

Los Caudales Ecológicos en España: Restricción de Usos o Medida de Restauración?

García de Jalón, Diego; González del Tánago, Marta

Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Sistemas y Recursos Naturales

*Autor para contacto: *diego.gjalon@upm.es*

Resumen

En este trabajo se resumen los conceptos básicos en que se basa la utilidad de los caudales ecológicos, y se analiza la forma en que han quedado recogidos en los respectivos Planes Hidrológicos, propiciando equivocaciones en su interpretación y consecuencias trascendentes en su implementación. Se trata de explicar, desde nuestro punto de vista, las razones por las que se sigue discutiendo el tema de los caudales ecológicos en España sin que se aprecie de forma general una mejora sensible de los caudales circulantes por los ríos, y de presentar a debate algunas ideas que pueden contribuir a avanzar en la mejora del estado ecológico de los ríos, en base a una gestión más ambiental de los recursos hídricos y a un concepto más racional de la aplicación de la Directiva Marco del Agua en España.

Palabras clave: *Planes hidrológicos; Programa de Medidas; caudales circulantes; efectos sinérgicos*

Abstract

In this paper we expose the ideas and concepts on which the utility of environmental flows is fundamented, and analyze how this environmental flows are included in the respective River Basin Management Plans. We also comment the misunderstandings that are generally assumed in the management of environmental Flows and the consequences in their implementation. We explain the reasons why the environmental flows implementation has been poorly done, and why its results are no longer satisfactory in Spain. Finally, we present some ideas to promote advances in the recovery of the ecological status of the Spanish rivers based on a more environmentally-based management of water resources and more rational adoption of the Water Framework Directive requirements in Spain.

Keywords: *River Basin Management Plans; Program of measures; Instream flows; synergic effects*

1. Introducción

En muchas de nuestras cuencas hidrográficas es frecuente que las concesiones de aprovechamiento de aguas sobrepasen los recursos hídricos disponibles, y que existan además otras concesiones “precarias” en el sentido de no estar debidamente registradas. También es frecuente que las aguas subterráneas estén sobreexplotadas y sus acuíferos hayan descendido tanto que merman las aportaciones de aguas superficiales, sin que de ello se tengan registros adecuados. Por otra parte, las predicciones de los distintos escenarios de cambio climático y el análisis de los registros muestran reducciones de las precipitaciones en algunas zonas (ej., de Luis et al., 2010), un aumento generalizado de las temperaturas (ej., del Río et al., 2011) y la reducción de las aportaciones de agua disponibles (ej., Lorenzo-Lacruz et al., 2012). En este escenario hidrológico, la gestión de los recursos hídricos resulta especialmente problemática, teniendo en cuenta la creciente escasez de recursos hídricos y la exigencia de alcanzar el buen o potencial estado ecológico de las masas de agua por parte de la Directiva Marco del Agua (DMA). La solución tradicional a un aumento de la demanda de agua dada en los planes hidrológicos españoles ha sido la de aumentar la oferta de recursos mediante la construcción de grandes presas y embalses, pero hoy día esta solución ya no es válida. Por otra parte las normativas vigentes frente a la infraestructura hidráulica existente requieren definir regímenes de caudales ecológicos a la salida de los embalses, que se anteponen a la falta de recursos y por ello se pretende que interfieran lo mínimo posible en la asignación de agua a los usuarios.

Como consecuencia de esta problemática compleja a escala nacional, los caudales ecológicos definidos en los respectivos Planes Hidrológicos establecidos en el seno de la Directiva Marco del Agua han resultado ser excesivamente reducidos en su magnitud, y carecen de la variabilidad necesaria para el mantenimiento de

las comunidades biológicas. Desde nuestro punto, consideramos urgente abrir cuanto antes un amplio debate sobre la forma en que se han interpretado desde su inicio estos caudales ecológicos, como una restricción ambiental de uso del agua frente a otros usos o demandas, o como una medida de restauración con la que se pretende mejorar gradualmente el estado ecológico de las respectivas masas de agua situadas debajo de grandes presas y embalses. También consideramos prioritario proceder a un seguimiento y evaluación de la eficiencia de los caudales ambientales para mantener el buen estado o potencial ecológico de los ríos, aspectos todos ellos muy relevantes, y a los que se enfoca la presente comunicación.

2. Los Caudales Ecológicos en la Planificación Hidrológica

Quizás el origen de la problemática sobre “caudales ecológicos” esté, según nuestra opinión, en una diferente interpretación de lo que es o debería ser un Plan Hidrológico o un Plan de Gestión de cuenca en el contexto de la Directiva Marco del Agua (DMA). En España, la planificación hidrológica se ha entendido tradicionalmente, y todavía lo entienden así muchos de nuestros expertos, como un plan de distribución de los recursos hídricos, donde se pretende atender las demandas del recurso maximizando la oferta, y se diseñan las actuaciones necesarias para paliar las limitaciones espacio-temporales de disponibilidad de agua, que se ven incrementadas con los requerimientos ambientales mínimos. Por el contrario, en el contexto de la DMA, los Planes de Gestión de Cuencas (*River Basin Management Plans*) se centran fundamentalmente en las actuaciones para prevenir deterioros adicionales de las masas de agua y propiciar la mejora de su estado ecológico, contando con un programa de medidas de restauración que debe evaluarse periódicamente para el seguimiento de dicho estado ecológico. De esta forma se evidencian dos interpretaciones muy distintas de la planificación, en la primera se planifica la atención a las demandas de agua en base a unas disponibilidades y restricciones, mientras que en la segunda se planifica la recuperación del estado ecológico mediante un programa de medidas que se evalúa económicamente.

Bajo el enfoque tradicional de la planificación hidrológica de nuestro país, los Caudales Ecológicos (CE) se conciben como unos prerequisites en la asignación de usos (‘los Caudales Ecológicos no tendrán el carácter de un uso, sino que son una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación’). Mientras que en el contexto de la planificación de la DMA los caudales ecológicos se deben entender como una medida para prevenir deterioros adicionales, mitigar el impacto de las presas y embalses justificado por su beneficio económico y social, o mejorar el estado de las masas de agua situadas aguas abajo de los embalses. Ciertamente, la Instrucción de Planificación define que los objetivos de los caudales ecológicos deben contribuir a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos, pero a la hora de la verdad, estos caudales no son incluidos en el ‘programa de medidas’ de los planes hidrológicos (capítulo 8), sino que se incluyen en el capítulo 3 de ‘Usos, Presiones e incidencias antrópicas’ junto con la asignación de usos del agua.

El hecho de que los caudales ecológicos no se incluyan en el programa de medidas tiene muchas implicaciones y restricciones para su aplicación efectiva. En efecto, si los caudales ecológicos de una masa de agua figurasen en el programa de medidas de su respectiva Cuenca o Demarcación, exigiría que en el análisis de presiones e impactos de esa masa de agua se hubiera diagnosticado falta o escasez de caudales circulantes como causa de su estado ecológico deficiente (con arreglo al art. 5). En este caso, el Plan debería aportar información económica sobre cómo se van a recuperar los costes de los servicios relacionados con el uso del agua, incluyendo los costes ambientales, y cuál va a ser la contribución de los distintos usuarios que se benefician del deterioro ambiental generado, a la financiación de dichos costes. De esta última forma la aplicación de los caudales ecológicos y su proceso de concertación serían mucho más creíbles, puesto que tendrían un presupuesto asociado para cada masa de agua. Cuando el deterioro del estado ecológico de la masa de agua se debiera a otra causa diferente a la alteración hidrológica que actuara como factor limitante, la aplicación de los caudales ecológicos sólo tendría un carácter adicional a la correspondiente medida básica, representando en este caso una medida de tipo complementario.

Se comprueba de esta forma la importancia que tiene la forma de interpretar la planificación hidrológica tradicional para adaptarse a la planificación de gestión de cuencas que demanda la DMA, y la influencia que tiene la forma de concebir los caudales ecológicos en el seno de esta planificación, representando ambas cuestiones temas urgentes de debate para poder avanzar con racionalidad en la mejora del estado ecológico

de los ríos españoles.

3. Diseño, evaluación y seguimiento de los Caudales Ecológicos

3.1. Diseño de caudales ecológicos

Otro aspecto que merece la pena destacar en relación a los caudales ecológicos y que sin duda contribuye a su falta de efectividad como “ambientales” es, a nuestro entender, la excesiva importancia que se ha concedido a las metodologías de cálculo, y la casi inexistente crítica de los resultados obtenidos con las metodologías aplicadas, no ya desde el punto de vista científico sino, desgraciadamente, desde el puro sentido común. ¿Cómo se puede admitir como caudal ecológico el 10 % del caudal medio de un río, es decir, se pueda extraer de forma permanente el 90 % de dicho caudal medio sin que afecte a sus comunidades acuáticas ni degrade su estado ambiental? Ello es debido en gran parte a cómo han quedado definidos los caudales ecológicos, en base a aspectos teóricos pero con muy pocos datos empíricos, y atendiendo a umbrales de caudales medios, máximos y mínimos sin definir pautas en los caudales circulantes, relativas al continuo del hidrograma fluvial y a su necesaria fluctuación a lo largo del año y a lo largo de los años.

En este sentido es necesario remarcar que la estructura y funcionamiento de un tramo fluvial depende de muchos factores, tanto naturales como antrópicos. El factor hidrológico es uno de ellos, importante si, pero no el único. La hidrología genera formas y procesos, y una dinámica fluvial donde surge y evoluciona una vegetación, con interacciones recíprocas entre los caudales y los sedimentos (ej. Corenblit et al., 2007). Sólo cuando el régimen de caudales esté actuando como factor limitante del hábitat podemos esperar que exista una relación entre los caudales circulantes por el cauce y el estado ecológico de la masa de agua, pero a menudo se mantienen sinergias y efectos secundarios difíciles de predecir, y resulta difícil establecer relaciones simples entre caudales y estado ecológico.

Cuando los caudales ecológicos no representan más que unas restricciones de la magnitud en el tiempo, y unos umbrales que no se han de sobrepasar en determinadas épocas, aunque se cumplan dichos requisitos los caudales circulantes por los ríos pueden resultar en la práctica muy diferentes. Quiere ello decir que, aun cumpliendo con unos caudales ecológicos definidos para una determinada masa de agua, los caudales circulantes por esa masa pueden ser muy diferentes, y producir una respuesta de las comunidades biológicas también muy distinta. Por tanto, cumpliendo con determinados caudales ecológicos, una misma masa de agua puede tener diversos estados ecológicos, en función de los caudales circulantes que son los que verdaderamente influyen en su estado.

Por el contrario, cuando los caudales ecológicos son concebidos como una medida de restauración para lograr el buen estado o potencial ecológico, representan un régimen de caudales circulantes por la masa de agua capaz de mantener sus capacidades biológicas. En este caso, su diseño no podría ser el resultado de la aplicación de una normativa general de restricciones y umbrales, sino que debería surgir de forma específica para cada masa de agua, y ser resultante de una comparación entre el régimen supuestamente natural de caudales de dicha masa de agua y el régimen alterado que actualmente circula por ella (respondiendo a las correspondientes presiones y demandas de agua). De este análisis comparativo del régimen natural y del régimen actual circulante, se podrían deducir las características del primero que faltan en el segundo y, viceversa, las características del régimen circulante que están ausentes en el natural (ver García de Jalón et al 2019), conociendo en este caso las magnitudes del régimen actual por defecto y por exceso según las épocas que sería necesario mejorar para lograr el mayor efecto en la mejora y mantenimiento de las comunidades biológicas de la respectiva masa de agua. Ello por supuesto requeriría contar con información previa sobre las comunidades biológicas existentes, y sobre su diferencia con las establecidas como referencia, para atender con mayor garantía a los requerimientos del hábitat físico de las especies deseadas. Las condiciones de referencia son la base sobre la cual se deben basar los procedimientos de monitoreo, evaluación de las medidas de restauración de los ríos, y también para detectar ecosistemas acuáticos en riesgo y poblaciones en peligro de extinción (Reece y Richardson, 2000).

3.2 Evaluación y seguimiento del estado ecológico

Se ha dicho que es importante mejorar el conocimiento de los requerimientos de hábitat de todas las

especies de nuestra fauna y flora, y de esta forma perfeccionar los métodos de cálculo de los caudales ecológicos. Siempre es bueno saber más, pero no creemos que este aumento de conocimiento sobre lo que ya se sabe por la literatura especializada sea prioritario para mejorar los Planes Hidrológicos y la implementación de los caudales ecológicos. En este momento, desde nuestro punto de vista, uno de los talones de Aquiles de dichos Planes es la forma que se ha establecido para la evaluación del estado ecológico de nuestros ríos, y el seguimiento que se puede hacer con dicha metodología de los efectos que producen las medidas que se implementan. Son precisamente los métodos de evaluación del estado ecológico, y sobre todo la escasez y calidad de los datos que se utilizan, los que están fallando. En su día se desarrolló una tipología fluvial incompleta que no respondía a procesos hidromorfológicos, y que en su inicio se aseguró por parte de la Dirección del Agua que era provisional, pero que desgraciadamente se ha consolidado como permanente y definitiva. Igualmente, en el proceso de implementación de la DMA se han definido unas condiciones de referencias que en ocasiones resultan aleatorias, y se han propuesto unos indicadores biológicos que no recogen en su totalidad los efectos de las principales presiones e impactos. Muchos de estos indicadores están basados exclusivamente en antiguos indicadores de calidad de agua identificados a un nivel taxonómico muy básico (ej. IBMWP de macroinvertebrados a nivel de familia), o en indicadores de continuidad y densidad de los corredores riparios sin identificar su composición específica o regeneración natural (ej. QBR) y adolecemos como indicador biológico para evaluar el estado ecológico de los ríos del componente que mejor detecta las presiones hidromorfológicas a escala de segmento fluvial, que es el relativo a las comunidades piscícolas según su composición, estructura y dinámica de edades (Poff y Zimmerman, 2010).

Aunque la DMA establece claramente qué variables deben usarse como elementos de calidad biológica, que en el caso de los ríos son la composición de las comunidades, la abundancia de las poblaciones y la presencia de taxones sensibles, los índices que oficialmente se han propuesto (entre ellos IBMWP, IMMi-T, METI para macroinvertebrados; IBMR para macrófitos; IPS, DIATMIB para fitobentos) integran y encapsulan la información recogida y la convierten en un solo número, que es asociado a una determinada calidad del estado ecológico y cuyo significado biológico no es posible interpretar, debido a que dicho valor puede resultar de muchas y diferentes combinaciones de especies, abundancias y taxones sensibles.

El disponer de un valor numérico como indicador biológico encapsulado puede resultar muy útil para cuantificar el estado de los ríos y plasmar dicho estado en tablas o mapas de calidad que permitan la comparación entre regiones, o entre épocas. También estos mapas de calidad permiten planificar actuaciones localizando los tramos en mejores y peores condiciones y explicar de forma sencilla y fácilmente comprensible para personas sin ningún conocimiento ecológico o biológico la distinta planificación de las actuaciones. Pero el valor de estos índices o mapas de calidad no permite efectuar un diagnóstico apropiado de las causas del deterioro, ni proponer medidas de restauración o hacer un seguimiento adecuado de las trayectorias de recuperación una vez implementadas dichas medidas. Resulta evidente que, además de contar con el valor suministrado por los índices, para una correcta evaluación del estado ecológico sería necesario disponer de los datos de caracterización de las comunidades biológicas existentes, relativos a su composición y estructura, con los que se podría hacer el seguimiento de su evolución ante una mejora de los caudales circulantes, o una implementación de los respectivos caudales ecológicos.

En este caso, lo que resulta prioritario, según nuestra opinión, sería detectar cuáles son las masas de agua donde la alteración hidrológica por la regulación de presas y embalses actúa como factor limitante de las comunidades biológicas, y en ellas proponer un régimen de caudales circulantes específico para cada una de ellas, como medida de restauración o de mitigación de impactos, y establecer un plan de seguimiento de la respuesta biológica, detectando los cambios producidos con la implementación de dicho régimen ecológico. En los casos de no lograr la mejora del estado o potencial ecológico según los cambios detectados en la composición y estructura de las comunidades, sería necesario aumentar o modificar la pauta del régimen circulante establecido, y volver a evaluar la respuesta biológica repitiendo este proceso iterativo de PDCA (*plan, do, check, act*) mediante una gestión adaptativa, hasta lograr el estado deseado en cada una de las masas de agua referidas.

4. Sinergias y Efectos acumulativos en los Sistemas de Explotación

4.1. Variabilidad temporal del régimen de caudales

Los caudales ecológicos asignados a una masa de agua deberían representar un “régimen” de caudales, en el cual se definirían pautas de variación estacional similares a las fluctuaciones naturales, pudiendo ser de igual o menor cuantía para permitir el aprovechamiento del recurso. El objetivo de su implementación es 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 buen potencial ecológico en los ríos o aguas de transición, y por ello exigirían de forma ineludible la definición de dichas pautas de variabilidad natural, que habría que haber analizado y definido previamente (García de Jalón et al., 2019).

4.2. Resiliencia de los sistemas fluviales

Por otra parte, el diseño de los caudales ecológicos ha de estar basado en el principio de resiliencia de los ecosistemas, considerando la capacidad de los ríos para admitir alteraciones de los factores físicos (los caudales ecológicos lo son, en relación a los caudales naturales) y mantener su estado o responder con mecanismos de retroalimentación para recuperar dicho estado inicial. Se comprende que esta resiliencia ecológica o capacidad de recuperación tiene un límite, y si la alteración es muy intensa o se mantiene durante largos periodos de tiempo, puede llegar a destruir los mecanismos naturales de resiliencia y determinar que el ecosistema no sea capaz de recuperar su estado inicial; es decir, que una respuesta “elástica” inicial, donde hay cambios y posterior recuperación del estado, deje de ser tal para convertirse en una respuesta “plástica”, donde los cambios ya no se revierten. Aplicando estos conceptos de resiliencia a los caudales ecológicos, es evidente que su magnitud no puede ser extraordinariamente reducida con respecto a los caudales naturales (no regulados) como la que se considera en la actualidad, ni su duración puede ser mantenida de forma permanente, como se comprueba con los caudales mínimos, ni se puede alterar de forma significativa la pauta de variabilidad natural, como se lleva a cabo manteniendo los caudales máximos en la época natural de estiaje.

Por otra parte, la resiliencia ecológica no solo depende del estado ecológico de la masa de agua, sino también de los mecanismos externos que contribuyen a su recuperación, puestos de manifiesto a través de su conectividad longitudinal con otras masas de agua y su conectividad transversal con las riberas y llanuras de inundación, que hacen posible la llegada de sedimentos, semillas y animales acuáticos desde otras masas de agua para recuperar, colonizar y repoblar los tramos afectados. Con frecuencia, además de la regulación de los caudales existen otras presiones morfológicas (canalizaciones, azudes, motas, sellado del suelo, etc.) que afectan a las masas de agua disminuyendo su conectividad y, por lo tanto, sus mecanismos de resiliencia. Y también es frecuente en nuestro país, con más de 2.000 grandes presas en la red fluvial, la concatenación de presas en un mismo cauce o en sus principales afluentes, que obviamente aumentan su fragmentación ecológica a través de efectos acumulativos en el tiempo y en el espacio.

En sistemas de explotación fuertemente regulados y fragmentados por numerosas presas, la cuantificación de los caudales ecológicos de sus respectivas masas de agua debería establecer unas cuantías mayores para compensar su falta de resiliencia y sus impactos sinérgicos, en relación a las masas afectadas por una sola presa. Para ello, sería necesario desarrollar metodologías apropiadas que incorporaran la evaluación de su resiliencia, tema que hasta la fecha no ha sido abordada en ningún caso. Obviamente, en estos casos a los que nos referimos la demanda de agua es siempre muy grande, y la cuantía fijada en los caudales ecológicos tiende a ser muy reducida, cerca del límite de tolerancia ecológica. Para una correcta solución a esta falta de mecanismos de resiliencia habría que optar no solo por aumentar los caudales circulantes sino también establecer otras medidas complementarias para aumentar la conectividad, mediante estructuras de paso, escalas de peces, túneles de sedimentos a través de los embalses, etc. Estas soluciones pueden resultar costosas en primer término, pero deberían ser fácilmente sufragables por los beneficiarios de tales sistemas de explotación fuertemente regulados y fragmentados, donde la rentabilidad del agua regulada puede ser muy elevada en términos socio-económicos, quedando así muy justificadas.

4.3. Caudales sólidos

Finalmente, en estos sistemas fuertemente alterados por diferentes grandes presas existe además del agua el problema de suministro de sedimentos gruesos al cauce, que puede estar actuando como limitante para la mejora del estado ecológico. De todos es conocido que las grandes presas son trampas de sedimentos que retienen más del 95% de los sedimentos que reciben. Hasta ahora en Europa, en la aplicación de caudales ecológicos sólo se han considerado los caudales líquidos (Sánchez-Navarro & Schmidt, 2012). Como tal, no se ha tenido en cuenta la evolución morfológica de los cauces afectados por la retención de sedimentos en los embalses, que implica cambios significativos en la calidad del hábitat. Más allá del régimen de caudales, el transporte de sedimentos juega un papel fundamental en la configuración y mantenimiento de la morfología del cauce y los hábitats relacionados. El transporte de agua y el de sedimentos por los ríos se producen siempre conjuntamente, y las acciones que afectan a uno de ellos repercuten en el otro de forma indistinta. Por todo ello, una política de caudales ecológicos que no tenga en cuenta la dinámica de los sedimentos no producirá los efectos positivos deseados, siendo necesario ampliar el concepto de régimen ecológico no solo a los caudales líquidos sino también, y de forma indisoluble, a los caudales sólidos (García de Jalón et al 2017).

5. Consideraciones adicionales y Conclusiones

El problema de fondo en la aplicación de los caudales ecológicos es el exceso de demanda de agua por parte de diferentes sectores, principalmente el agrícola, frente a las disponibilidades naturales cuya cuantía puede ser cada vez menor ante escenarios de cambio climático. Ello explica que los caudales ecológicos establecidos en los actuales Planes Hidrológicos se queden reducidos a unas cantidades muy exiguas, claramente incompatibles con el mantenimiento de un buen estado ecológico de los sistemas fluviales

En efecto, cuando los caudales ecológicos amenazan con condicionar significativamente las asignaciones y reservas de los concesionarios, principalmente comunidades de regantes y el sector hidroeléctrico, la fijación y aplicación efectiva de dichos caudales se bloquea, ya que nunca se llega a un acuerdo en la fase de concertación de los mismos. El Texto Refundido de la Ley de Aguas, en su artículo 65, permite la revisión de las concesiones de agua cuando lo exija su adecuación en los Planes Hidrológicos, pero también afirma que el concesionario perjudicado tendrá derecho a indemnización. Se comprende que la idea de asignar verdaderos caudales ecológicos a todas las masas de agua en cuencas en que las concesiones superan las aportaciones resulta económicamente inviable. En los actuales Planes hidrológicos, ante el abanico de métodos que menciona la Instrucción Hidrológica para el diseño de los caudales ecológicos, se ha elegido en cada masa de agua aquel cuyo resultado sea compatible con las demandas de agua que la afecten. En definitiva, teóricamente se pretendía que los caudales ecológicos fueran una restricción impuesta a los sistemas de explotación, pero la realidad ha sido la contraria, que la satisfacción de las demandas sea una restricción para la fijación de los caudales ecológicos. Ésta está siendo la realidad actual, que representa una actitud irresponsable por sus consecuencias ecológicas.

Las predicciones ante el cambio climático presuponen en general una reducción de los recursos hídricos, y ello va a complicar aún más la implementación de los caudales ecológicos. Dichos caudales ecológicos se podrían reducir quizás en la misma proporción que las reducciones previstas de los escurrimientos naturales, con excepciones cuando se trate de tramos con protección ambiental, o de ríos que puedan albergar especies amenazadas, pero en estos casos sería necesaria también la reducción de las concesiones asignadas, teniendo en cuenta que en este supuesto dichas reducciones en las concesiones quedarían exentas de cualquier tipo de compensación a los usuarios, tal y como queda especificado en el Texto Refundido de la Ley de Aguas antes mencionado.

De todo lo expuesto podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Estimamos necesaria la modificación de la Instrucción de Planificación, cambiando la estructura de los Planes Hidrológicos, especialmente en lo referente a los caudales ecológicos, que deben estar recogidos en el Programa de Medidas, con todo lo que ello implica.
2. Parece conveniente revisar la tipología de ríos establecida inicialmente y mejorar los métodos para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua. En este sentido sería también necesario mejorar las condiciones de referencia de los tipos fluviales y los umbrales de cambio de estado, incorporar Indicadores

biológicos sensibles a presiones hidro-morfológicas como resultan ser las comunidades de peces, y aumentar la densidad de puntos de muestreo y la forma de caracterizar sus comunidades dentro del Plan de Seguimiento.

3. Es también prioritario desarrollar una metodología coherente para la evaluación del potencia ecológico, teniendo en cuenta que lo que se ha hecho hasta la fecha no tiene validez ni base científica, y resulta necesaria para el seguimiento de la mejora progresiva de las masas de agua fuertemente modificadas.

4. La evaluación de la resiliencia de los sistemas de explotación resulta indispensable para el establecimiento de los caudales ecológicos como medida de restauración. Igualmente, la cuantificación del déficit de sedimentos y los caudales sólidos que serían necesarios de suministrar a las masas de agua afectadas por grandes presas y embalses es un tema pendiente que debe incorporarse a la Instrucción de Planificación cuanto antes.

5. La evaluación del estado ecológico y el seguimiento de los caudales ambientales debe hacer por equipos multidisciplinares en los que se incluyan expertos con conocimientos de taxonomía de las especies que constituyen las comunidades biológicas de los ríos (macroinvertebrados, peces, perifiton, macrofitas, fitoplancton), así como expertos en ecología y geomorfología fluvial, y se registre de forma continuada la caracterización de las comunidades en composición de especies, abundancia y distribución en edades.

6. Resulta necesario abordar cuanto antes una reflexión profunda y generalizada sobre los caudales ecológicos en España, abriendo un debate entre la comunidad científico-técnica, las administraciones con competencias y los agentes sociales, con el fin de aclarar y resolver gradualmente los temas pendientes, al cual ha querido contribuir la presente comunicación

6. Referencias

- Corenblit D, Tabacchi E, Steiger J, Gurnell AM. 2007. Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: a review of complementary approaches. *Earth-Science Reviews* 84 (1-2): 56-86.
- de Luis M, Brunetti M, Gonzalez-Hidalgo JC, Longares LA, Martin-Vide J. 2010. Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946–2005. *Global and Planetary Change*. 74, (1): 27-33
- del Río S, Herrero L, Pinto-Gomes C, Penas A. 2011. Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961–2006. *Global and Planetary Change* 78, (1–2): 65-75.
- García de Jalón D, Bussettini M, Rinaldi M, Grant G, Friberg N, Cowx IG, Magdaleno F, Buijse A. 2017. Linking Environmental Flows to Sediment Dynamics. *Water Policy*. 19(2): 358-375. DOI:10.2166/wp.
- García de Jalón S, González del Tánago M, García de Jalón D. 2019. A new approach for assessing natural patterns of flow variability and hydrological alterations: The case of the Spanish rivers. *Journal of Environmental Management*. 233: 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.049>
- Lorenzo-Lacruz L, Vicente-Serrano SM, López-Moreno JI, Morán-Tejeda E, Zabalza J. 2012. Recent trends in Iberian streamflows (1945–2005). *Journal of Hydrology*, 414–415: 463-475.
- Poff NL, Zimmerman JKH. 2010. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology* 55.1: 194-205.
- Reece PF, Richardson JS. 2000. Biomonitoring with the Reference Condition. Approach for the Detection of Aquatic Ecosystems at Risk. In: L.M. Darling (ed.) *Procs. Conf. on Biology and Management of Species and Habitats at Risk*. 549-555. Kamloops. Vol. II.
- Sánchez-Navarro R, Schmidt G. 2012. Environmental flows as a tool to achieve the WFD objectives. Study for the European Commission. 43 pp.