

LA INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA Y EL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES: PRINCIPIOS, REALIDADES Y TAREAS PENDIENTES

Fernández Yuste, J.A.⁽¹⁾, Martínez Santa-María, C.⁽¹⁾, Magdaleno Mas, F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Forestal. Escuela Universitaria de Ingeniería Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

⁽²⁾ Área de Ingeniería Ambiental. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX (Ministerio de Fomento).

tasio.fyuste@upm.es

Resumen

El objetivo de este artículo es presentar los contenidos que deben ofrecer las metodologías para la estimación de regímenes ambientales de caudales y analizar el proceso de estimación, implantación y seguimiento que se abre en España en esta materia, como consecuencia de los planes de cuenca que deben aplicarse para dar cumplimiento a la Directiva Marco del Agua. Se presenta un recorrido en la evolución conceptual y metodológica que, en los últimos veinte años, ha tenido la estimación de caudales ecológicos. Una vez enmarcados los conceptos y principios que actualmente se están considerando, se caracterizan y discuten las cualidades que debe tener cualquier régimen ambiental de caudales. Asimismo, se recoge el proceso actual de estimación de regímenes ambientales en España, y se relaciona su estructura metodológica y su desarrollo con los planteamientos conceptuales y técnicos vigentes en el ámbito científico y en la gestión ecohidrológica, reflexionando, por último, sobre las fases de implantación y seguimiento.

Palabras clave: régimen ambiental, ecosistema fluvial, gestión hidrológica.

Abstract

This paper focuses on the most recommendable contents of the methodologies for the establishment of environmental flow requirements. The conceptual and methodological evolution of instream flows, in the last twenty years, is reviewed. After the discussion of the nowadays framework concepts and principles, the compulsory attributes of environmental flow regimes are characterized and presented. Complementarily, the present process of implementation of environmental flows in the Spanish basins is discussed, and its methodological structure and development is related to the technical procedures required by the scientific context and the ecohydrological management of water bodies.

Keywords: environmental flow regime, river ecosystem, water management.

1. Introducción.

En España, el artículo 18 del Reglamento de Planificación Hidrológica (R.D. 907/2007) desarrolla el concepto de régimen de caudales ecológicos, entendiéndolo como el que permite mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición. La Instrucción de Planificación Hidrológica-IPH- (ARM/2656/2008) determina el proceso de establecimiento del régimen de caudal ecológico en tres fases -estudios técnicos; concertación pública; implementación y seguimiento adaptativo-, y determina la metodología a utilizar para su cálculo, así como sus componentes: caudales máximos, caudales mínimos, caudales de crecida y tasas de cambio.

En ese contexto, en un momento en el que además se están publicando en España, para su consulta, los planes de cuenca, se enmarca este trabajo, que se plantea los siguientes objetivos:

(i) Presentar de manera sintética las características que deben tener las metodologías para la estimación de escenarios de regímenes ambientales de caudales. Esas características se establecerán considerando tanto la incorporación de los conocimientos desarrollados recientemente en ese campo, como los requisitos derivados de la Directiva Marco del Agua (DMA) en cuanto a participación pública y gestión adaptativa. (ii) Analizar si la doctrina de la IPH se adecúa conceptualmente a esas características. (iii) Presentar una visión sintética y de conjunto de los trabajos que desde la Administración del Estado se han desarrollado para

favorecer la aplicación armonizada de lo establecido por la IPH en cuanto a régimen ambiental de caudales.(iv) Reflexionar sobre los resultados que se están ofreciendo en los planes de cuenca que se han publicado para su consulta.

2. ¿Qué cualidades debe tener un régimen ambiental de caudales?

Siguiendo los pilares establecido en la declaración de Brisbane (Brisbane Declaration, 2007) se establecen los siguientes requisitos en la definición de un régimen ambiental:

Ambientalmente homologable: El régimen ambiental debe contemplar el Régimen Natural (RN) como estado de referencia, tratando de reproducir, atenuadas en magnitud, las pautas del RN que tienen mayor significación en la integridad ambiental del ecosistema fluvial.

Versátil: Con capacidad para ofrecer escenarios que permitan conciliar distintos niveles de integridad ambiental con rangos de uso de los recursos hídricos y con distintas situaciones hidrológicas -tanto las que pueden obtenerse a partir de las series históricas como las que se deriven de hipótesis de cambio climático-. Esos escenarios deben mantener los aspectos estructurales más importantes del régimen natural, aunque con distintas tasas de reducción de los caudales circulantes. El escenario de no acción debe ser también incluido y valorado ambiental, económica y socialmente (King & Brown, 2010).

Demanda cuantificable: Cada escenario debe aportar información respecto al agua que requiere, tanto en cantidad como en sus patrones temporales. Esa información es relevante para el proceso de toma de decisiones, y es una cualidad del régimen ambiental que debe definirse con precisión y detalle.

Aplicable: El régimen ambiental debe formularse para poder ser aplicado. Es necesario contar con los gestores de los recursos hídricos, con los protocolos de operación en las obras hidráulicas que manejan, para asegurar la aplicabilidad funcional de los escenarios ofrecidos. Debe acreditarse que es posible hacer las sueltas, en cantidad, tiempo y tasas de cambio, prescritas por el régimen ambiental (Acreman & Ferguson, 2010; King & Brown, 2010).

Ambientalmente valorable: Es necesario aplicar índices que permitan valorar ambientalmente cada uno de los escenarios considerados. Conceptualmente lo más adecuado sería aplicar relaciones entre el escenario a valorar y la respuesta ecológica que su implementación tendría. Sin embargo, actualmente no existe un conjunto transferible de relaciones cuantitativas precisas entre alteración del régimen y respuesta ambiental, aunque sí se puede asegurar que alteraciones del régimen de caudales inducen cambios ecológicos, y que el riesgo del cambio aumenta con la magnitud de la alteración (Poff & Zimmerman, 2010). Es por ello que la valoración ambiental de cada escenario se plantea comparando el régimen propuesto en el escenario con el RN, y que la “distancia” entre ambos regímenes se asuma como un indicador de la calidad ambiental del escenario.

Identificar y valorar económicamente los bienes y servicios suministrados por el ecosistema fluvial: Es necesario identificar los bienes y servicios que el ecosistema fluvial ofrece, y en qué medida cada uno de los escenarios considerados -incluyendo el de no acción- los mantiene. Es conveniente hacer una valoración económica de cada uno de los escenarios; de esa manera se pueden integrar esos bienes y servicios en la toma de decisiones con un nivel análogo al que es habitual en otros servicios derivados de la utilización de los recursos hídricos (National Research Council, 2005; Newcome et al., 2005; Pagiola et al., 2004; Pearce. et al., 2006; Korsgaard, 2006).

Adecuado para la participación: En el proceso de concertación, donde se concilian usos, demandas, régimen concesional, normas de explotación y estado ecológico, es necesario disponer de alternativas -escenarios- ambientalmente homologadas, con una demanda cuantificada, que sean aplicables y con información objetiva sobre el estado ecológico que resultaría si cada uno de esos escenarios fuese finalmente aceptado y aplicado. Así, los

responsables de la toma de decisiones dispondrán de elementos de juicio objetivos sobre los bienes y servicios proporcionados por el ecosistema fluvial, y las consecuencias ecológicas, económicas y sociales que conllevaría la implementación de cada uno de los escenarios considerados (Poff et al., 2010).

Con un programa de gestión adaptativa: Es imprescindible que cualquier programa de implementación de caudales ecológicos incorpore un protocolo efectivo de gestión adaptativa, de manera que se monitorice adecuadamente la respuesta de los principales componentes y procesos del ecosistema, se asegure que la información recogida es interpretada, y que los resultados son utilizados para un uso ambientalmente más eficiente de los recursos destinados al régimen ambiental (Poff et al., 2003).

3. ¿Qué cualidades exige la Normativa Española?

En España, el Reglamento de Planificación Hidrológica (R.D. 907/2007) y la Instrucción de Planificación Hidrológica – IPH (ARM/2656/2008), sin ningún antecedente legislativo que presentase un nivel de detalle similar, formulan un protocolo exhaustivo (Tabla 1). para el establecimiento de regímenes de caudales ecológicos y su inclusión en los planes de cuenca. Se trata de un texto que establece una oportunidad para sentar las bases de un cambio cuantitativo y cualitativo en la génesis, aplicación y armonización de los regímenes ambientales, al estar basado en unos fundamentos conceptuales sólidos y actualizados, que lo sitúan en un primer plano a nivel internacional. Además, reconoce la necesaria división del proceso de establecimiento en tres fases: una primera fase de estudios técnicos, una segunda de concertación pública de los resultados obtenidos, y una tercera de implementación y seguimiento adaptativo.

Tabla 1. Síntesis de los objetivos y cualidades del protocolo para el establecimiento de caudales ecológicos de la Instrucción de Planificación Hidrológica (ARM 2656/2008). (*) *Textos tomados del artículo 3.4 de la Instrucción de Planificación Hidrológica*

FASES(*)	OBJETIVOS(*)	CUALIDADES
Proceso de estimación de elementos del régimen de caudales ecológicos	El régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado ecológico o buen potencial ecológico en ríos o aguas de transición.	✓ Ambientalmente homologable.
Proceso de concertación e implantación	Objetivos del proceso de concertación: <ul style="list-style-type: none"> • Valorar la integridad hidrológica y ambiental del régimen ambiental. • Analizar la viabilidad técnica, económica y social de su implantación efectiva. • Proponer un plan de implantación y gestión adaptativa. Niveles de participación : <ul style="list-style-type: none"> • Información. • Consulta pública. • Participación activa. En el nivel de participación activa se incluirá una fase de resolución de alternativas en la que se deberá disponer de los informes y estudios técnicos que justifiquen: <ul style="list-style-type: none"> ◦ El régimen de caudales ecológicos propuesto. ◦ Los valores ambientales asociados a dichos caudales. ◦ Los análisis de las repercusiones, tanto positivas como negativas, en los aspectos económicos y sociales, y en los niveles de garantía de las unidades de demanda afectadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ambientalmente valorable. ✓ Aplicable. ✓ Demanda cuantificable. ✓ Adecuado para la participación. ✓ Versátil. ✓ Identificar y valorar bienes y servicios suministrados por el ecosistema fluvial:
Proceso de seguimiento adaptativo	Conocer el grado de cumplimiento de los objetivos previstos e introducir eventuales modificaciones del régimen definido.	✓ Con un programa de gestión adaptativa.

La IPH ofrece en su articulado un notable detalle de los métodos y criterios a aplicar en la fase de estimación de los componentes del régimen de caudales ecológicos. Para la estimación de los caudales mínimos, el legislador asume el grado de incertidumbre que presentan tanto las metodologías hidrológicas como la modelización de la idoneidad del hábitat para la ictiofauna, por lo que adopta un método combinado. Este planteamiento permite introducir una mayor flexibilidad en la toma de decisiones, necesaria tanto ante la incertidumbre de los conocimientos actuales como ante la enorme heterogeneidad en las características de las masas de agua españolas. Esta flexibilidad normativa debe utilizarse, porque así fue concebida, como una oportunidad para el gestor, para que aplicando los datos y criterios más adecuados en cada masa de agua, identifique los aspectos ambientales clave y refuerce, con la ayuda de los caudales ecológicos, su recuperación y protección (Magdaleno, 2010).

4. ¿Qué tareas se han realizado para la estimación del régimen de caudales ecológicos en España?

La aplicación de la metodología desarrollada en la IPH ha requerido un notable esfuerzo técnico y científico, dado que se fundamenta en la combinación de datos hidrológicos y biológicos, algunos de los cuales tuvieron que ser desarrollados *ad hoc* para los estudios.

En primer lugar se establecieron criterios para seleccionar las masas de agua y los puntos en los que se estimaría el régimen ambiental de caudales. A continuación, y en paralelo, se trabajó en diferentes campos: (1) Obtener la información hidrológica necesaria para establecer el régimen de referencia (régimen natural); (2) Poner a punto las metodologías para los métodos hidrológicos de estimación estacional de caudales mínimos; (3) Obtener curvas de idoneidad de hábitat para la ictiofauna autóctona; (4) Generar protocolos de simulación hidrobiológica; (5) Desarrollar criterios para las tasas de cambio y caudales generadores; (6) Desarrollar criterios para ríos temporales, intermitentes y efímeros, así como para las aguas de transición; (7) Establecer pautas para generalizar los resultados obtenidos al conjunto de la red de drenaje.

Por lo que respecta al desarrollo de metodologías para generar escenarios de regímenes ambientales, puede señalarse el software libre IAHRIS v2.2.(Martínez & Fernández, 2010a; Martínez & Fernández, 2010b) que permite (i)caracterizar la alteración del régimen de caudales, (ii)generar escenarios de régimen ambiental con base hidro-ecológica y (iii)estudiar la condición de masa de agua muy alterada.

Los estudios técnicos de detalle se han realizado, entre los años 2008 y 2010, en algo más de un 10% de las masas de agua naturales, correspondientes a las cuencas hidrográficas intercomunitarias.

Los resultados de estos trabajos se materializan en el correspondiente anejo de caudales ecológicos que incluye cada uno de los planes hidrológicos que las demarcaciones hidrográficas han sometido o van a someter a consulta pública. A modo de síntesis de los resultados ofrecidos en dichos anejos, se ofrecen ejemplos tomados de los planes de hidrológicos publicados para su consulta pública. Para sistematizar esa síntesis, se siguen los componentes del régimen ambiental que exige la IPH:

Caudales mínimos (deben ser superados con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre las comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades autóctonas). En la tabla 2 se muestra parte de los caudales mínimos establecidos en el proyecto de plan hidrológico de la demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas. En las propuestas de todas las demarcaciones se ha establecido una distribución

temporal de esos caudales mínimos, habitualmente a escala mensual, aunque en algún caso se ofrecen para intervalos trimestrales. Para la estimación de estos caudales se han considerado aspectos hidrológicos y de hábitat, para una o varias especies objetivo.

Tabla 2. Caudales ecológicos mínimos mensuales. Ejemplo de la información ofrecida en el proyecto de plan hidrológico de la demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas

Tabla 1. Propuesta de régimen de caudales mínimos																					
Subsistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	Alteración hidrológica	Especie objetivo	Régimen de caudales mínimos (m³/s)														
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Annual	% Nat
I-1	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Temporal	Alterada	-	Régimen final	0,08	0,16	0,31	0,25	0,22	0,19	0,15	0,10	0,04	0,03	0,03	0,03	0,13	12,4%
			Aguas abajo de afluentes	Permanente	Alterada	Barbo gitano	Régimen final	0,32	0,55	0,88	0,69	0,62	0,46	0,38	0,25	0,08	0,08	0,08	0,08	0,37	14,1%
	0611102	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Temporal	Alterada	Boga del Guadiana	Régimen final	0,03	0,08	0,30	0,19	0,19	0,15	0,09	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	11,4%
I-2	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras (EA 6033)	Permanente	No alterada	-	Régimen final	0,65	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	1,04	12,6%
	0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)	Permanente	No alterada	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,63	1,50	2,00	1,95	1,77	1,31	0,65	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,94	8,2%
							Régimen final	0,63	1,50	2,00	1,95	1,77	1,31	1,16	0,90	0,60	0,41	0,31	0,30	1,07	9,3%

Los caudales mínimos obtenidos en los tramos designados en cada demarcación para realizar los estudios de detalle, se han extendido al resto de masas con procedimientos distintos. Así la Agencia Catalana del Agua lo determina ponderando con la superficie de la cuenca (Diari oficial de la Generalitat de Catalunya. MAH/2465/2006. art. 2.2), procedimiento que ha sido utilizado por la demarcación Miño-Sil (<http://www.chminosil.es/contenido.php?mod=0&id0=4&id1=122>). En el proyecto de plan hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir (<http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/planHidrologicoDemarcacion/documentacionRelacionada/memoriaCaudalesEcologicos/>) esa extrapolación se ha realizado clasificando los ríos por tipo o hidrorregión donde se encuadran.

A estos caudales mínimos, y en el caso de sequías prolongadas, la IPH permite aplicar una reducción que ha de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo (QHPU25%), manteniendo la variabilidad mensual establecida para los caudales mínimos. Para hallar estos caudales, se han aplicado criterios distintos. Así, en la demarcación Miño-Sil el caudal ecológico para la situación de sequía prolongada será el 50% asignado para situaciones normales. En la demarcación del Duero (<http://www.chduero.es/Inicio/Planificaci%C3%B3n/Planhidrol%C3%B3gico2009/PropuestaPlanHidrol%C3%B3gico/Anejo4Caudalesecol%C3%B3gicos/tabid/505/Default.aspx>) se ha calculado la proporción entre el QHPU25% y el QHPU50%, y esta proporción se ha aplicado a los caudales elegidos como Q mínimos ordinarios para establecer los correspondientes a sequías prologadas (tabla 3).

Río	CÓDIGO MASA	Q 80%HPU	Q 50%HPU	Q 30%HPU	Q 25%HPU	Q HPU 25% / Q HPU 50%
ADAJA	454	0,908 m³/s	0,580 m³/s	0,409 m³/s	0,365 m³/s	62,93%
AGUEDA	523	1,732 m³/s	0,958 m³/s	0,678 m³/s	0,614 m³/s	64,07%
ARLANZÓN	186	0,419 m³/s	0,320 m³/s	0,212 m³/s	0,167 m³/s	52,19%
ARLANZA	159	3,165 m³/s	0,462 m³/s	0,086 m³/s	0,072 m³/s	15,53%
CARRIÓN	153	3,622 m³/s	2,306 m³/s	1,451 m³/s	1,253 m³/s	54,32%
DUERO	200678	66,023 m³/s	19,534 m³/s	2,851 m³/s	0,958 m³/s	4,91%
DUERO	344	8,179 m³/s	6,648 m³/s	5,093 m³/s	3,923 m³/s	59,01%
DUERO	395	24,521 m³/s	14,072 m³/s	8,704 m³/s	7,450 m³/s	52,94%
DUERO	826	7,957 m³/s	5,790 m³/s	4,547 m³/s	4,249 m³/s	73,39%
DUERO	323	1,481 m³/s	0,524 m³/s	0,314 m³/s	0,262 m³/s	50,00%
DURATÓN	831	0,815 m³/s	0,554 m³/s	0,475 m³/s	0,427 m³/s	77,02%
ERESMA	544	0,231 m³/s	0,105 m³/s	0,022 m³/s	0,013 m³/s	11,90%

Tabla 3. Factor de reducción (QHPU25%/QHPU50%) de los caudales ecológicos mínimos ordinarios para el caso de sequía prolongada. Ejemplo de la información ofrecida en el proyecto del plan hidrológico de la demarcación hidrográfica del Duero.

Un aspecto importante que afecta a una parte notable del territorio español es el caso de las masas de agua estacionales (7-100 días/año con $Q_{diario}=0$ l/s), intermitentes (100-300 días/año con $Q_{diario}=0$ l/s) y efímeras (> 300 días/año con $Q_{diario}=0$ l/s). Para estos casos la IPH prevé la determinación de la duración, frecuencia y estacionalidad de los periodos de cese de circulación de caudal. Aunque el proyecto de plan de la demarcación del Guadiana aún no se ha publicado, en esa cuenca, en la que sólo un 5,7% de las masas de agua superficiales son permanentes, se ha desarrollado un intenso trabajo para la caracterización de los periodos de cese (tabla 4).

Código	Nombre	Clasificación	Cese de Caudal			
			Todos los años	Años alternos		
				mes	nº años	cada
12010	RIO LACARA	INTERMITENTE	Junio-Julio-Agosto	Septiembre	2	4
12013	RIO ZAPATÓN II	INTERMITENTE	Julio-Agosto	Junio	2	4
				Septiembre	1	3
12024	RIO GUADAMATILLA II	INTERMITENTE	Junio-Julio-Agosto-Septiembre	Mayo	1	2
12027	RIO OLIVENZA II	INTERMITENTE	Junio-Julio-Agosto	Mayo	1	4
				Septiembre	2	4
13359	RIO ARDILA II	ESTACIONAL	Julio-Agosto	Junio	1	5
				Septiembre	1	5
13366	RIO ALCARACHE II	INTERMITENTE	Junio-Julio-Agosto-Septiembre	Mayo	1	6
13387	RIVERA DE LOS LIMONETES	INTERMITENTE	Julio-Agosto	Junio	1	3
				Septiembre	1	5
13393	RIO GUADAJIRA	INTERMITENTE	Julio-Agosto	Junio	2	4
				Septiembre	1	4
13397	RIO MATACHEL II	INTERMITENTE	Julio-Agosto	Junio	1	4
				Septiembre	1	4
13398	RIO MATACHEL III	ESTACIONAL	Julio-Agosto	Junio	1	2
				Septiembre	1	5

Tabla 4. Caracterización de los periodos de cese de caudal. Ejemplo de la información ofrecida en *Requerimientos de caudales ecológicos en la demarcación hidrográfica del Guadiana* (2009)

a) **Caudales máximos** (no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras, con el fin de limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas más vulnerables a estos caudales, especialmente en tramos fuertemente regulados). De las masas en las que se han realizado estudios hidrobiológicos, se han determinado caudales máximos únicamente aguas abajo de grandes infraestructuras, aunque con algunas excepciones a esta regla (tabla 5).

Tabla 5. Caudales máximos a desembalsar. Ejemplo de la información ofrecida en el anejo “*Caudales Ecológicos*” del proyecto de plan hidrológico de la demarcación hidrográfica del Miño-Sil.

CAUDALES MÁXIMOS														
NOMBRE	CÓDIGO	INF. REGULACIÓN	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s
Avia III	ES480MAR001960	E. de Albarelos	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84	90,84
Bibeí IV	ES451MAR001440	E. de Bao y E. de Santa Eulalia	123,8	123,8	123,8	123,8	123,8	44,52	44,52	44,52	44,52	44,52	44,52	44,52
Boeza III	ES418MAR000710	E. de Bemibre	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07
Mao II	ES464MAR001670	E. de Vilasouto	12,39	12,39	12,39	12,39	8,25	8,25	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44
E. Castrelo	ES472MAR001850	E. de Velle	1011	1011	1011	1011	706,1	706,1	553,4	553,4	553,4	553,4	553,4	553,4
Miño VIII	ES494MAR002260	E. de Friera y E. de Friera II	1200	1200	1200	1200	817	817	668	668	668	668	668	668
Sil V	ES425MAR001001	E. de Barcena	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9	224,9
Sil VII	ES436MAR001180	E. de San Martín	322	322	322	322	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5

b) **Caudales de crecida y tasa de cambio** máxima aguas abajo de infraestructuras de regulación. Los caudales de crecida se han estimado homologándolos al caudal generador del lecho o de bankfull, evaluando, además de su magnitud, la frecuencia y estacionalidad, así como la caracterización de las tasas de cambio que en algunas demarcaciones se ha detallado hasta la escala horaria. En las cuencas internas del País Vasco (http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informacion/plan_hidrologico/es_doc/plan_hidrologico.html) no se ha considerado prioritaria, con carácter general, la definición de regímenes de caudales máximos, de crecida, y de sus tasas de cambio correspondientes, ya que no existen ni se prevén grandes centrales hidroeléctricas, y que las infraestructuras de regulación tienen un volumen

embalsado relativamente pequeño cuyo efecto aguas abajo es atenuado rápidamente por la incorporación de cuencas adyacentes no reguladas.

Como complemento a lo hasta aquí comentado, merece destacarse el trabajo precursor realizado por la Agencia Catalana del Agua (ACA) con el plan sectorial de caudales ambientales de las cuencas internas de Cataluña (2006) (http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/cabals/cabals_manteniment.pdf), que asigna un régimen de caudales ambientales mensuales en 320 puntos de la red fluvial, y aporta la metodología de cálculo para determinar los caudales de los demás tramos fluviales. Para su implementación efectiva cuenta con los planes zonales de implantación de caudales ambientales, que se redactan a partir de los procesos de participación y de documentos de análisis técnico y económico.

6. ¿Qué tareas quedan?

Los resultados presentados en las propuestas de planes hidrológicos suponen un hito en la gestión de recursos hídricos en España, ya que por primera vez se definen regímenes ambientales considerando (i) tanto aspectos hidrológicos como biológicos, (ii) con una distribución estacional, y (iii) contemplando caudales de avenida para el mantenimiento de la dinámica geomorfológica y de la sucesión vegetal.

Con la presentación de estos resultados se cumple la primera de las fases establecidas en la IPH: la estimación de elementos del régimen de caudales ecológicos. La realización de los estudios técnicos ha supuesto un importante esfuerzo de reflexión y sistematización por parte de especialistas en distintos campos de la ecología fluvial, de la hidrología, y de la gestión, y se han llevado a cabo estudios para aplicar los protocolos desarrollados y mejorarlos. Pero sólo se ha dado el primer paso, importante, sí, pero no definitivo. Las singularidades de cada demarcación, la diversidad hidroclimática española, la variedad de biotopos hídricos y de las especies a ellos vinculados, requerirán nuevos trabajos de sistematización de la información hidrológica, geomorfológica y ecológica, para incrementar el conocimiento sobre la diversidad física y ambiental de las masas de agua, y sus efectos sobre la distribución de hábitats y especies. Además, aunque se ha avanzado en el conocimiento y aplicación de los peces como bioindicador para el régimen ambiental, hay que abordar el estudio de otros grupos de fauna, de la vegetación riparia, de los hábitats físicos de esas comunidades, y su relación con la geomorfología de los cauces. También es necesario abordar la disponibilidad y calidad de los datos hidrológicos necesarios para caracterizar el régimen natural. Hay que acotar las indeterminaciones relacionadas con la fiabilidad y longitud de las series, con los escenarios de cambio climático y con los modelos de estimación de caudales en su adecuación para las singularidades hidrológicas mediterráneas (Magdaleno, 2010).

La siguiente fase, concertación e implantación, será la que determine el alcance real de los regímenes ambientales propuestos. Conviene, pues, no caer en el error de asumir que la determinación de un régimen ambiental es suficiente: de nada sirve si no se vela por su implantación y cumplimiento. Es imprescindible desarrollar una estrategia de trabajo, incorporando actividades, plazos, indicadores..., para así asegurar que se da el paso más difícil y complejo, un paso que, sin duda, conllevará importantes modificaciones de los escenarios de uso y gestión tradicionales, y que requerirá de consideraciones ambientales, sociales, técnicas, legales, económicas y culturales, que deberán conjugarse en un contexto de participación, conciliación de derechos y demandas, y salvaguarda de la integridad de los ecosistemas vinculados al agua.

Mientras que la IPH regula con detalle los contenidos del régimen de caudales ecológicos, aborda de manera más tangencial su proceso de implantación, señalando únicamente (art. 3.4.6) “...el proceso de implantación del régimen de caudales será objeto de un programa

específico que incluirá la definición del proceso de concertación a realizar y, por tanto, será posterior a la propia realización del Plan". Los proyectos de planes hidrológicos incluyen documentos en los que se plantean de forma más o menos teórica las diferentes aproximaciones posibles para realizar la concertación. Estos documentos están basados en buena medida en el Documento Guía nº 8 de la Estrategia Común de Implantación de la DMA. Estas aproximaciones constituyen, en general, un punto de partida, ya que su carácter eminentemente teórico conlleva la necesidad de concretar los procesos de concertación, tarea que necesariamente requiere un nivel de planificación y detalle muy superior. Aunque se cuenta con la experiencia de la participación pública en la definición de los respectivos "Esquemas de Temas Importantes", el proyecto de plan hidrológico supone un salto en contenidos y trascendencia que obliga a reformular los procedimientos. La Agencia Catalana del Agua tiene una larga experiencia en este campo, que puede y debe ser aprovechada, tanto en los procesos de vinculación con los usuarios, como en el análisis de la repercusión económica sobre los usos (costes y beneficios) de la implantación (ACA, 2007; ACA, 2008).

La Dirección General del Agua, consciente de la importancia de esta fase, celebró, a finales de febrero de 2011, una jornada sobre del proceso de participación pública en los planes hidrológicos de cuenca. La información facilitada por las distintas demarcaciones sobre aspectos específicos de la participación (http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/planificacion_hidrologica/partpublica.htm), pone de manifiesto el importante trabajo que, en ese ámbito y en la fase más relevante del proceso de planificación, queda por desarrollar.

La conciliación entre los usos existentes y los requerimientos hídricos para alcanzar el buen estado de las masas no es fácil, y se hace necesario disponer cuanto antes de los protocolos necesarios para abordar los problemas que inevitablemente surgirán cuando se materialice la implantación y verificación de los regímenes ambientales. Sirva como ejemplo de la problemática que subyace en la implantación efectiva el párrafo que a continuación se reproduce tomado del epígrafe 4.3 –*caudales ecológicos*- de la memoria del plan hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero (<http://www.chduero.es/Inicio/Planificaci%C3%B3n/Planhidrol%C3%B3gico2009/PropuestaPlanHidrol%C3%B3gico/Memoria/tabid/495/Default.aspx>): "*Los caudales ecológicos definidos para todas las masas de agua de la categoría río deben ser respetados por los usuarios titulares de las distintas tomas, de tal modo que las derivaciones de caudal estarán siempre limitadas por esta restricción, aunque en determinados momentos pueda suponer la imposibilidad de realizar el aprovechamiento de acuerdo con su título concesional.*" La normativa contempla la revisión de las concesiones para adaptarlas a la implementación de los caudales ambientales previstos en el plan de cuenca, pero hay mucha controversia respecto al pago de indemnizaciones (Bravo, 2011), ya que estos caudales no constituyen un uso sino una limitación de la disponibilidad del recurso

La IPH exige un seguimiento del régimen de caudales ecológicos con objeto de conocer el grado de cumplimiento de los objetivos previstos e introducir eventuales modificaciones del régimen definido (Art. 3.4.7). Para dar cumplimiento a este requerimiento es necesario articular un programa específico que permita medir tanto parámetros hidrológicos como indicadores ecológicos, analizar los efectos ambientales, hidromorfológicos, económicos, sociales y legales derivados de la implantación, y recoger documentadamente las causas de los incumplimientos. Con esa información hay que nutrir al programa de gestión adaptativa, que, fundamentado en los principios de prevención y precaución, debe formularse en paralelo con el de implantación, y con la misma urgencia, porque es imprescindible evaluar cumplimiento y efectos desde el mismo momento en el que se introducen los cambios, y articular procedimientos que permitan incorporar las lecciones aprendidas.

7. Conclusiones

En los últimos años se están produciendo notables cambios conceptuales a la hora de establecer el régimen ambiental de caudales en un río, siendo el más importante el que sitúa estos estudios no como un fin en sí mismo, sino como un valioso instrumento para incorporar la información adecuada en los procesos de toma de decisiones.

Es cierto que a medida que se buscan soluciones más completas, que intentan dar respuesta a un abanico más amplio de objetivos, se corre el riesgo de que el principal problema sea el propio proceso de obtención de resultados, que se hace caro, largo, complejo y por todo ello ineficiente. Probablemente, el reto actual, sin perder de vista el desarrollo de los conocimientos básicos de las relaciones entre el régimen de caudales y los procesos ecológicos, es aplicar procedimientos que permitan obtener información relevante -esto es, escenarios de regímenes ambientales adecuadamente contruidos y evaluados-, con un coste y unos plazos ajustados a los procesos de toma de decisiones.

El actual proceso de determinación de regímenes ambientales en los nuevos planes de cuenca españoles ha permitido realizar una importante actualización metodológica. Es recomendable que los responsables de la gestión de los recursos hídricos no dejen pasar la oportunidad de obtener y materializar el valioso bagaje de "lecciones aprendidas" a lo largo de ese intenso proceso. Responsables de los planes de cuenca de todas las demarcaciones, científicos y técnicos, deberían poner en común sus experiencias y generar un documento que recoja sus recomendaciones para futuras actuaciones en el marco de la estimación de caudales ecológicos.

Siendo importante la determinación de regímenes ambientales, la pieza fundamental del proceso será su implantación efectiva y verificación de cumplimiento. Ese es hoy el reto al que se enfrentan los gestores de los recursos hídricos, por ser la piedra angular sobre la que gravitarán los cambios técnicos, de cultura de uso y económicos que permitirán dar pasos efectivos para alcanzar el buen estado ecológico o el buen potencial ecológico de nuestras masas de agua.

Queda pues mucho y apasionante trabajo, y como señalan King & Brown (2010) en uno de los ocho principios que enuncian como guía para la incorporación de los caudales ecológicos en la gestión integrada de recursos hídricos, *nunca es demasiado pronto para empezar*.

Agradecimientos

A Emilio E. Rodríguez Merino, de la demarcación hidrográfica del Miño-Sil, por su inquietud y sugerencias.

Referencias

ACA. Agencia Catalana del agua (2007). *Síntesi de la valoració de la implantació del Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les conques internes de Catalunya al sector hidroelèctric*. In: https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/cabals/analisi_sector_hidroelectric.pdf

ACA. Agencia Catalana del agua (2008). *Estimating the social benefits of protecting minimum instream flows in a Mediterranean watershed*. In: https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/cabals/beneficis_%20socials_derivats_proteccio_cabals_riu_ter.pdf

Acreman, M.C. & Ferguson, J.D. (2010). Environmental flow and the European Water Framework Directive. *Freshwater Biology* 55: 32-48

Bravo,R. (2011). Sobre la (no) obligación de indemnizar la exigencia del respeto al caudal ecológico por parte de las concesiones de aguas preexistentes. *Ecosostenible* 7: 3-13.

Brisbane Declaration (2007). 10th International River symposium and International Environmental Flows Conference. Brisbane, Australia, 3-6 September 2007.

Instrucción De Planificación Hidrológica (ARM/2656/2008). Boletín Oficial del Estado número 229 de 22 de septiembre de 2008: 38472-38582.

King, J. & Brown, C. (2010). Integrated basin flow assessments: concepts and methods development in Africa and South-east Asia. *Freshwater Biology* 55: 127-146

Korsgaard, L. (2006). *Environmental Flows in Integrated Water Resources Management: Linking Flows, Services and Values*. Ph.D. Thesis. December 2006. Institute of Environment & Resources. Technical University of Denmark

Magdaleno, F. (2010). *¿Debe el agua de los ríos llegar al mar? Orientaciones para una gestión medioambiental del agua en España*. Estudios de progreso: Fundación alternativas. Madrid. 71 pg.

Martínez, C. & Fernández, J.A. (2010a). *IAHRIS - Índices de Alteración Hidrológica en Ríos. Versión 2.2*. Software disponible en http://www.ecogesfor.org/IAHRIS_es.html

Martínez, C. & Fernández, J.A. (2010b). *Régimen ambiental de caudales: Manual de referencia*. http://www.ecogesfor.org/IAHRIS_es.html

National Research Council (2005). *Valuing Ecosystem Services: Towards Better Environmental Decision-Making*. The National Academies Press, Washington DC.

Newcome, J., Provins, A. Johns, H. Ozdemiroglu, E., Ghazoul, J. (2005). *The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review*. Economics for the Environment Consultancy (EFTEC), London, UK.

Pagiola, S, Ritter, K. Von, Bishop, J. (2004). *Assessing the Economic Value of Conservation*. Environmental Department Paper, 101, The World Bank, Washington D.C., USA.

Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S. (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment. Recent Developments*. OECD Publishing.

Poff, N.L., Allan, J.D., Palmer, M.A., Hart, D.D., Richter, B.D., Arthington, A.H., Rogers, K.H., Meyer, J.L. & Stanford J.A. (2003) River flows and water wars: emerging science for environmental decision making. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 298–306.

Poff,N.L., Richter,B.D, Arthington,A.H., Bunn,S.E., Naiman,R.J., Kendy,E., Acreman,M., Apse,C., Bledsoe,B.P., Freeman,M.C.; Henriksen,J., Jacobson,R.B., Kennen,J.G., Merritt,D.M., O’keeffe,J.H., Olden,J.D., Rogers,K., Tharme,R.E. & Warner,A. (2010). The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology* 55: 147-170.

Poff, N.L. & Zimmerman, J.K.H. (2010). Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology* 55: 194–205.

Stromberg, J.C. & Patten, D.T. (1990). Riparian vegetation instream flow requirements: a case study from a diverted stream in the eastern Sierra Nevada, California, USA. *Environmental Management* 14: 185-194.

Tharme, R. E. (2003). A Global Perspective on Environmental Flow Assessment: Emerging Trends in the Development and Application of Environmental Flow Methodologies for Rivers. *River Research and Applications* 19(5-6): 397-441