

ESTUDIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS, GENERADORES Y TASAS DE CAMBIO DE LA DEMARCACIÓN DEL EBRO

Resumen divulgativo



Crecida controlada en el río Cinca, aguas abajo del embalse de El Grado

Contenido

¿Qué son los caudales máximos, generadores y tasas de cambio?	1
¿Porqué hemos hecho este trabajo?	2
¿Qué hemos hecho en el trabajo?	3
Conclusiones	11

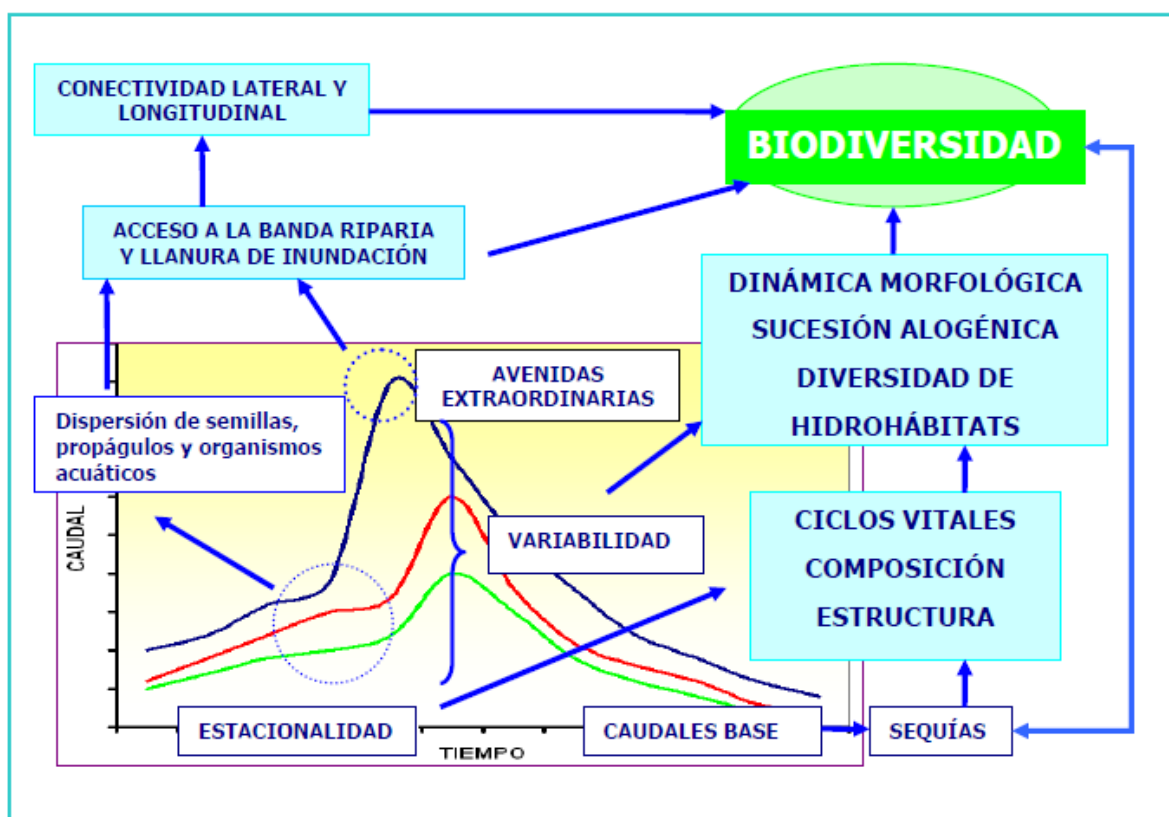
¿Qué son los caudales máximos, generadores y tasas de cambio?

Los caudales máximos, generadores y tasas de cambio, forman parte de los denominados caudales ecológicos. Pero, ¿qué es esto de los caudales ecológicos?.

Empecemos por el principio, los caudales ecológicos, también denominados de mantenimiento, de compensación..., son los caudales que se dejan en los ríos, o se sueltan en él con el fin específico de gestionar su estado ecológico, esto es: conservar el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial en condiciones naturales, o lo más parecido a ellas.

Según se indica en la guía europea sobre caudales ecológicos, *está bien documentado el reconocimiento de que el régimen hidrológico desempeña un papel primordial en la determinación de los hábitats físicos, que a su vez determinan la composición biótica y sustentan la producción y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.*

Como se ve en el esquema siguiente, los caudales naturales no son tan solo un caudal mínimo y constante que circula por los ríos, por lo que, a la hora de determinar los caudales ecológicos, hay que considerar todas las componentes que conforman estos caudales, desde un caudal base (o mínimo) hasta el régimen de crecidas (magnitud, frecuencia, duración, temporalidad y tasa de cambio).



Poff et al. 1997. *El rango completo de variación intra e interanual del régimen hidrológico con sus características asociadas de estacionalidad, duración, frecuencia y tasa de cambio, son críticas para sustentar la biodiversidad natural y la integridad de los ecosistemas acuáticos. Fuente del esquema: (IAHIRIS. Manual de referencia metodológica)*

Atendiendo a este modelo, en la norma española que rige la Planificación Hidrológica¹ (normalmente conocida como IPH), detalla lo que son los caudales ecológicos y cómo calcularlos. En concreto, define los siguientes componentes a tener en cuenta a la hora de establecer los caudales ecológicos:

- **Caudales mínimos** que 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.
- **Caudales máximos** que 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.
- **Distribución temporal** de los anteriores caudales mínimos y máximos, con el objetivo de establecer una variabilidad temporal del régimen de caudales que sea compatible con los requerimientos de los diferentes estadios vitales de las principales especies de fauna y flora autóctonas presentes en la masa de agua.
- **Caudales de crecida**, con objeto de controlar la presencia y abundancia de las diferentes especies, mantener las condiciones físico-químicas del agua y del sedimento, mejorar las condiciones y disponibilidad del hábitat a través de la dinámica geomorfológica y favorecer los procesos hidrológicos que controlan la conexión de las aguas de transición con el río, el mar y los acuíferos asociados.
- **Tasa de cambio**, con objeto de evitar los efectos negativos de una variación brusca de los caudales, como pueden ser el arrastre de organismos acuáticos durante la curva de ascenso y su aislamiento en la fase de descenso de los caudales. Asimismo, debe contribuir a mantener unas condiciones favorables a la regeneración de especies vegetales acuáticas y ribereñas.

¿Porqué hemos hecho este trabajo?

Entre los cometidos de la Oficina de Planificación Hidrológica se encuentra la realización de los trabajos y estudios necesarios para la elaboración, seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de la cuenca. En el vigente Plan Hidrológico (2021-2027), tercer ciclo de planificación, se adquirió el compromiso de “Avanzar en el proceso de implantación de régimen de caudales ecológicos”, proponiéndose la realización de estudios para valorar el establecimiento de caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Ya que el componente básico de los caudales ecológicos, el caudal mínimo, ya se había definido.

¹ ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica

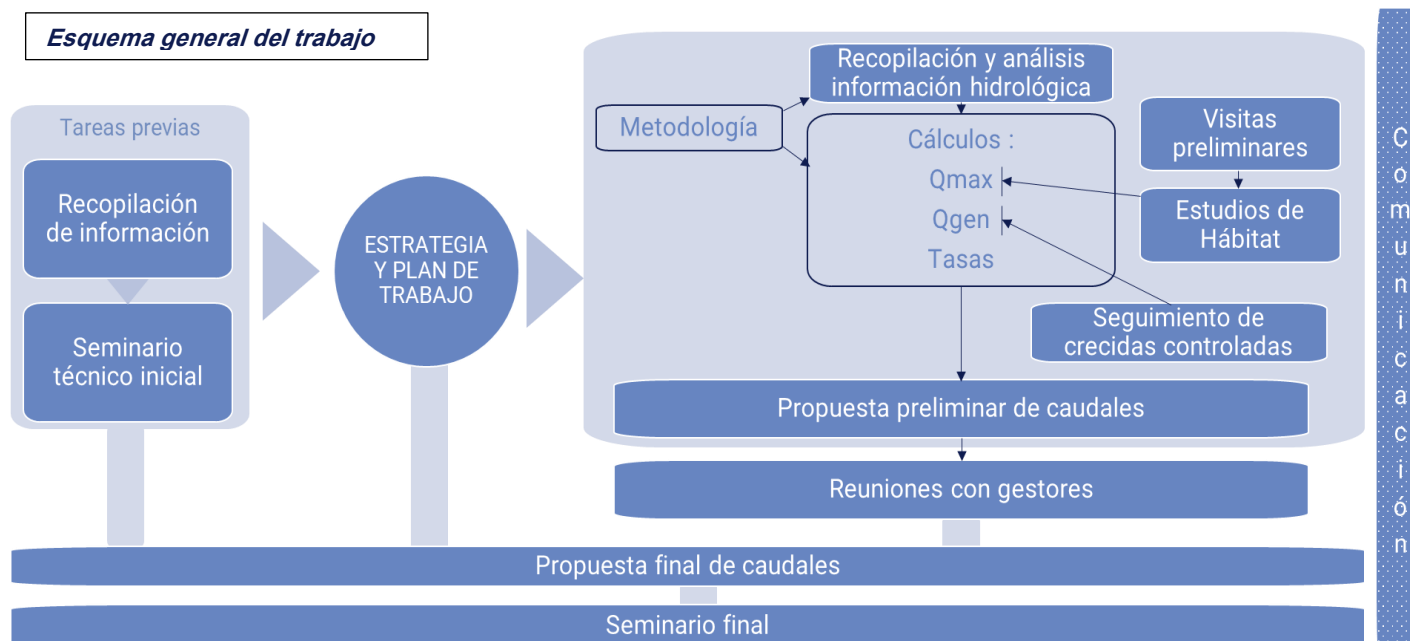
Este compromiso, adquirido para incluir las componentes de caudales máximos, generadores y tasas de cambio en el Plan del cuarto ciclo de Planificación (2028-2033), motiva la realización de este trabajo.

¿Qué hemos hecho en el trabajo?

El trabajo se inició en mayo de 2023 y se terminó en noviembre de 2024. En todo este tiempo se han realizado una serie de tareas que concluyen con una propuesta final de los valores de estas componentes, que se tendrán en cuenta en la realización del cuarto Plan Hidrológico de cuenca.

Las tareas no se han limitado a unos cálculos teóricos para el establecimiento de los caudales máximo, generadores y tasas de cambio, sino que se han realizado labores de campo, estudios de hábitats, reuniones con gestores de presas, seminarios técnicos y una amplia divulgación del trabajo. Todo ello con el fin de obtener una propuesta de caudales máximos, generadores y tasas de cambio, que realmente pueda asumirse en la cuenca del Ebro, que favorezca la salud de los ríos en la cuenca, pero sin olvidar las necesidades de los distintos usos del agua.

En el siguiente esquema se sintetizan las tareas realizadas.



En primer lugar, se comenzó recopilando información, tanto nacional como internacional, con el objeto de tener una base sólida con la que plantear la metodología. Tras la realización de esta tarea se efectuó un seminario técnico que perseguía un doble objetivo: dar a conocer el Proyecto, junto con una propuesta metodológica, y recibir aportaciones y sugerencias de los interesados.



Posteriormente a la realización del Seminario, se estableció una Estrategia General del Trabajo, donde se recogía la propuesta metodológica, enriquecida con las aportaciones recibidas, y un plan de trabajo, donde se estimaban los plazos de realización de las tareas. En esta estrategia se definió una metodología acorde con lo dispuesto en la IPH.

Se continuó recopilando y analizando la información hidrológica, que dio lugar a la obtención de una serie de datos diarios naturalizados, al establecimiento de periodos que definieran la distribución temporal de los caudales máximos y la estacionalidad de los caudales generadores, y se obtuvo una batería de datos que permitiera que facilitase la toma de decisión. En este punto se aplicaron todos los aspectos metodológicos recogidos en la Estrategia general del trabajo.



Como la IPH indica que se deben validar los caudales máximos por métodos hidrobiológicos, se realizaron unos estudios de hábitat que precisan, a su vez, de la realización de trabajos de campo y de la modelización del tramo de estudio.

Los trabajos de campo para la realización de los estudios de hábitat se dividieron en dos partes, la primera que consistió en visitar las masas de agua a estudiar para definir un tramo de río apropiado y una segunda donde se realizaron las labores de campo que se precisan en este tipo de estudio, como son la toma de datos topográficos, la toma de datos de velocidad de la corriente o la composición del sustrato, entre otras.

Las visitas preliminares se realizaron en septiembre de 2023, mientras que las labores de toma de datos se realizaron entre los meses de noviembre y diciembre del mismo año, menos en un tramo al que no se pudo acceder y que se muestreó en agosto de 2024.

Una vez recopilada la información de campo se procedió a la modelización de los tramos estudiados (15), mediante un modelo de simulación de una dimensión, que permite la valoración del porcentaje de refugio piscícola del tramo y de la conectividad fluvial del tramo a distintos caudales. Los datos obtenidos con el modelo permiten determinar si los caudales máximos propuestos cumplen con los criterios de refugio y de conectividad indicados en la IPH para la fauna piscícola.



Toma de datos topográficos con estación total. Río Irati aguas abajo del embalse de Itoiz

También, entre las tareas realizadas en el trabajo, se han efectuado seguimientos de crecidas controladas. El objetivo de estos seguimientos es definir estas crecidas, conocer sus efectos sobre la biota y el cauce, de tal manera que ayude al gestor a realizar su cometido de la forma más correcta ambientalmente, además de conocer sus efectos y así progresar en su conocimiento y gestión.



Crecida controlada en el Bajo Ebro

Para la realización de esta tarea, ya en la estrategia general del trabajo se establecieron unos protocolos que definían las labores a realizar, diferenciándose entre crecidas naturales o controladas. Los seguimientos de crecidas controladas realizadas han precisado siempre de más de una visita de campo (antes, durante y después del evento de crecida). También se han realizado inspecciones río abajo.

En el campo se procede al registro del evento mediante fotos y videos, se dispone sustrato o se marca material que pueda ser desplazado por la crecida (permite verificar el arrastre de fondo), se toman de muestras de agua para el análisis de sólidos en suspensión (permite estimar el arrastre de solidos suspendidos), se toman de datos in-situ de turbidez, o se disponen marcas de nivel para ver como evoluciona la crecida.

Disposición de sustrato
Río Cinca aguas abajo del embalse de El Grado. Abril de 2024



Antes de la crecida



Después de la crecida

Marcaje de sustrato
Río Cinca aguas abajo del embalse de El Grado. Abril de 2024



Antes de la crecida



Después de la crecida

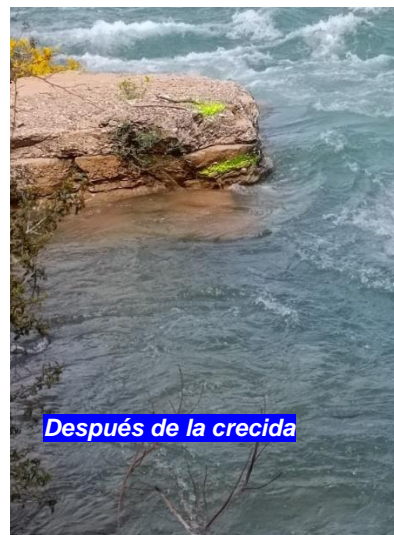
Toma de muestras
Bajo Ebro. Enero de 2024



Toma de datos in-situ de turbidez
Bajo Ebro. Enero de 2024



Antes de la crecida



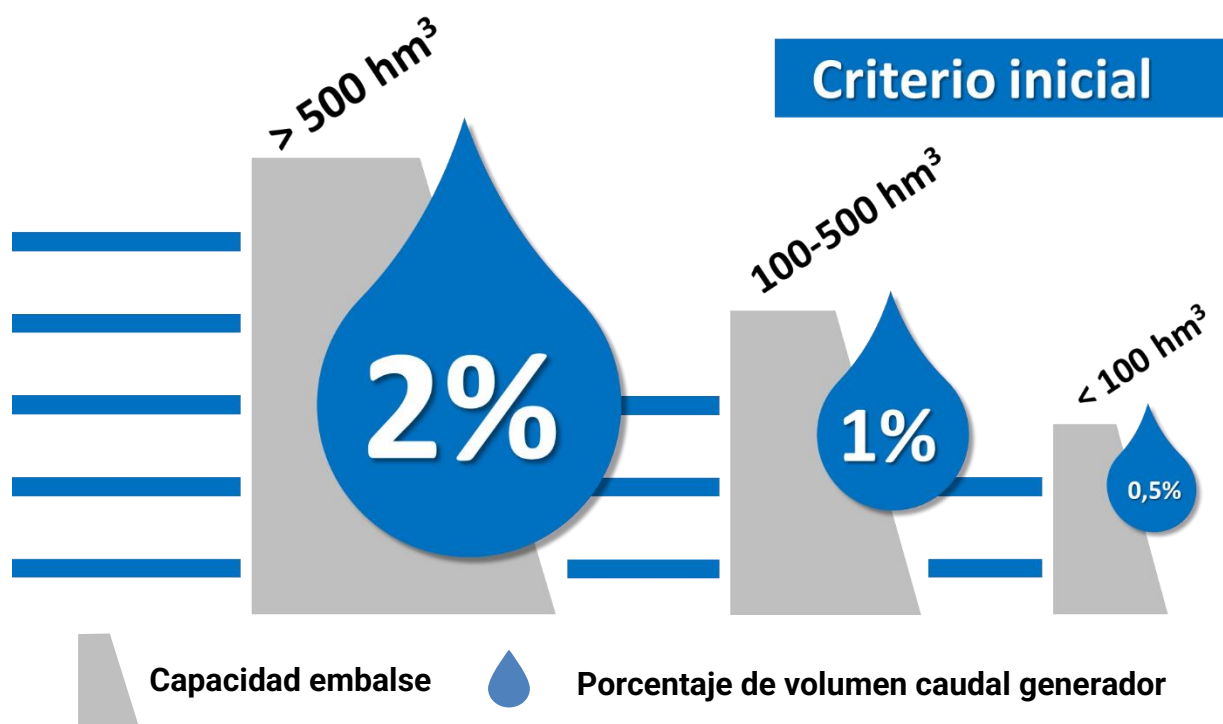
Después de la crecida

Una vez realizado el seguimiento en campo, ya en gabinete, se generan los informes pertinentes, donde se describe detalladamente la crecida y tareas realizadas y se realiza un análisis de ella: variaciones morfológicas, estimación del área inundada, estimación de microhábitat o valoración de transporte de sedimento (suspensión y fondo).

Tras la realización de las tareas anteriores, se estuvo en disposición de realizar una propuesta preliminar de las componentes objeto de estudio.

Esta propuesta se realizó sobre una serie de embalses de la cuenca que son masa de agua, cuya capacidad es igual o mayor a $1,5 \text{ hm}^3$, no son ibones y en el caso de embalses encadenados se aplican en el de aguas abajo. Por ejemplo, la cadena formada por los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix, donde se asignan los caudales a la presa de Flix.

Además, en el caso de la caracterización de los caudales generadores, se tuvo en cuenta un criterio general de asignar un porcentaje del volumen de cada embalse en función de su capacidad:



Con estos criterios se establecieron 64 embalses donde asignar los caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Se efectuaron unas fichas de presentación de datos que fueron enviadas a los gestores de las infraestructuras para realizar reuniones con ellos y analizar los caudales máximos, generadores y tasas de cambio propuestos. Estas reuniones permitieron el ajuste de los valores en función de las necesidades de uso, sin olvidar el fin primordial de mantener un buen estado ecológico de las masas de agua y la realidad de cada infraestructura.

Embalses seleccionados

Código de Masa	Nombre embalse	Río	Capacidad (hm ³)	Gestor
ES091MSPF4	Irabia	Irati	13,5	Acciona
ES091MSPF1051	Escarra	Escarra	5,2	Acciona
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Ésera	3,0	Acciona
ES091MSPF768	Línsoles (Eriste)	Ésera	2,6	Acciona
ES091MSPF73	Ciurana	Ciurana	12,4	ACA
ES091MSPF336	Parras, Las	Martín	5,8	ACUAES
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	Albiña	5,7	AMVISA
ES091MSPF1810	Albagés	Set	79,8	ATL
ES091MSPF1	Ebro	Ebro	540,0	CHE. S1
ES091MSPF1808	Enciso	Cidacos	46,0	CHE. S1
ES091MSPF68	Val	Val	24,8	CHE. S1
ES091MSPF1812	Soto-Terroba (en construcción)	Leza	8,2	CHE. S1
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (previsto)	Linares	0,6	CHE. S1
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	Noguera Ribagorzana	914,6	CHE. S2
ES091MSPF63	Rialb	Segre	402,8	CHE. S2
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	Ésera	84,7	CHE. S2
ES091MSPF53	Oliana	Segre	84,4	CHE. S2
ES091MSPF79	Guiamets	Asmat	10,5	CHE. S2
ES091MSPF37	Yesa	Aragón	446,9	CHE. S3
ES091MSPF86	Itoiz	Irati	418,0	CHE. S3
ES091MSPF27	Alloz	Salado	65,4	CHE. S3
ES091MSPF6	Eugui	Arga	21,9	CHE. S3
ES091MSPF550	Urdalur	Alzania	5,4	CHE. S3
ES091MSPF292	Mairaga	Regata Mairaga	2,4	CHE. S3
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón (puesta en carga)	Guadalope	89,0	CHE. S4
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	Grío	96,3	CHE. S4
ES091MSPF76	Tranquera, La	Piedra	84,3	CHE. S4
ES091MSPF78	Caspe	Guadalope	81,5	CHE. S4
ES091MSPF82	Calanda	Guadalope	45,0	CHE. S4
ES091MSPF80	Cueva Foradada	Martín	22,1	CHE. S4
ES091MSPF1804	Maidevera	Aranda	18,3	CHE. S4
ES091MSPF87	Lechago (puesta en carga)	Pancrudo	18,2	CHE. S4
ES091MSPF912	Pena	Pena	17,9	CHE. S4
ES091MSPF77	Moneva	Aguas Vivas	8,0	CHE. S4
ES091MSPF75	Torcas, Las	Huerva	6,7	CHE. S4
ES091MSPF913	Gallipuéñ	Guadalopillo	3,5	CHE. S4
ES091MSPF61	Mansilla	Najerilla	67,7	CHE. S5
ES091MSPF64	Pajares	Piqueras	35,0	CHE. S5
ES091MSPF916	González Lacasa	Albercos	32,9	CHE. S5
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	Cinca	712,0	CHE. S6
ES091MSPF62	Sotonera, La	Sotón	189,2	CHE. S6
ES091MSPF25	Búbal	Gállego	64,3	CHE. S6
ES091MSPF54	Montearagón (puesta en carga)	Flumen	43,2	CHE. S6
ES091MSPF19	Lanuza	Gállego	16,9	CHE. S6
ES091MSPF51	Vadiello	Guatizalema	15,5	CHE. S6
ES091MSPF55	Ardisa	Gállego	1,9	CHE. S6
ES091MSPF380	Guara	Calcón	3,7	CHE. S6
ES091MSPF134	Escuriza	Escuriza	2,5	C. R. Escuriza CHE. S4
ES091MSPF71	Mezalocha	Huerva	3,2	C.R. Mezalocha
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	bro	1.592,0	Enel-Endesa
ES091MSPF50	Talarn (Trempe)	Noguera Pallaresa	205,1	Enel-Endesa
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	Noguera Pallaresa	196,6	Enel-Endesa
ES091MSPF43	Escales-Sopeira	Noguera Ribagorzana	157,8	Enel-Endesa
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	Noguera Ribagorzana	21,9	Enel-Endesa

Embalses seleccionados

Código de Masa	Nombre embalse	Río	Capacidad (hm ³)	Gestor
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Noguera de Tor	16,1	Enel-Endesa
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay	Segre	9,5	Enel-Endesa
ES091MSPF715	Torrassa, La	Noguera Pallaresa	2,1	Enel-Endesa
ES091MSPF72	Margalef	Montserrat	2,1	Generalitat de Catalunya
ES091MSPF273	Yalde	Yalde	3,6	Gobierno de la Rioja
ES091MSPF805	Leiva	Tirón	2,4	Gobierno de la Rioja
ES091MSPF7	Ullívarri	Zadorra	147,2	Iberdrola
ES091MSPF2	Urrúnaga	Santa Engracia	71,9	Iberdrola
ES091MSPF22_001	Sobrón	Ebro	20,0	Iberdrola
ES091MSPF44	Peña, La	Gállego	15,5	C.R. La Peña CHE. S6

Distribución de los embalses seleccionados en la cuenca del Ebro

En total se realizaron 16 reuniones con gestores, tanto públicos como privados, de las infraestructuras. Estas reuniones comenzaron en abril de 2024, dilatándose en el tiempo hasta julio del mismo año. En términos generales, estas reuniones fueron consideradas oportunas por los gestores. Aprobando la necesidad de establecer estas componentes de los caudales ecológicos en la gestión, porque, además de los efectos medioambientales favorables que producen, son de utilidad en el mantenimiento de los órganos de desagüe de las presas y pueden favorecer la calidad del agua embalsada.

Una vez revisada la propuesta inicial de las componentes objeto de estudio se realizó un seminario técnico final. En este seminario se presentaron los resultados obtenidos y los trabajos realizados en el Proyecto a todos los interesados de la cuenca del Ebro. A todos los inscritos al seminario se les enviaron los resultados obtenidos, la metodología empleada y las ponencias que se iban a realizar. El objetivo del seminario era similar al del primer seminario realizado: tener en cuenta las sugerencias y aportaciones de los interesados. El seminario se realizó en octubre de 2024.



Por último, no debemos olvidar una tarea realizada en el marco del Proyecto, la comunicación y divulgación de los trabajos. Con esta tarea se persigue un doble objetivo. Por un lado, explicar y concienciar a todos los interesados de la importancia de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio como componentes de los caudales ecológicos, y por otro, realizar un ejercicio de transparencia.

Respecto a la tarea de comunicación, destaca la sección dispuesta en la web de la confederación hidrográfica del Ebro, exclusiva para el presente trabajo: [Estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la Demarcación del Ebro](#), ya que contiene las principales actividades, informes, resultados y ponencias efectuadas en el marco del Proyecto y donde puede ampliarse, en caso de interés, lo indicado en el presente resumen.

Conclusiones

El Proyecto ha presentado un aspecto eminentemente práctico, como es el de ajustar los caudales máximos, generadores y tasas de cambio a las necesidades del uso, sin obviar en ningún momento el rigor de la metodología utilizada. Se ha tenido en cuenta a todos los usuarios e interesados, a través de los seminarios realizados, y los gestores de la presa, grandes concededores de los ámbitos objeto de estudio, a través de las reuniones realizadas. Todo ello con el fin de obtener una propuesta de caudales máximos, generadores y tasas de cambio, que realmente pueda asumirse en la cuenca del Ebro.

El trabajo realizado ha supuesto, además, un sustancial avance en la definición de todos los componentes que conforman los caudales ecológicos. En el segundo ciclo de planificación estas componentes se dispusieron en once (11) embalses estratégicos de la cuenca, frente a los sesenta y cuatro (64) recogidos en este trabajo.

No obstante, debe recordarse que, aunque la propuesta final de caudales máximos, generadores y tasas de cambio realizada en el presente trabajo, supone una mejora en la definición de los caudales ecológicos en la cuenca del Ebro, los valores tienen un carácter provisional y que deberán ser finalmente definidos dentro del proceso de planificación para el cuarto ciclo (2028-2033).

Tampoco ha de olvidarse que estos caudales no presentan un carácter fijo e inamovible, teniendo en cuenta que el medio fluvial está en constante cambio. Por lo que, si se observa que no son funcionales, existe la posibilidad de revisarlos en ciclos de Planificación futuros.



Río Santa Engracia aguas abajo de la presa de Ullivarri