario. Para realizar acuerdos interinstitucionales se deberían tener en cuenta las siguientes instituciones académicas: Facultades de Ciencias, Ingeniería, Agronomía, Sociales y Economía, el CURE y otros centros regionales. También se pueden establecer acuerdos con organizaciones sociales sin fines de lucro con capacidades de realizar investigación aplicada.

J.2.6. Participación

Un aspecto destacado que se deberá analizar cautelosamente, en especial si se realiza un análisis de la institucionalidad existente, son los aspectos de participación que están planteados en la Ley de Recursos Hídricos. Por medio de esta ley se crean una serie de instancias participativas relevantes para la adecuada aplicación y descentralización de esta política. Sin embargo, se deberán tener recaudos sobre las capacidades de las instituciones involucradas en dichos ámbitos para cumplir con las instancias participativas y también de los otros actores convocados, especialmente teniendo en cuenta que se han creado varias instancias participativas para otras políticas ambientales. Para esto se plantean las siguientes recomendaciones:

- Fortalecer las capacidades de los ministerios, empresas públicas e intendencias involucradas así como otras instituciones públicas que pudieran estar involucradas, como el Ministerio del Interior. Estas instituciones deberán contar con recursos humanos y de infraestructura, tanto centralizada como en oficinas regionales, para poder asistir y/o dirigir los comités regionales y de cuencas que puedan aprobarse. Al mismo tiempo deberán coordinar con otras instancias participativas como la COTAMA, la Comisión Nacional Asesora de Áreas Protegidas o las propias Comisiones Asesoras Específicas de las Áreas Protegidas. Es posible que muchos de los delegados sean los mismos para varios de estos ámbitos.

- Esto implicará también esfuerzos importantes de coordinación y establecer acuerdos en las agendas para no superponer discusiones ni limitar las discusiones necesarias en los ámbitos correspondientes. Por ejemplo, cuando la comisión asesora específica de un área protegida trata el tema agua y el comité de cuenca que engloba dicha área protegida también lo trate, y si los delegados de algunas instituciones fuesen los mismos, cómo se define quién lo trata? Qué pasa si hay opiniones contrastantes?

- El problema de la proliferación de ámbitos de participación atañe también a la sociedad civil, incluidos los representantes de los actores privados involucrados. Por lo tanto, será necesario generar programas de fortalecimiento de las organizaciones locales y actores locales para que logren una adecuada participación. Dicho fortalecimiento debería considerar al menos cubrir los gastos de los participantes. Los representantes locales o de ONGs en general pierden su jornal de trabajo cuando asisten a estas instancias, ya que la mayoría son honorarios en las organizaciones, lo cual debería ser compensado de alguna manera. Además, los actores no gubernamentales deberían recibir algún tipo de capacitación, por ejemplo sobre gobernanza y participación, de manera de asegurar una buena calidad de participación y evitar ámbitos de catarsis colectiva, y también sobre recursos hídricos, legislación y caudales ambientales. De lo contrario la comprensión de la complejidad del tema será baja y la calidad de la participación muy pobre.

- Tal vez una forma de asegurar el funcionamiento de las instancias participativas, especialmente de los comité de cuenca, podría ser a través de acuerdos de apoyo a las organizaciones convocadas. A éstas se les podría trasladar fondos para que pudieran ocuparse de la organización de las reuniones, la relatoría o secretaría de las mismas y a través de lo cual se podrían canalizar la capacitación y difusión de resultados. Esto iría acumulativamente construyendo capacidades locales. Los acuerdos podrían ser también con las alcaldías. De esta manera se podrían integrar los diferentes ámbitos de participación de la región, canalizados a través de las sociedades locales y las agendas se construirían no solo con las demandas institucionales sino con las locales, asegurando una participación más responsable.

- Los casos exitosos de buen funcionamiento de los ámbitos participativos deberían ser sistematizados y de alguna manera protocolizados para facilitar su replicabilidad en otros ámbitos. Organizar intercambios con otros comité de cuenca podría ser

altamente ilustrativo para los participantes y aceleraría la adopción de buenas prácticas de participación.

J.2.7. Difusión

Las metodologías de aplicación de caudales ambientales, así como la política nacional de recursos hídricos y otras normativas de regulación de cantidad y calidad del agua, requieren mayor difusión nacional para apropiar el concepto y facilitar su implementación en los diferentes sectores competentes, incluyendo la sociedad civil. Para esto se propone diseñar un conjunto de materiales de divulgación de lectura amigable dirigidos a diferentes públicos. Incluso se podrían utilizar diferentes medios de comunicación como audiovisuales, páginas web, informes disponibles en internet, etc. Especialmente para caudales ambientales, sería deseable divulgar la existencia de algunos documentos muy completos como los editados por UICN (Dyson *et al.* 2003) e incluso contar con un libro de divulgación técnica adaptado a Uruguay, similar a los apoyados por UICN en Costa Rica (Ramón *et al.* 2005), donde se describan las metodologías y se muestren casos de estudio.

J.2.8. Otros Aspectos

Algunos entrevistados plantearon la necesidad de clasificar los ecosistemas acuáticos de Uruguay por cuencas hidrográficas, caudales y/o por servicios ecosistémicos para definir los usos permitidos del agua. Para esto se puede aplicar modelación numérica y de regímenes de caudales mensuales, tal como se describen en el punto J.2.3. Así mismo, se cuenta con importantes avances en materia de regionalización del país. En particular el MGAP, a través del Proyecto de Producción Responsable, está elaborando una propuesta de ecorregionalización del país basada en información de especies, ecosistemas y usos del suelo, entre otras. Una combinación de dicha información con clasificación hidrológica de los sistemas acuáticos permitiría avanzar en tal sentido.

Es necesario que el país comience a implementar investigación y difusión acerca de "buenas prácticas" en el uso del agua. Existen avances interesantes aplicados en predios agropecuarios para abrevaderos de ganado llevados adelante por PPR-MGAP. Una medida simple de comenzar a trabajar este tema podría abarcar dos actividades. En primer lugar una revisión bibliográfica y de casos de estudio a nivel mundial sobre "buenas prácticas" en el uso del agua. Especialmente en el ámbito agropecuario, que es el mayor consumidor de agua del país, esto permitiría analizar las tendencias y seleccionar las medidas más adecuadas para las características de Uruguay. En segundo lugar se podría organizar un taller con especialistas (INIA, Facultades de Agronomía, Ingeniería, etc.), productores y otros usuarios del agua, para sistematizar la información existente en el país, posiblemente agrupándola por tipos de usos del agua. A partir de estas actividades se podría diseñar una estrategia de investigación, innovación y desarrollo de alternativas de "buenas prácticas", así como programas para fomentar su incorporación por los usuarios del agua, del tipo de la modalidad del PPR-MGAP. Seguramente la ANII podría apoyar iniciativas de investigación y asociación con actores privados.

Resultaría interesante establecer un monitoreo biológico y fisicoquímico de los sistemas acuáticos en alianzas con diferentes instituciones sociales y de investigación. Estos

monitoreos deberían cubrir la estacionalidad y épocas de sequía e inundación. Para esto se podrían retomar algunas experiencias llevadas adelante por la DINAMA, en las cuales se coordinaban monitores de las intendencias, a las cuales se podrían sumar organizaciones locales e incluso centros educativos como liceos y UTU.

El país tiene una gran deuda en materia de restauración de ecosistemas acuáticos, pese a contar con un gran número de sistemas degradados, en especial es zonas urbanas e industriales y de humedales desecados. En este sentido es necesario que se comiencen a establecer metas graduales de restauración de dichos ecosistemas. Para esto, las metodologías de caudales ambientales son muy apropiadas, destacándose el caso del Río Atuel en la pampa Argentina (Porcel & Malán 2005). Esto permitiría restablecer servicios ecosistémicos que previamente beneficiaban a comunidades locales o al menos evitaban costos adicionales al Estado, como las técnicas adicionales de potabilización de agua, entre otras.

Si bien este proyecto es un avance destacado para la implementación de caudales ambientales en el país, en las entrevistas realizadas se destacó la falta de conocimiento de este concepto incluso en gestores del Estado. Por esto, será necesario iniciar un debate más amplio sobre la definición de caudales ambientales para Uruguay, seguramente a través de la generación de información de divulgación y del fomento de ámbitos de discusión.

Es preciso incorporar a la lógica y metodologías de estimación de caudales ambientales los aspectos de calidad del agua. La cantidad y calidad del agua no pueden continuar siendo analizados por separado cuando están tan estrechamente asociados. Sería necesario realizar una sistematización de las fuentes de información sobre aspectos de calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas. Con dicha información se podrán identificar vacíos de información y diseñar estrategias para avanzar en las investigaciones necesarias.

Por último, y como se desprende de este documento, Uruguay debe estrechar lazos entre la investigación y la gestión. En varias líneas estratégicas discutidas se plantea realizar revisiones bibliográficas, investigaciones de campo y talleres con especialistas y gestores o usuarios del agua. Para esto, o bien las instituciones públicas preparan sus propios recursos humanos y de infraestructura o se asocian con instituciones de investigación. En todos los casos se requieren acercamientos entre ambos ámbitos, de manera de dirigir al menos parcialmente la investigación realizada en el país a las necesidades de gestión de sus recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Acreman M & Dunbar MJ. 2004. Defining environmental river flow requirements – a review. Hydrology and Earth System Sciences, 8(5):861-876.

Alonso Eguía Lis P & González Villela R. 2007. Introducción a los caudales ambientales. En: Requerimientos para implementar caudal ambiental en México. Alonso Eguía Lis P, Gómez Balandra MA & Saldaña Fabela P (Eds.). IMTA-Alianza WWF/FGRA-PHI/UNESCO-SEMARNAT, WWF. México.

Anderson EP, Pringle CM, Rojas M. 2006. Transforming tropical rivers: an environmental perspective on hydropower development in Costa Rica. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem, 16:679–693.

ARMCANZ Y ANZECC 1996. National Principles for the Provision of Water for Ecosystems, Sustainable Land and Water Resources Management Committee, Subcommittee on Water Resources, Occasional Paper SWR No 3. (http://www.environment.gov.au/water/publications/environmental/ecosystems/pubs/water-provision.pdf).

Arthington AH. 1998. Comparative evaluation of environmental flow assessment techniques: review of holistic methodologies. LWRRDC Occasional Paper 26/98. LWRRDC: Canberra.

Arthington AH, Bunn SE, Pusey BJ, Bluhdorn DR, King JM, Day JA, Tharme RE, O'Keeffe JH. 1992. Development of an holistic approach for assessing environmental flow requirements of riverine ecosystems. In: Proceedings of an international seminar and workshop on water allocation for the environment, November 1991, The Centre for Water Policy Research, University of New England. Pigram JJ, Hooper BP (Eds.). Armidale, Australia.

Arthington A H, R S Tharme, S O Brizga, B J Pusey & M J Kennard. 2004. Environmental flow assessment with emphasis on holistic methodologies: 37–65. In: Welcomme RL & Petr T (Eds.). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume II. RAP Publication 2004/17. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.

Baeza Sanz & Vizcaino Martínez 2008. Estimación de caudales ecológicos en dos cuencas de Andalucía. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. Ecosistemas, 17(1):24-36.

Barrios E, Barajas N, Rodríguez A & González I. 2007. Three models for implementation of environmental flows in Mexico. 2007 Proceeding on 10th International Riversymposium and Environmental Flows Conference. Brisbane, Australia.

Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S & Palutikof JP. 2008. Climate Change and Water. Geneva: IPCC Secretariat.

Bejarano MD, Sordo A, Marchamalo M & García de Jalón D. 2010. Caudales ambientales a escala regional: una metodología basada en la clasificación de la variabilidad hidrológica natural. XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, IHAR-LAD.

Benetti AD, AE Lanna & MS Cobalchini. 2002. Current practices for establishing environmental flows in Brazil. Enviro Flows 2002, 4th Ecohydraulics.

Bovee KD. 1982. A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology, Instream Flow Information Paper: No. 12, Cooperative Instream Flow Service Group. US Fish and Wildlife Service, Fort Collins.

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.

Brown C & King J. 2003. Environmental flows: concepts and methods. 28pp. En: Davis R & Hirji R (series eds.). Water Resources and Environmental Technical Note C.1. The World Bank, Washington, DC. USA.

Brown C, Pemberton C, Birkhead A, Bok A, Boucher C, Dollar E, Harding W, Kamish W, King J, Paxton B and Ractliffe S. 2006. In support of water-resource planning – highlighting key management issues using DRIFT: A case study. Water SA (on-line). 32(2):181-191.

Bunn SE & Arthington AH. 2002. Principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. Environ. Manage., 30:492-507.

Calvo Alvarado JC, JA Jiménez, E. González, F Pizarro & A Jiménez. 2008. Determinación preliminar del caudal ambiental en el río Tempisque, Costa Rica: el enfoque hidrológico con limitación de datos. Kurú 5(13).

Chreties C, Rodríguez-Gallego L, Texeira L & Conde D. 2009. An ecological-hydrodynamics integrated methodology for sustainable management of Maldonado wetland. 33rd International Association of Hydraulic Engineering & Research (IAHR) Biennial Congress: "Water Engineering for a Sustainable Environment", Vancouver.

Collischonn W, SG Agra, GK de Reitas, G Rocha Priante, R Tassi & C Freire Souza. Em busca do hidrograma ecológico. Sin especificar otros datos.

Conferencia de Brisbane. 2007. http://www.eflownet.org/download_documents/brisbane-declaration-spanish.pdf

Cousillas M. J. 1997. La protección constitucional del ambiental, extracto de Reflexiones sobre la reforma constitucional de 1996, FCU, Montevideo.

Díez Hernández JM. 2008. Evaluación de requerimientos ecológicos para el diseño de regímenes ambientales de caudales fluviales. Revista de ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá: 15-23.

Díez Hernández JM & Burbano Burbano L. 2006. Técnicas avanzadas para la evaluación de caudales ecológicos en el ordenamiento sostenible de cuencas hidrográficas. Ingeniería e investigación, 26(1):58-68.

Díez Hernández JM & DH Ruiz Corbo. 2007. Determinación de caudales ambientales confiables en Colombia: el ejemplo del río Placé (Cauca). Gestión y Ambiente 10: 153-166.

Dirección Nacional de Hidrografía (DNH-MOP). 1963. H6573-Arroyo Maldonado, Planimetría de zona inundable.

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.

Espinoza C, Vargas X, Pardo M. sin año. Metodología incremental para la asignación de caudales mínimos aconsejables, IFIM. VI Jornadas del CONAPHI-CHILE.13pp.

Esselman PC & Opperman JJ. 2010. Overcoming information limitation for the prescription of an environmental flow regime for a Central American river. Ecology and Society, 15(1): 6. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss1/art6/

Failache Gallo N & D Motta Marques. Propuesta para el establecimiento de un caudal ecológico en la Cuenca del Río Quaraí. No especifíca otros datos.

Franco R. 1996. Los paradigmas de la Política Social en América Latina, CEPAL. http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/12726/LCR_1625_Paradigmas.pdf

Fraser JC. 1978. Suggestions for developing flow recommendations for in-stream uses of New Zealand streams. Water and Soil Miscellaneous Publication 6. Ministry of Works and Development, Wellington.

García-Rodríguez E, González-Villela R, Martínez-Austria P, Athala-Molano J y Paz´Soldán G. 1999. Guía de aplicación de los métodos de cálculo de caudal de reserva ecológicos en México. CNA-IMTA. México.

Gaviño NM. 2007. Caudales ambientales, desafíos para la región. Foro Nacional para la determinación del uso ambiental del agua o caudal ecológico en México. IMTAA-WWF-SEMARNAT. Morelos, México.

Genta JL. Pérez G & Mechoso CR. 1998. A recent increasing trend in the streamflow of rivers in southeastern South America. Journal of Climate 11:2858–2862.

GEO URUGUAY. 2008. Informe del estado del ambiente. Montevideo, PNUMA-CLAES-DINAMA. 350pp.

Giménez L. 2003. Potential effects of physiological plastic responses to salinity on population networks of the estuarien crab *Chasmagnathus granulata*. Helgoland Marine Research 56:265-273.

Goméz-Balandra A, Saldaña-Fabela P, Gutiérrez-López E, Lecanda-Terán C, Izurieta-Dávila J & Huerto-Delgadillo R. 2007. Water allocation to set environmental flows in México. Proceeding on 10th International Riversymposium and Environmental Flows Conference. Brisbane, Australia.

González Villela R & Banderas Tarabay A. 2007. Estudio comparativo de tres metodologías para el manejo y cálculo de caudales ambientales en el río Santiago, Nayarit, México. Congreso Nacional y Reunión Mesoamericana de Manejo de Cuencas Hidrográficas. UAQ-INE-FIRCO. México.

Guerra DE. 2004. Los derechos del agua en la actividad agraria fundación de cultura universitaria. Fundación de Cultura Universitaria. 272pp.

Herrera G, Punta G & Yorio P. 2005. Diet specialization of Olrog's Gull *Larus atlanticus* during the breeding season at Golfo San Jorge, Argentina. Bird Conservation International, 15:89-97.

Hiarata FE, Moller Júnior OO & Mata MM. 2010. Regime shifts, trends and interanual variations of water level in Mirim Lagoon, southern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences 5(2):254-266.

Horner D. 2001. Environmental Water Requirements for the Blythe River. Department of Primary Industries, Water and Environment, Hobart Technical Report No. WRA 01/10.

Isacch J P, Costa C S B, Rodríguez-Gallego L, Conde D, Escapa M, Gagliardini D A & Iribarne O O. 2006. Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the South-West Atlantic coast. Journal of Biogeography, 33:888-90.

Jiménez J. 2005. Propuesta de caudales ambientales para el río Tempisque-Costa Rica: Resumen de aspectos biológicos e hidrológicos. Organización de Estudios Tropicales. Reporte.

Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE. 1989. The Flood Pulse Concept In River-Floodplain Systems. In: Doge, D.P.(Ed.). Proc. Int. Large River Symp (Lars) – Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106: 110-127.

Karr JR. 1991. Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. Ecological Applications, 1:66-84.

King J.M. & Louw D. 1998. Instream flow assessments for regulated rivers in South Africa using the building block methodology. Aquatic Ecosystem Health and Restoration, 1: 109-124.

King JM, Tharme RE & Brown CA. 1999. Definition and Implementation of Instream Flows. Thematic Report for the World Commission on Dams. Southern Waters Ecological Research and Consulting: Cape Town, South Africa. vii+87pp.

King JM, Tharme RE, de Villiers MS. (Eds.). 2000. Environmental flow assessments for rivers: manual for the Building Block Methodology. Water Research Commission Technology Transfer Report No. TT131/00. Pretoria, South Africa.

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.

Loar JM & Sale MJ. 1981. Analysis of environment al issues related to small scale hydroelectric development. V. Instreamflow needs for fishery resources. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory, Environment al Science Division (ORNL / TM- 7861).

Lytle DA & Poff LN. 2004. Adaptation no natural flow regime. Trends Ecology Evolution 19(2):94-100.

Magdaleno MF. 2009. Manual técnico de cálculo de caudales ambientales. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Monografía 102). España. ISBN: 978-84-380-0411-1.

Mantero de San Vicente O & Cabral D. 1995. Derecho ambiental. Fundación de Cultura Universitaria. 362pp.

Martínez & Fernández Yuste 2006. El régimen natural de caudales, una diversidad imprescindible, una diversidad predecible. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales, ISSN 1131-7965, 15(1).

Martino D. 2008. El Mercado del Servicio de Mitigación del Cambio Climático: Oportunidades para Uruguay. Programa Apoyo a los Procesos de Apertura e Integración al Comercio Internacional (ICI) ATN/ME-9566-RG. Montevideo.

MAVDT 2008. Metodología para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 135pp.

Milessi ACA, Calliari D, Rodríguez-Graña L, Conde D, Sellanes J & Rodríguez-Gallego L. 2009. Trophic mass-balance model of a subtropical coastal lagoon, including a comparison with a stable isotope analysis of the food-web. Ecological Modelling 221(24): 2859-2869.

Pizzarro F. 2004. Caudales Ambientales. GWP, Costa Rica.

PNUD. 2007. Uruguay: El cambio climático. Informe Mundial Sobre Desarrollo Humano 2007-2008. Material Complementario, material de divulgación. Montevideo.

PNUD, PNUMA. 2009. Uruguay 2009. Medio ambiente: desafíos y políticas públicas. Material de difusión para el debate y la participación en torno a las políticas públicas. Programa ART, Montevideo.

Poff NL, Allan JD, Bain MB, Karr JR, Prestegaard 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 & Ward JV. 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow patterns. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46:1805-1817.

Porcel GH & JM Malán. 2005. Estudio para La determinación Del caudal mínimo necesario para El reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en El curso inferior Del río Atuel. Universidad Nacional de La Pampa. Argentina.

Pyrce R. 2004. Hydrological Low Flow Indices and their Uses. WSC Report No. 04-2004, Watershed Science Centre, Peterborough, Ontario.

Ramón J, Arturo J, Calvo J, Pizarro F, González E, Jiménez Hernández A. (Eds.). 2005. Conceptualización de caudal ambiental en Costa Rica determinación inicial para el Río Tempisque. UICN Regional Office for Meso-America, Costa Rica.

Reiser DW, Wesche TA & Estes C. 1989. Status of Instrearn Flow Legislation and Practices in North America Fisheries, 14(2):22-29.

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.

Richter B D, Mathews R, Harrison D L & Wigington R. 2003. Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity. Ecological Applications, 13(1):206–224.

Rodríguez-Gallego L (coordinadora). 2008. Aspectos destacados de la biodiversidad d el Aº Maldonado: recomendaciones para su uso y manejo. Convenio IMMaldonado-IMFIA-Facultad de Ciencias. Montevideo.

Rodríguez-Graña L, Calliari D, Gómez P, Machado I, & Britos A. 2006. Procesos Estructuradores de las Comunidades Biológicas en Lagunas Costeras de Uruguay. En: Bases para la Conservación y el Manejo de la Costa Uruguaya. Menafra R, Rodríguez-Gallego L, Scarabino F & Conde D (Eds.), 611-630. Montevideo: Vida Silvestre Uruguay.

Santacruz de León G & M. Ahuilar-Robledo. 2009. Estimacón de los caudales ecológicos en el Río Valles con el método Tennant. Hidrobiológica, 19(1): 25-32.

Stalnaker CB & Arnette JL. 1976. Methodologies for determining instream flows for fish and other aquatic life. In Stalnaker CB & Arnette JL (Eds.). Methodologies for the Determination of Stream Resource Flow Requirements: An Assessment. Utah State University, Logan.

Swales S & Harris JH. 1995. The expert panel assessment method (EPAM): a new tool for determining environmental flows in regulated rivers. In The Ecological Basis for River Management, Harper DM, Ferguson AJD (Eds.). John Wiley & Sons: New York.

Swanson S. 2002. Indicators of Hydrologic Alteration. River Modeling Specialist, BLM, National Science and Technology Center. Resource Notes. Hydrology. Nº58.

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 Res. Applic., 19: 397–441.

Toro B. 2011. Las experiencias internacionales de adopción de políticas públicas de Organizaciones Sociales, el papel de las ONG como promotoras de bienes públicos y rutas para el fortalecimiento de las organizaciones. Documento síntesis del Encuentro Nacional de las ONG, Medellín, Colombia.

UNESCO. 2005. Taller de caudales ambientales: experiencias y desafíos regionales. San José. Costa Rica.

U.S. Army Corps of Engineers. 2010. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, V 4.1.0.

ANEXO – Corresponde al Anexo E del acuerdo entre PNUMA y Vida Silvestre Uruguay que establece el formato de informe

1. ANTECEDENTES
1.1 NÚMERO DE MEMORÁNDUM DE ENTENDIMIENTO
Acuerdo de Financiación en pequeña escala, SSFA-ONEUNPILOT/URU-001/2011

1.2 OBJETIVOS DEL CONVENIO
a. Apoyar al Proyecto K (Vulnerabilidad y Sostenibilidad Ambiental a Nivel Territorial) en el fortalecimiento y apropiaci6n del concepto de caudales ambientales como herramienta de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), mediante la conformación de un equipo interdisciplinario que utilice metodologías de estimación de caudales ambientales ajustadas a un caso de estudio y con participaci6n de actores clave de la sociedad

b. Conceptualizar el término caudales ambientales, aplicar tres métodos de estimación e identificar desafíos y oportunidades para su implementaci6n como herramienta para la gestión integrada de los recursos hídricos en Uruguay

c. Probar y ajustar la metodología mediante un ejercicio piloto de aplicación a una subcuenca.

d. Facilitar la incorporación del concepto de caudales ambientales como una herramienta de GIRH

1.3 DIVISIÓN/UNIDAD DEL PNUMA

1.4 ORGANISMO EJECUTOR
Vida Silvestre Uruguay

2. DETALLES DE IMPLEMENTACIÓN DEL ACUERDO
2.1 RESULTADOS
Ver páginas 8 a 128

2.2 ACTIVIDADES
A continuación se enumeran las reuniones interinstitucionales realizadas donde participaron integrantes de DINAGUA (Rodolfo Chao), de la División Calidad del Agua de DINAMA (Luis Reolón, Gabriel Yorda y Lizet De León), representantes de PNUMA (Diego Martino) y asesores de la DINAMA (Valeria Pérez). Estas reuniones, donde participaba además el equipo del proyecto, consistieron en seminarios para socializar los conceptos y metodologías de trabajo de las diferentes disciplinas, discutir definiciones para Uruguay y avances en los resultados obtenidos. Los temas tratados fueron:
- Funcionamiento ecológico de los ecosistemas acuáticos – L. Rodríguez-Gallego
- Funcionamiento hidrológico de los sistemas fluviales – Christian Chreties
- Conceptos en participación social y descripción de la pauta de entrevista – Marianela Fernández
- Conceptos en Derecho y legislación nacional de aguas – Matilde Saravia

- Conceptos en economía y descripción socioeconómica de la zona de estudio – Bibiana Lanzilota
- Discusión de la definición de caudales ambientales para Uruguay, ampliada a otros especialistas en Ordenamiento Territorial, Derecho, Geomorfología y Agronomía.
- Discusión sobre los resultados de la modelación hidrológica y de las entrevistas a actores locales
-Taller final de devolución de los resultados a los actores entrevistados y otros actores relevantes.

En la tabla 35 se indican las actividades realizadas durante el proyecto, el cual se extendió hasta noviembre de 2011. Todas las actividades previstas se realizaron con normalidad.

Tabla 35. Actividades y metodología del proyecto.

Objetivos	Actividades según el proponente	Metodología
1	Búsqueda bibliográfica	1.1 Consulta inicial de coordinación con el experto internacional 1.2 Revisión bibliográfica 1.3 Análisis de las metodologías y formas de participación social utilizadas
	Revisión de casos internacionales	2.1 Análisis de tres casos regionales (América Latina) en consulta con el experto internacional
	Identificación de los actores clave, realización de entrevistas individuales y sistematización de las mismas	3.1 Identificación de actores nacionales y locales relevantes 3.2 Elaboración de una pauta de entrevista semi-estructurada 3.3 Entrevistas 3.4 Análisis de la normativa de aguas, biodiversidad, riego y ordenamiento territorial 3.5 Sistematización de la información de las entrevistas
	Establecer definición de "caudales ambientales" para Uruguay y una estrategia metodológica para aplicarlo	4.1 Elaboración de una definición preliminar de caudales ambientales para Uruguay 4.2 Análisis interdisciplinario de la multi-dimensionalidad del concepto de caudal ambiental 4.3 Seleccionar un modelo de estimación de caudales ambientales por cada tipología (hidrológico, hidro-biológico y holístico)
	Ajustar la estrategia metodológica para el Arroyo Maldonado	5.1 Levantamiento de información para el Arroyo Maldonado 5.2. Adaptación de la modelación hidrológica existente para el Arroyo Maldonado para estimar caudales ambientales según los tres métodos de estimación. 5.3 Comparación de las ventajas y desventajas de los tres métodos de estimación para el caso de Uruguay.
	Taller de	6.1 Presentación de los resultados de la estimación de caudales

	presentación de resultados y devolución a los técnicos consultados	ambientales a los actores entrevistados y para obtener su opinión. 6.2 Incorporar la opinión de los participantes a un documento con recomendaciones para una estrategia nacional para aplicar Caudales Ambientales en Uruguay.
	Evaluar la experiencia realizada	7.1 Evaluación entre los integrantes del equipo y con el consultor internacional acerca de la eficacia de las metodologías para estimar caudal ambiental y de su extrapolación para definir caudales ambientales en otras cuencas
3	Aportar elementos para la elaboración de una estrategia para aplicar Caudales Ambientales en Uruguay	8.1 En función de los resultados de la revisión bibliográfica, las entrevistas a actores clave, las lecciones aprendidas en otros países, la experiencia de los técnicos de esta propuesta y del experto internacional, así como técnicos de NNUU, DINAGUA, DINAMA, DINOT, se elaborará un informe final que contenga la información recabada, los métodos de estimación más apropiados con sus ventajas y desventajas las lecciones aprendidas, proponga una definición de caudales ambientales aplicable para Uruguay, discuta aspectos técnicos como disponibilidad de información, de normativa, de marcos para la gestión y enumere pasos a seguir para que el país incorpore el concepto de caudales ambientales como herramienta de gestión.

2.3. UTILIDAD DEL PRODUCTO

Las utilidades del producto se esquematizan a continuación:

- El país cuenta con un informe que revisa el concepto y las metodologías de estimación de caudales ambientales a nivel internacional, propone una definición ajustada al país y cuenta con una aplicación preliminar a un caso de estudio piloto
- Se cuenta con una serie de recomendaciones para elaborar una estrategia para incorporar el concepto caudales ambientales a la política de gestión de recursos hídricos
- Existe un grupo de técnicos del MVOTMA que está familiarizado con el concepto, las metodologías de estimación y de las recomendaciones de aplicación
- Existe una serie de actores nacionales y departamentales, tanto del Estado como de privados y usuarios familiarizados con el concepto y las ventajas de aplicarlo
- Existe un equipo de especialistas en una ONG y en asociación con investigadores universitarios que adquirieron experiencia en la aplicación de metodologías de estimación de caudales ambientales y que pueden actuar como replicadores

2.4. COSTO –EFECTIVIDAD

Entendemos que la relación del costo-efectividad del proyecto fue positiva para el donante, en el sentido que se realizaron todas las actividades previstas y la profundidad del trabajo es a nuestro entender muy satisfactoria considerando el corto plazo en el que se trabajó.

Sin embargo, haber contado con un plazo mayor hubiera permitido entregar algunos productos con mayor grado de madurez, donde se hubiera podrido procesar más bibliografía, discutido más en el equipo del proyecto y en las instancias interinstitucionales

con el MVOTMA y especialmente se habría podido interactuar más con el consultor internacional.

2.5. GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS /RESULTADOS

No se incumplió con ningún objetivo planteado. Sin embargo, algunos objetivos no pudieron contar con el desarrollo deseado, aunque igual se alcanzaron, a nuestro entender, satisfactoriamente. En especial la interacción con el consultor internacional no fue aprovechada cabalmente, debido a que los tiempos fueron tan ajustados que en cuanto el equipo tenía dominado uno de los temas debía entrar inmediatamente en el siguiente para no retrasarse, agotándose el tiempo para realizar consultas sobre dudas o interpretación de resultados. Es importante destacar que las metodologías eco-hirológicas y holísticas en el país no están siendo aplicadas por ningún equipo de investigación, por lo que los especialistas del equipo del proyecto manejaban los conceptos pero sólo marginalmente las metodologías y debieron aplicarlas por primera vez, lo que tomó mucho tiempo de búsqueda bibliográfica, interpretación y ajuste metodológico.

3. CONCLUSIONES

3.1. LECCIONES APRENDIDAS

La organización de seminarios de discusión de aspectos conceptuales de las disciplinas intervinientes y de los avances de resultados permitió una rápida integración de los técnicos del equipo de trabajo, los que en su mayoría no se conocían entre sí y provenían de disciplinas muy diferentes.

Asimismo, la integración de técnicos de diferentes Direcciones del MOTMA (DINAMA y DINAGUA) a los seminarios del equipo de trabajo y a algunas instancias de presentación de avances permitió discusiones interdisciplinarias e interinstitucionales muy enriquecedoras, ayudando a moverse de lo conceptual a las necesidades de gestión, a la vez que discutir con ellos la necesidad de avanzar en el manejo de los sistemas acuáticos para aplicar aspectos conceptuales clave, pese a que en la gestión cotidiana no sea sencillo. Pensamos que esta será una de las mayores fortalezas del proyecto y que se vio reflejado en los resultados y en las recomendaciones.

4. ANEXOS

No se han realizado compras por montos superiores a 1.500 dólares.

5. BIBLIOGRAFÍA

Ver páginas 129 a 134