

TAREA 13: RESUMEN EJECUTIVO



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

Índice

1. Antecedentes	1
2. Objeto del trabajo	1
3. Alcance	1
4. Resumen	2
5. Tareas realizadas	2
5.1 Recopilación de información	2
5.2 Seminario técnico inicial	3
5.3 Estrategia general y plan de trabajo	3
5.4 Metodología	4
5.5 Metodología de cálculo de caudales máximos	4
5.5.1 Caracterización hidrológica.....	5
5.5.2 Verificación hidrobiológica	6
5.6 Realización de visitas de campo preliminares	6
5.7 Estudios de hábitat	7
5.7.1 Muestreo de hábitat (campo)	8
5.7.2 Simulación hidráulica (gabinete).....	9
5.8 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas	11
5.8.1 Magnitud	11
5.8.2 Periodo de retorno	11
5.8.3 Estacionalidad.....	12
5.8.4 Duración	12
5.8.5 Metodología Tasas de cambio.....	12
5.9 Visitas de campo de crecidas	13
5.9.1 Trabajos de campo	14
5.9.2 Trabajos de gabinete	15
5.9.3 Conclusiones a las visitas de campo de sueltas controladas.....	15
5.10 Propuesta preliminar de caudales	15
5.11 Reuniones con gestores	18
5.12 Revisión y propuesta final de caudales	19
5.13 Seminario final	24
5.14 Comunicación	25

1. Antecedentes

Entre los cometidos de la Oficina de Planificación Hidrológica (OPH) se encuentra la realización de los trabajos y estudios necesarios para la elaboración, seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de la cuenca.

En el Esquema Provisional de Temas Importantes para la gestión del agua de la demarcación hidrográfica del Ebro, dentro de los trabajos del tercer ciclo 2021-2027 de la planificación hidrológica, se incluyó específicamente como tema “Avanzar en el proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos”, recogiendo entre sus líneas de acción, Medidas comunes a todas las alternativas: “Realizar estudios para la mejora de la definición de todos los componentes del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua de la demarcación, en cumplimiento de las sentencias del Tribunal Supremo de marzo y abril de 2019. **Se propone la realización de estudios para valorar el establecimiento de caudales máximos, generadores y tasas de cambio** en puntos prioritarios de la cuenca situados aguas abajo de los principales embalses. Además, se propone la realización de estudios piloto para caracterizar y valorar los requerimientos hídricos de una selección de humedales o lagunas.”

Situación que motiva la realización del presente trabajo, necesario para la revisión del cuarto ciclo del plan hidrológico (2028-2033), y que consiste en completar el régimen de caudales ecológicos, incluyendo otras de sus componentes, como son los caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

2. Objeto del trabajo

El objeto de presente trabajo es, por tanto, la elaboración de una propuesta de caudales máximos, de caudales generadores y de tasas de cambio en los ríos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro para su utilización en el Plan hidrológico del cuarto ciclo (2028/2033). Propuesta que ha contado con la participación de los usuarios e interesados de la Cuenca del Ebro.

3. Alcance

El presente documento recoge de forma sintetizada los trabajos realizados en el marco del Proyecto, así como la metodología empleada y resultados obtenidos. En caso de necesidad de precisar de un mayor detalle se puede consultar la Memoria del trabajo que, juntos con los Anexos asociados a ella, dan respuesta a todas las tareas realizadas en el marco del trabajo.

En la elaboración del trabajo se han realizado todas las tareas indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), estas tareas se recogen en el siguiente esquema donde, en azul oscuro, se indica cada una de ellas y se muestra el proceso realizado para la consecución del objetivo del trabajo.

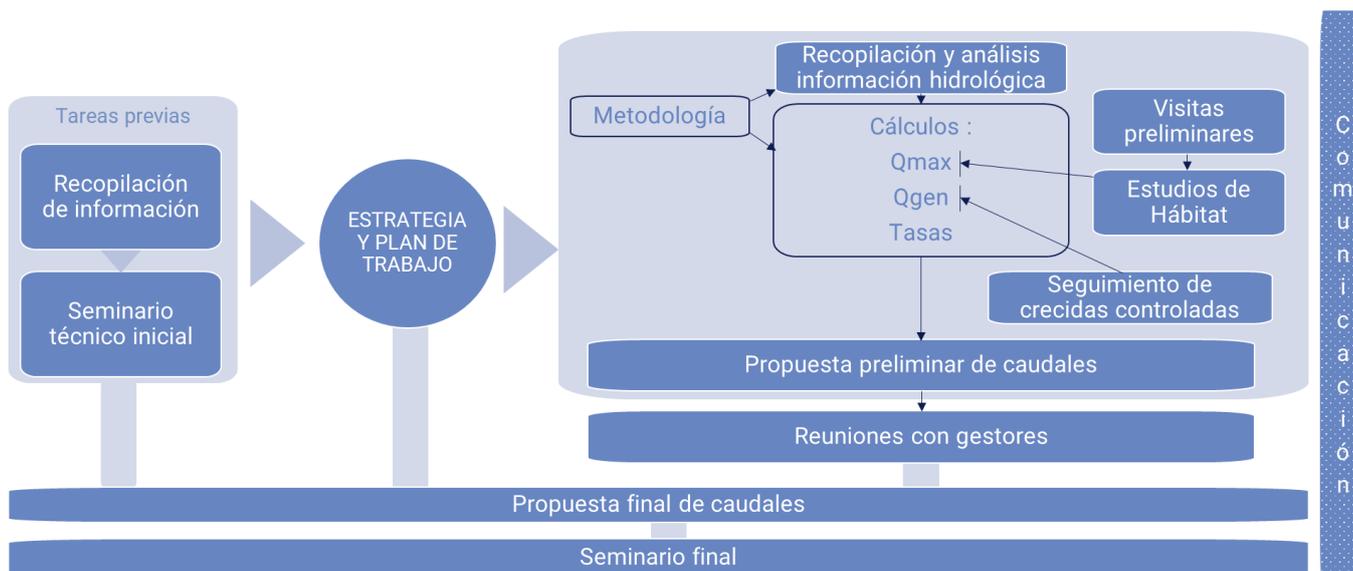


Figura 1. Esquema general del trabajo

4. Resumen

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 y la realidad de las infraestructuras. Se ha tenido en cuenta a todos los usuarios e interesados, a través de los seminarios realizados, y los gestores de la presa, grandes conocedores 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.

Durante el transcurso de los trabajos se han ido aplicando una serie de mejoras en la metodología con el fin de que los caudales que se van a imponer sean aceptables por los gestores y usuarios:

- En primer lugar el establecimiento de una relación entre el volumen del embalse y el volumen de la crecida, de tal manera que la dotación de un caudal generador no suponga el vaciado del embalse y la posibilidad de incumplir su cometido.
- En segundo lugar excluir del cálculo los embalses excesivamente pequeños y los ibones recrecidos, al fin y al cabo, la capacidad de regulación de esas infraestructuras es muy pequeña, junto con la transferencia de la obligación al último embalse de los sistemas encadenados.
- También se han tenido en cuenta los caudales Q1, Q2 y Q3, establecidos en las normas de explotación de las presas, con el fin de evitar daños sobre bienes e infraestructuras.
- Incluir en el proceso de establecimiento de estas componentes a los gestores de las presas. Esto se ha realizado por varios motivos, el principal, que son los auténticos conocedores de las posibilidades reales de que se puedan dotar esos caudales desde la presa y de la capacidad del cauce aguas abajo y la susceptibilidad de que se produzcan daños con los caudales propuestos, su experiencia no se puede desdeñar.

El trabajo ha permitido fijar todas las componentes de los caudales ecológicos bajo sesenta y cuatro (64) embalses, pero además han reconstruido las series naturales diarias y calculado los percentiles significativos en todas las masas de agua, datos que pueden ser útiles para otros trabajos de la Oficina de Planificación Hidrológica.

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.

Cabe recordar 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).

A continuación, se describen sintéticamente las tareas desarrolladas en el marco del Proyecto y se presentan los resultados obtenidos.

5. Tareas realizadas

5.1 Recopilación de información

El objeto de esta tarea es tener una base sólida con la que plantear la metodología, para ello se recopiló la información considerada más relevante para los caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Para huir de utopías y centrarse en planteamientos plausibles, se optó por recopilar principalmente los aspectos normativos para otras demarcaciones hidrográficas, tanto españolas como internacionales. Se analizaron los Planes Hidrológicos españoles (Demarcaciones intra e intercomunitarias), la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), el borrador de la guía para la implantación de caudales ecológicos y, además, se recopilaron los trabajos relacionados con esta temática en la cuenca del Ebro.

Tras el análisis de toda la información se estimó conveniente afrontar el cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio para la cuenca del Ebro atendiendo a los criterios de la Instrucción de Planificación Hidrológica.

5.2 Seminario técnico inicial

El principal objetivo de su realización era dar a conocer a todos los interesados la puesta en marcha del estudio, la recopilación de información realizada y la propuesta metodológica prevista para el adecuado desarrollo del estudio. Posteriormente, con las sugerencias, propuestas y preguntas que surgieron en él, se procedió a la redacción de una Estrategia y un plan de trabajo específico para la cuenca del Ebro.

El seminario técnico inicial se realizó el 18/05/2023, de 12:00 a 14:00, mediante videoconferencia. De su realización se informó a los interesados de su realización mediante correo electrónico, a través de la página web y redes sociales de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Previo a su realización, se proporcionó a los inscritos al seminario, (170 personas) un documento resumen que contenía la recopilación de información y la propuesta metodológica a emplear en el estudio. El seminario se desarrolló en dos partes. En la primera se realizaron tres ponencias: "Presentación de la jornada y plan de trabajo del estudio"; a cargo del responsable del Proyecto de la OPH; "Recopilación de información básica para el planteamiento metodológico" y "Propuesta metodológica para el estudio de caudales máximos, generadores y tasas de cambio", ambas realizadas por técnicos de la asistencia técnica. La segunda parte se reservó para el debate y recepción de comentarios y aportaciones de los participantes.

El grupo de interesados fue muy variado, quedando representados todos los grupos de interés (administraciones públicas, usuarios, universidades, grupos ecologistas, etc.).

Tras la realización del seminario técnico inicial y el análisis de las aportaciones recibidas, destacaron las siguientes aportaciones:

- Los asistentes, en términos generales, aprobaron y agradecieron la iniciativa de la Oficina de Planificación Hidrológica de realizar este tipo de eventos informativos y participativos.
- Prácticamente, todos los intervinientes, destacaron la necesidad de considerar en la definición de las componentes de caudales objeto de estudio, no solo los aspectos medioambientales, si no que debían considerarse los distintos usos del agua, así como concertar estos caudales con los usuarios.
- Se indicó la arbitrariedad actual de la Instrucción de Planificación, en lo concerniente al cálculo por métodos hidrobiológicos de los caudales ecológicos.
- También se resaltó la gran complejidad que supone la definición de cauce lleno o bankfull.
- Se indicó que, para la determinación de las componentes de los caudales objeto de estudio, es mejor determinarlos persiguiendo unos objetivos medioambientales (rehabilitación de ríos).
- Se resaltó que los caudales ecológicos no deben ser asignados a embalses encadenados, en todo caso al último de la cadena.
- Se destacó la conveniencia de no tratar los componentes de los caudales mínimos de manera aislada, sino que deberían formar parte de los caudales ecológicos que, a su vez, deben tener en cuenta objetivos ambientales y los usos del agua.
- A través del chat del seminario, un interviniente indicó que considera que los caudales ecológicos solo deben establecerse para las masas aguas reguladas.
- También a través del chat, se expuso que el Plan Hidrológico del Distrito fluvial de las cuencas internas de Cataluña, se aprobó el 16 de mayo a través del Decreto 91/2023, de 16 de mayo, por el que se aprueba el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña para el período 2022-2027.

La sesión fue grabada en su totalidad, se puso a disposición de todos los interesados, junto con las presentaciones realizadas y documentación, en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro ([Trabajos en marcha para el plan de cuarto ciclo](#)).

5.3 Estrategia general y plan de trabajo

Tras la realización del seminario técnico se redactó una estrategia donde se recogían las principales recomendaciones y conclusiones metodológicas obtenidas en él. En el documento se planteó también un Plan de Trabajo a seguir en la realización del trabajo.

La estrategia general planteó el desarrollo del trabajo en tres fases:

FASE 1. Donde se engloba el desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos máximos, generadores y tasas de cambio, hasta llegar a una propuesta preliminar de caudales.

FASE 2. Correspondiente con el proceso de reuniones y consultas con los gestores.

FASE 3. Revisión de la propuesta preliminar de caudales y propuesta final.

La estrategia que se basó en estos tres bloques, con una componente transversal: transparencia máxima durante todo el proceso. En el siguiente esquema se indican las principales tareas a realizar en cada una de las fases estratégicas.

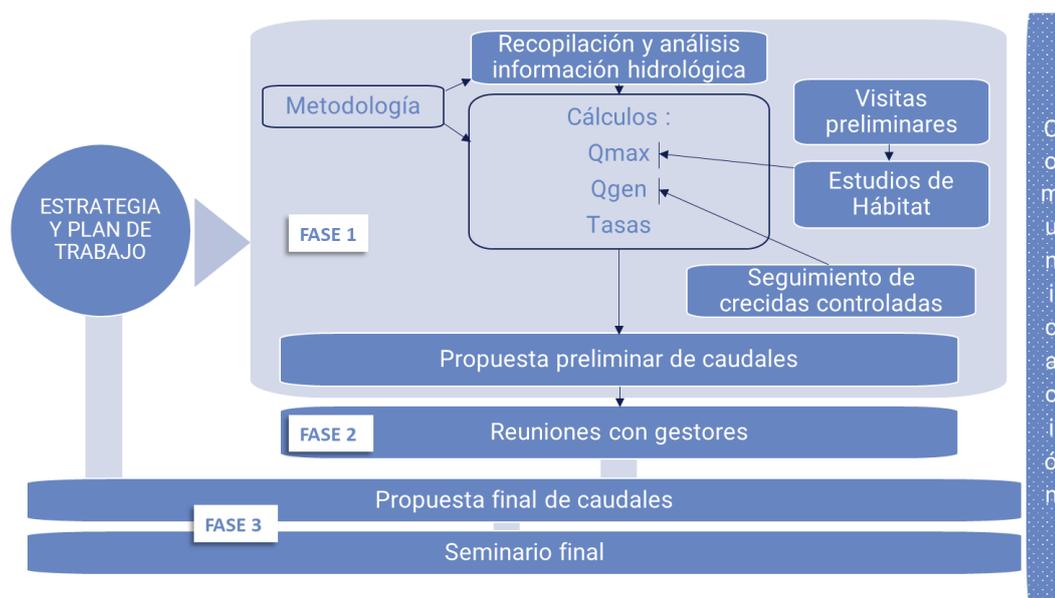


Figura 2. Esquema general de la Estrategia

La Estrategia se definió basándose en la IPH, ya que es la norma española donde se detallan lo que son los caudales ecológicos y cómo calcularlos. Norma que, como se pudo observar en la recopilación de información, es la utilizada en los organismos de cuenca intercomunitarios. Además, en ella se tuvieron en cuenta las principales sugerencias recibidas en el seminario técnico inicial.

En la Estrategia se elaboró un plan de trabajo, donde se establecieron los plazos para la realización de las tareas del Estudio. En términos generales, estos plazos fueron adecuados y, en mayor o menor medida, la realización de las tareas se ajustaron a la planificación establecida, exceptuando la tarea “Reuniones con gestores de las infraestructuras”, que superó el tiempo establecido en la planificación, debido al gran número de presas seleccionadas y la disponibilidad de los gestores de dichas infraestructuras.

En los siguientes epígrafes se desarrollan todos los aspectos metodológicos y estudios técnicos que se realizaron siguiendo las directrices dispuestas en la Estrategia del Trabajo.

5.4 Metodología

Una vez realizada la recopilación básica y el seminario técnico inicial se estimó conveniente afrontar el cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio atendiendo a los criterios de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

5.5 Metodología de cálculo de caudales máximos

El objeto de los caudales máximos, es limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas y estadios más vulnerables. Se han definido unos caudales máximos que no deberían ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas.

El procedimiento seguido para la distribución del régimen de caudales máximos consta de una caracterización hidrológica del tramo, y una posterior verificación de que el percentil 90 de las series de caudal garantiza el refugio para los estadios/especies más restrictivos y también la conectividad de tramo,

mediante los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, según dispone la IPH. El proceso completo se resume en la siguiente figura:

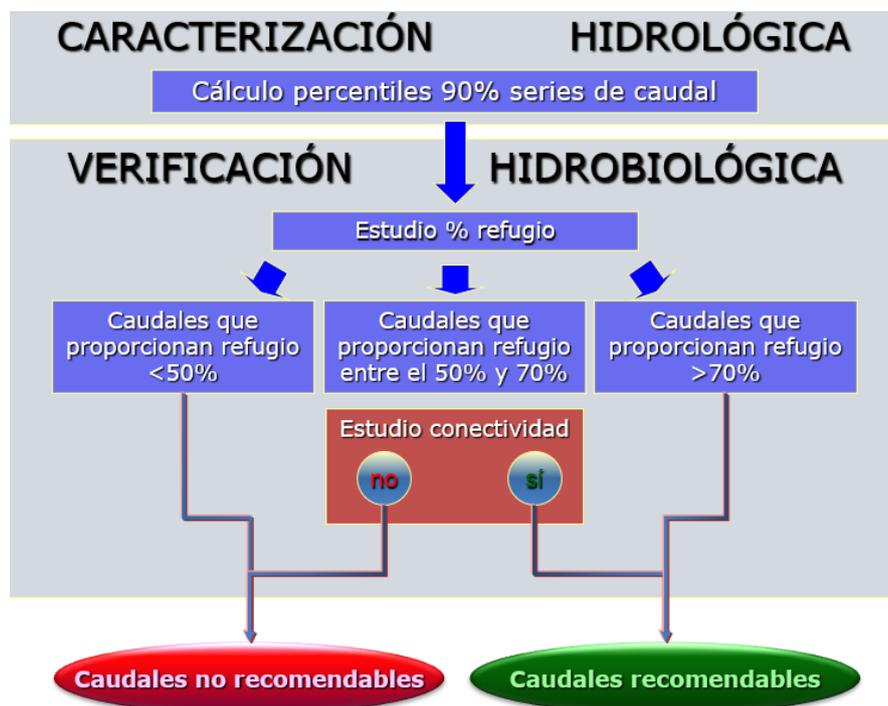


Figura 3. Sistema utilizado para seleccionar los caudales máximos

5.5.1 Caracterización hidrológica

La caracterización hidrológica se ha realizado en todas las masas de la cuenca Ebro susceptibles de estudio, seiscientos veintiséis (626) masas de agua.

Para la caracterización hidrológica de la distribución temporal de caudales máximos, la IPH cita que se deben analizar los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural, más exactamente expresa que *Con la finalidad de preservar las magnitudes fundamentales del régimen natural, se recomienda no utilizar percentiles superiores al 90%*. Para obtener una serie adecuada, se caracterizaron diversas series de caudal:

- Percentil 90 de la serie diaria de caudal
- Percentil 90 de la serie mensual de caudal
- Percentil 90 de la serie diaria de caudal de los años húmedos
- Percentil 90 de la serie mensual de caudal de los años húmedos

Se consideraron años húmedos cuando su aportación supera al 75% de los años considerados. Para los cálculos mensuales se ha empleado la serie de caudales mensuales en régimen natural del modelo hidrológico SIMPA, tanto la denominada serie larga (1940/41-2017/18) como la serie corta (1980/81-2017/18). Se han empleado, por tanto, dos series con más de 20 años en régimen natural, periodo mínimo que aconseja como la Instrucción de Planificación Hidrológica. Las series disponibles son de carácter mensual, por lo que se restituyó la serie de caudales diarios disponibles en las estaciones de aforo a caudales naturales diarios para cada una de las masas de agua.

Con objeto de disponer de una amplia batería de datos que facilitara la toma de decisión, con las series de datos naturalizadas, tanto mensuales como diarias, se calcularon distintos percentiles de excedencia, no limitándose exclusivamente al percentil 90 de la serie de datos. Así mismo, estos percentiles se han planteado para dos periodos hidrológicos homogéneos según se indica la IPH.

Para el establecimiento de los dos periodos hidrológicos homogéneos (periodo húmedo y periodo seco) se partió principalmente de los regímenes fluviales de España, indicados en el Atlas Nacional de España.

Tras el análisis de esta información se distinguieron cuatro regímenes fluviales en la cuenca de Ebro: Nival, Pluvio-nival, Pluvial oceánico y Pluvial mediterráneo.

Por último, los resultados obtenidos se organizaron en una ficha de presentación, una para cada masa de agua susceptible de estudio (686), donde se presenta una batería de datos distribuidos para cada periodo determinado.

5.5.2 Verificación hidrobiológica

Siguiendo las instrucciones de la IPH, los caudales máximos se deben verificar mediante el uso del modelo hidrobiológico tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios, o especies, más sensibles, como el mantenimiento de la conectividad longitudinal del tramo.

Se define como refugio aquellas zonas del río con una determinada profundidad mínima de agua y cuyas velocidades no superan las velocidades máximas para las especies existentes en el tramo. Para ello, se consideró el rango de valores acordada durante la implantación de los caudales ecológicos en España, donde se estableció que el refugio para garantizar el paso de los peces se obtenía con la siguiente combinación de velocidades y profundidades:

Estado	Velocidad limitante	Profundidad limitante
Alevín	< 1	> 0,1
Juvenil	< 2	> 0,15
Adulto	< 2,5	> 0,25

Tabla 1. Velocidades y profundidades limitantes

Se ha realizado un análisis espacial de la distribución de velocidades, analizando el porcentaje de superficie mojada del tramo que supera las velocidades óptimas con un programa de simulación en 1 dimensión, obteniendo el porcentaje de superficie de refugio sobre el total de la superficie mojada del tramo. Este proceso se ha realizado en **quince (15)** masas de agua situadas aguas abajo de embalses seleccionados por su representatividad.

Para aquellos caudales que proporcionen un refugio por debajo del 70% de la superficie mojada del tramo se debe comprobar la existencia/inexistencia de conectividad en el tramo. El estudio de la conectividad se realiza modelando el caudal correspondiente al valor del caudal con un total cumplimiento del área de refugio.

5.6 Realización de visitas de campo preliminares

El objeto de estas visitas de campo es ayudar al diseño de estudios de hábitat y valorar de manera cualitativa los efectos de los caudales que serán propuestos.

Previamente a la selección de tramos donde realizar estas visitas, se realizó una preselección de tramos para la realización de estudios de hábitats, atendiendo a una serie de requisitos: 1) Tramos regulados, situado aguas abajo de infraestructuras hidráulicas consideradas significativas. (Capacidad \geq a 100 hm³. / Aportación anual \geq 500 hm³); 2) Tramos cercanos a puntos de control especialmente relevantes; 3) Tramos dentro de Red Natura; 4) Tramos donde pudiesen existir conflictos de usos (abastecimiento, riegos, centrales hidroeléctricas...). Posteriormente, se comprobó que estos embalses no formaran parte de una cadena de embalses, esto es, en caso de situarse inmediatamente aguas arriba de otro embalse queda excluido de la selección.

Atendiendo a los criterios indicados se llegó a un número de tramos seleccionables que superaba el número de estudios de hábitats a realizar, quince (15 tramos dispuestos en el PPT). Esta selección previa fue presentada a la dirección de los trabajos que, a la vista de ella, indicó al consultor los tramos definitivos para la realización de estudios de hábitat. Los tramos, y embalses relacionados, donde se han realizado estudios de hábitat son los siguientes:

Embalse	Comunidad Autónoma	Cod. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo
La Tranquera (Mularroya)	Aragón	ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
La Sotonera	Aragón	ES091MSPF962_001	Río Gállego desde el azud de Ardisa hasta el barranco de la Violada.
El Grado	Aragón	ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.
Barasona	Aragón	ES091MSPF434	Río Ésera desde la Presa de Barasona y las tomas de la Central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta su desembocadura en el río Cinca.
Yesa	Aragón	ES091MSPF417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
Santolea	Aragón	ES091MSPF951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
Itoiz	Comunidad Foral de Navarra	ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
Rialb	Cataluña	ES091MSPF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
Ebro	Cantabria/ Castilla y León	ES091MSPF468	Río Ebro desde la Presa del Ebro hasta el río Polla.
Ullívarri	País Vasco	ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.
Urrúnaga	País Vasco	ES091MSPF1816	Río Sta. Engracia desde la Presa de Urrúnaga hasta su desembocadura en el Zadorra
Mansilla	La Rioja	ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.
Camarasa	Cataluña	ES091MSPF427	Río Segre y río Noguera Pallaresa (incluye el tramo del Noguera-Pallaresa desde la Presa de Camarasa a la confluencia con el Segre y el Segre desde su confluencia con el Noguera Pallaresa) hasta la cola del Embalse de San Lorenzo.
Santa Ana	Aragón / Cataluña	ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.
Ciurana	Cataluña	ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella

Tabla 2. Tramos seleccionados para la realización de estudios de hábitat

De estos quince tramos donde realizar los estudios de hábitat se seleccionaron diez (10) de ellos, número dispuesto en el PPT para la realización de visitas preliminares. Los tramos seleccionados fueron aquellos que no disponían de estudios hidrobiológicos realizados en estudios anteriores, resaltados en color azul en la tabla anterior.

Las visitas preliminares se realizaron durante el mes de septiembre de 2023. Ya en campo, se realizó un recorrido del tramo con el objeto de localizar una zona representativa del tramo, asegurando siempre que la longitud de esta zona seleccionada sea representativa del tramo. En todo momento se intentó que la zona seleccionada para el muestreo tuviera una proporción de mesohábitats semejante al tramo recorrido, así como unas series de características hidráulicas que facilitaran el calibrado del modelo.

Como conclusión a las visitas realizadas se destacó que, en términos generales, los tramos inspeccionados presentaban características que dificultan la realización de las tareas topográficas asociadas a los estudios de hábitat, debido principalmente a la presencia de una vegetación de ribera abundante y, en ocasiones, una pendiente acusada de los márgenes, por ello se intensificó la inspección en las masas de agua seleccionadas. Como una primera valoración de la viabilidad de la implantación de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en los tramos visitados, se estimó de manera general que la implantación de estos caudales no supondrán una afección significativa en las masas de agua visitadas.

5.7 Estudios de hábitat

Se realizaron las correspondientes modelizaciones, para el cálculo del refugio y la conectividad, en 1D con el programa SEFA (*System for Environmental Flows Analysis*), basado en la metodología IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*).

La realización de estos estudios de hábitat precisa de la toma de datos sobre el terreno que luego, ya en gabinete, se emplean en la realización de la simulación del hábitat. Como ya se ha indicado, estos se han realizado sobre quince (15) tramos, la distribución de estos tramos en la cuenca del Ebro puede observarse en la siguiente figura, donde en color rojo se indica la infraestructura seleccionada y en naranja la masa de agua relacionada donde se han realizado los estudios de hábitat.

- **Estimación del sustrato:** Asociado a cada punto topográfico. Los tipos de sustrato deben ser coherentes con los utilizados en estudios de microhábitat, ya que en la simulación se toman estos datos de campo para evaluar el hábitat con las funciones de idoneidad disponibles. Para la estimación del sustrato se empleó la clasificación, según el diámetro medio (Martínez Capel, 2000), simplificada a partir de la American Geophysical Union.
- **Observaciones:** Se realizó un registro fotográfico con los aspectos más relevantes del tramo (aguas arriba y aguas abajo, de ambos márgenes, del tipo de sustrato en cada zona diferenciable de tramo, etc.), se realizaron croquis y se anotó cualquier otro aspecto que facilitara la realización del estudio de hábitat.

En total se realizaron 113 perfiles transversales tomándose un total de 2.528 puntos topográficos.

5.7.2 Simulación hidráulica (gabinete)

Como se ha indicado anteriormente la simulación hidráulica se ha empleado el programa SEFA. Los trabajos a realizar con el modelo requieren básicamente las siguientes fases:

- **Chequeo de los datos de campo e Introducción en el modelo.** Antes de introducir los datos obtenidos en campo es necesario realizar un chequeo de ellos para corregir los posibles errores o discrepancias que pueden producirse en su obtención. En aquellos casos que se ha sido preciso, por ejemplo, ríos con una gran llanura de inundación, se han complementado los perfiles transversales de campo con puntos obtenidos del Modelo Digital del Terreno. Tras este cribado se introducen los datos para cada transecto en el programa. Cada transecto queda representado por cada uno de los puntos topográficos que lo componen, junto con la velocidad medida y el sustrato en este punto. En este punto también es importante introducir los datos de altura de la lámina de agua obtenidos.
- **Cálculo de las distintas curvas de gasto o altura-caudal para cada transecto,** que el programa ajusta a los puntos de altura/caudal tomados en las campañas de campo con distinto caudal. Estas curvas son la base del modelo hidráulico, ya que cuando se procede a la simulación, lo primero que necesita el programa son estas curvas para saber qué altura de agua tenemos con cada caudal.

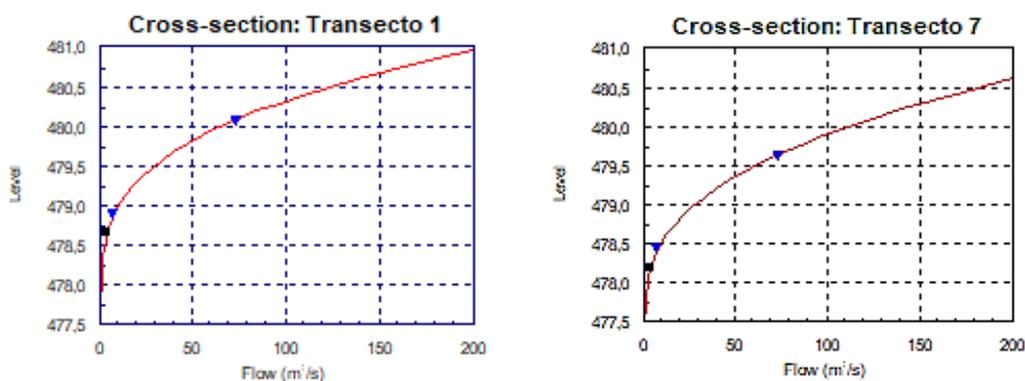


Figura 5. Ejemplo de curvas altura caudal en distintos transectos realizados aguas abajo del embalse de Itoiz

- **Cálculo y edición de los Factores de Distribución de Velocidad (Velocity Distribution Factors, VDF).** Se trata del factor que corrige la velocidad en cada celda, respecto de la velocidad media de la sección. Dicha velocidad media, al simular otros caudales distintos al de calibración, es obtenida a partir de la cota de lámina de agua, que procede de la curva de gasto. Este factor se basa en medidas reales de campo (tanto media como en cada celda), supone el elemento fundamental de calibración de velocidades que distingue a los modelos de simulación del hábitat detallados de otros de simulación hidráulica. El programa aplica este coeficiente de corrección para cada celda cuando calcule las velocidades para distintos caudales. Dicho factor es invariable y no considera variaciones del caudal, ni viscosidad ni transmisión de energía de una celda otra.
- **Cálculo del refugio.** Una vez calibrado el modelo se está en disposición de calcular el área de refugio para los distintos estadios de los peces, según las velocidades y profundidades limitantes

indicadas en la metodología, y una amplia gama de caudales. La modelización del refugio se ha realizado para caudales superiores al percentil 90 de la serie de datos diarios 1980/81-2017/2018.

- **Cálculo de la conectividad.** Como se ha indicado anteriormente este cálculo se ha realizado cuando el porcentaje de refugio ha sido superior al 50 % e inferior al 70%. Los tramos estudiados, por norma general, no han presentado porcentajes de refugio por debajo del 50% y en aquellos casos que ha sucedido se ha dado tan solo en el caso de los alevines. Tan solo se ha dado este caso en los tramos muestreados de La Tranquera y Rialb.

En la siguiente tabla, a modo de resumen, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los quince (15) tramos analizados.

Cod. Masa agua. Embalse	Embalse	Código. Masa muestreo	Caudal modelado (m ³ /s)	Resultados Refugio y conectividad
ES091MSPF76	La Tranquera (Mularroya)	ES091MSPF444	12	El percentil 90 propuesto proporciona un porcentaje de refugio inferior al 50%, pero por sus características naturales no es un tramo adecuado para los alevines. Se realiza estudio de conectividad por alevines: Conectividad: Si
ES091MSPF85	Santolea	ES091MSPF951	6	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF73	Ciurana	ES091MSPF1800	1	Debido a que el porcentaje de refugio de los adultos se encuentra entre el 50-70%. Se realiza estudio de conectividad por adultos. Conectividad: Sí
ES091MSPF63	Rialb	ES091MSPF638	90	El percentil 90 propuesto proporciona un porcentaje de refugio inferior al 50%, pero debido a la anchura del río sí proporciona conectividad a los alevines. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Sí
ES091MSPF65	Camarasa	ES091MSPF427	150	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF66	Santa Ana	ES091MSPF820	50	Debido a que el porcentaje de refugio de los alevines se encuentra entre el 50-70%. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Sí
ES091MSPF56	Barasona	ES091MSPF434	150	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF47	El Grado	ES091MSPF678	90	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF62	La Sotonera	ES091MSPF962_001	65	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF37	Yesa	ES091MSPF417	95	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF86	Itoiz	ES091MSPF534	45	Debido a que el porcentaje de refugio de los alevines se encuentra entre el 50-70%. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Sí
ES091MSPF7	Ullívarri	ES091MSPF1817	20	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad
ES091MSPF2	Urrúnaga	ES091MSPF1816	20	El percentil propuesto proporciona refugio a los estadios analizados. No se precisa la realización del estudio de conectividad

Cod. Masa agua. Embalse	Embalse	Código. Masa muestreo	Caudal modelado (m ³ /s)	Resultados Refugio y conectividad
ES091MSPF61	Mansilla	ES091MSPF189	12	Debido a que el porcentaje de refugio de los alevines se encuentra entre el 50-70%. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Sí
ES091MSPF1	Ebro	ES091MSPF468	30	Debido a que el porcentaje de refugio de los alevines se encuentra entre el 50-70%. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Sí

Tabla 3. Resumen de resultados para el refugio y conectividad de los tramos analizados

5.8 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas

Los parámetros a determinar para caracterizar el caudal generador en una determinada masa de agua son: Magnitud, frecuencia, tasas de cambio, duración y estacionalidad.

5.8.1 Magnitud

Se han utilizado dos métodos para estimar la magnitud que se describen a continuación: Cálculo del caudal punta según CEDEX y Gumbel a partir de datos naturalizados procedentes del SIMPA.

5.8.1.1 Método 1. Cálculo del caudal punta según CEDEX

La máxima crecida ordinaria se puede obtener con la aplicación **CauMax**, desarrollada por el CEDEX, integrada en un sistema de información geográfica, en la que es posible consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km² y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km². Este trabajo se enmarca en el ámbito del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Esta información se puede consultar en <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos.html>.

5.8.1.2 Método 2. Gumbel a partir de datos naturalizados procedentes del SIMPA

La ley de distribución de frecuencias de Gumbel se utiliza para el estudio de los valores extremos y en la hidrología ha sido ampliamente aplicada. La magnitud del caudal generador viene dada por el caudal de avenida asociado al periodo de retorno.

Para la determinación de este caudal avenida se ajusta la ley de frecuencia de la serie de caudales máximos anuales a una función de distribución tipo Gumbel, habitual en este tipo de estudios: $Q_{gen} \text{ (m}^3\text{/s)} = Q_{TMCO}$.

En la realización de estos cálculos se ha empleado la serie de caudales diarios naturalizados para los periodos 1940/41-2017/18 (serie larga) y 1980/81-2017/18 (serie corta).

Tras la aplicación de estas dos metodologías se obtuvieron valores de magnitud para todas las masas de agua consideradas (686), tanto para el método del caudal punta del CEDEX como para el método de Gumbel a partir de datos naturalizados procedentes del SIMPA.

5.8.2 Periodo de retorno

Para determinar la periodicidad de los eventos generadores, se empleó de la regionalización dispuesta por el CEDEX en la que asigna un coeficiente de variación (Cv) según la zona estudiada.

El **periodo de retorno (T)** de la MCO se estima a partir del coeficiente de variación determinado por el CEDEX a partir de la expresión: $T_{MCO} \text{ (años)} = 5 * C_v$. En cualquier caso, ese valor ya está calculado para las distintas regiones de la cuenca del Ebro, como se puede ver en la siguiente tabla:

Región	CV	T
91	0,47	2,5
92	0,70	3,5
93	1,36	7,0
94	1,04	5,0
95	0,69	3,5
96	0,50	2,5

Tabla 4. Coeficientes de variación regionales (CV) y periodos de retorno en años (T) para la máxima crecida ordinaria en las regiones estadísticas presentes en la cuenca del Ebro

Los periodos de retorno fueron establecidos para las masas de agua susceptibles de estudio (686).

5.8.3 Estacionalidad

Como estacionalidad se entiende el periodo del año en el que se tiene que producir el elemento generador. Para su establecimiento se ha tenido en cuenta los meses de mayor probabilidad de que se produzcan este tipo de eventos de forma natural. Estos meses se han determinado mediante el análisis de los regímenes fluviales en la cuenca (ver apartado de Caracterización hidrológica). Se han seleccionado los meses de mayor aportación natural media, esto es los que componen el denominado periodo húmedo. La propuesta no se ha constreñido a un único mes, ya que naturalmente cambia de mes y puede suponer un problema en la gestión de las presas.

Los periodos seleccionados para la estacionalidad difieren en función del régimen fluvial de la masa de agua, así se han establecido los siguientes:

- Masa de agua Nival: Marzo a Junio
- Masa de agua Pluvio-Nival: Noviembre-Abril
- Masa de agua Pluvial oceánico: Noviembre-Abril
- Masa de agua Pluvial mediterráneo: Noviembre-Mayo

5.8.4 Duración

La duración del caudal generador, expresada como el tiempo desde que empieza a subir el caudal hasta el momento en que se vuelva al caudal base, depende intrínsecamente de la tasa de cambio, ya que el caudal no hay que mantenerlo en el tiempo. Por ello, la metodología utilizada para la duración del hidrograma de la crecida se explica en el apartado específico de tasas de cambio. Esto no es óbice para que se pueda alargar la crecida si por otras circunstancias, como la necesidad de establecer mesetas para el aforo de los caudales circulantes.

5.8.5 Metodología Tasas de cambio

A pesar de que se puede considerar una variable de los caudales generadores, a la metodología utilizada para el cálculo de las tasas de cambio merece la pena dedicarle un capítulo exclusivo. Existen diversos métodos para su cálculo, entre los indicados en la Estrategia general se ha optó por considerar los siguientes:

- Método IPH estricto
- Método de la Agencia Catalana del Agua
- Método del caudal básico de mantenimiento

Se compararon estas metodologías en función de distintos criterios, tras lo cual se optó por el empleo de método del caudal básico de mantenimiento (QBM), método que se describe a continuación.

5.8.5.1 Método del Caudal Básico de Mantenimiento (QBM)

El método del Caudal Básico de Mantenimiento, también conocido como QBM, además de establecer caudales mínimos establece también caudales de crecida y tasas de cambio. En la tesis doctoral de Jorge Alcázar, (2007) se recogen los principios del establecimiento de las tasas de cambio.

Para las fases de ascenso y descenso se aplican las siguientes expresiones, de aplicación general, derivados de la Teoría Ecológica y, en particular, de la dinámica de poblaciones:

$$\text{Ascenso} \\ Q_t = \frac{Q_f}{1 + e^{a-rt}}$$

$$\text{Descenso} \\ Q_t = \frac{Q_f}{1 + e^{rt-a}}$$

Siendo:

$$a = \ln\left(\frac{Q_f}{Q_0} - 1\right)$$

$$r = \frac{a - \ln\left(\frac{1}{b} - 1\right)}{T_{total}}$$

Donde "Q_t" es el caudal en un tiempo intermedio t; b es un valor ajustable próximo a 1; y "Q₀ y Q_f" son respectivamente los caudales de partida y final al que se quiere llegar y e: base de los logaritmos neperianos.

Seguindo estos criterios, se pueden establecer las tasas de cambio para el caudal generador, como en el ejemplo siguiente:

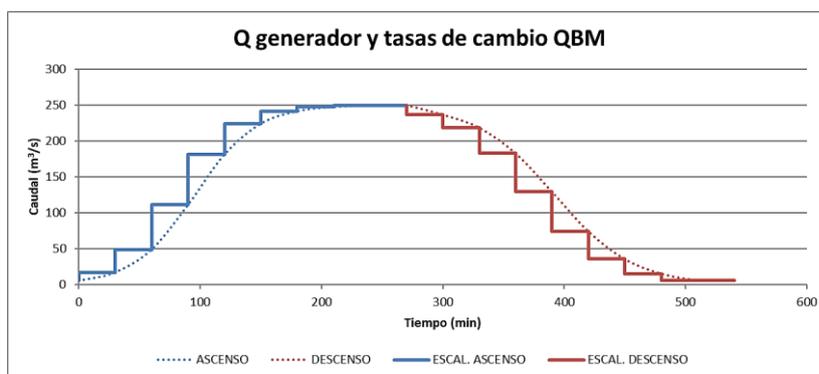


Figura 6. Tasas de cambio asociadas al caudal generador siguiendo el método propuesto para el caudal básico de mantenimiento.

5.9 Visitas de campo de crecidas

El objeto de esta tarea es definir las crecidas (naturales o controladas) para 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.

En la Estrategia del Trabajo se establecieron las tareas a realizar en estas visitas de campo, en función de los distintos tipos de visita que podrían efectuarse: **crecidas controladas**, en las que se hará un seguimiento más detallado y precisan de varias visitas de campo, y las de las **avenidas naturales**, en las que se usará un protocolo simplificado.

En las visitas de campo de crecidas realizadas en el presente estudio se ha empleado de manera general el protocolo para las avenidas controladas realizado en la Estrategia del Trabajo. En total se han realizado veinte (20) visitas de campo. Conviene recordar que el seguimiento de una crecida controlada precisa de, al menos, tres visitas (antes, durante y después de la crecida). Además, en algunas ocasiones es preciso la inspección de otras zonas, o puntos, que puedan verse afectadas por ella. En la siguiente tabla se presentan los seguimientos realizados y las fechas de las visitas asociadas a cada una de ellos.

Embalse	Nº visita	Fecha	Descripción
Urdalur	1	miércoles, 25 de octubre de 2023	Antes de la crecida. Punto de control
Urdalur	2	jueves, 26 de octubre de 2023	Crecida. Punto de control
Urdalur	3	viernes, 27 de octubre de 2023	Después crecida. Punto de control
Ribarroja-Flix	4	lunes, 29 de enero de 2024	Antes de la crecida en Mora de Ebro
Ribarroja-Flix	5	lunes, 29 de enero de 2024	Antes de la crecida en Miravet
Ribarroja-Flix	6	martes, 30 de enero de 2024	Crecida. Mora de Ebro
Ribarroja-Flix	7	miércoles, 31 de enero de 2024	Después de la crecida. Mora de Ebro
Ribarroja-Flix	8	miércoles, 31 de enero de 2024	Después de la crecida. Miravet
Itoiz	9	lunes, 4 de marzo de 2024	Antes de la crecida máxima. Punto de Control
Itoiz	10	martes, 5 de marzo de 2024	Crecida
Itoiz	11	martes, 5 de marzo de 2024	Inspección aguas abajo
Itoiz	12	miércoles, 6 de marzo de 2024	Después de la crecida

Embalse	Nº visita	Fecha	Descripción
Grado	13	lunes, 1 de abril de 2024	Antes de la crecida máxima y seguimiento de la crecida de 200 m ³ /s. Punto de control
Grado	14	martes, 2 de abril de 2024	Crecida máxima (400 m ³ /s). Punto de control
Grado	15	miércoles, 3 de abril de 2024	Después de la crecida. Punto de control
Grado	16	lunes, 1 de abril de 2024	Antes de la crecida máxima. EA 293 Puente Pilas
Grado	17	martes, 2 de abril de 2024	Crecida máxima (400 m ³ /s). EA 293 Puente Pilas
Grado	18	miércoles, 3 de abril de 2024	Después de la crecida. EA 293 Puente Pilas
Grado	19	martes 2 y miércoles 3 de abril de 2024	Durante y después de la crecida. Río Ésera
Grado	20	martes, 2 de abril de 2024	Durante la crecida. Tramo bajo del río Cinca

Tabla 5. Visitas de campo de crecidas realizadas

5.9.1 Trabajos de campo

En todos los seguimientos de crecidas se realizaron las tareas previstas en el protocolo de visitas de crecidas establecido en la Estrategia general del trabajo. Como norma general, **antes de la crecida** se dispusieron clastos para comprobar su desplazamiento, se realizaron marcas de nivel, se marcó material que podía ser desplazado por la avenida, se registraron datos de turbidez y otros parámetros fisicoquímicos (temperatura, conductividad y oxígeno disuelto), se tomaron muestras de agua para medición de sólidos en suspensión y se realizaron perfiles transversales de la sección del cauce en caso de ser necesario. Durante el **evento de la crecida** el trabajo se centra principalmente en la toma de datos de turbidez y otros parámetros fisicoquímicos. Se procede, así mismo, a la toma de muestras de agua para el análisis en laboratorio de sólidos en suspensión y contraste de la turbidez. Además, se mide la variación de anchura del cauce y los niveles de la lámina de agua, a través de las marcas realizadas previamente. **Tras el evento** de crecida se observó si se había producido el movimiento de las partículas de fondo, mediante la observación de barras o acumulo de arenas o sedimentos finos y mediante la revisión de los clastos dispuestos para tal fin. Otro aspecto observado fueron los posibles efectos producidos sobre la vegetación. En cada caso, (antes, durante y después de la crecida), se realizó un detallado registro del suceso mediante fotografías y videos.

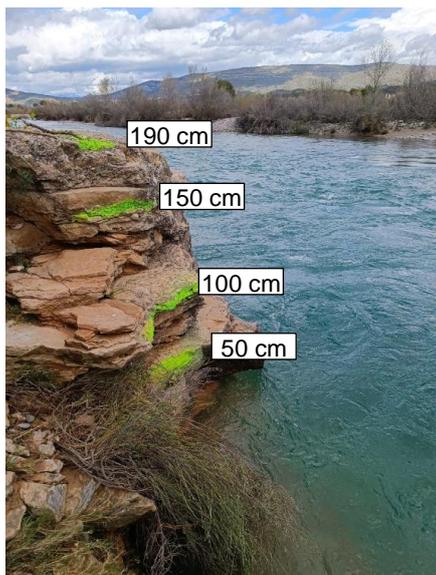
A continuación, se presentan una serie de imágenes que ilustran la realización de las tareas realizadas en campo en el seguimiento de crecidas controladas.



Figura 7. Comparativa de los elementos de partículas de diferentes granulometrías, antes y después de la crecida en el río Cinca (embalse de El Grado)



Fotografía 3. Toma de muestra y medición in-situ de la turbidez en la crecida controlado del Bajo Ebro



Marcaje de nivel antes de la crecida



Subida de nivel estimado 130 cm

Fotografía 4. Subida de nivel durante la crecida del río Cinca (El Grado)

5.9.2 Trabajos de gabinete

Una vez en gabinete con los datos recabados en campo se elaboraron los informes correspondientes para cada seguimiento de crecida realizado. Estos informes engloban varias visitas de campo, ya que, como se ha indicado anteriormente, para el correcto seguimiento de una crecida se precisa de, al menos, tres visitas de campo. Los informes generados han sido los siguientes:

Crecida controlada	Nº de informes	Título de informe	Número de visitas	Fecha del seguimiento
URDALUR	1	Crecida controlada en el embalse de Urdalur	3	25, 26 y 27 octubre 2023
RIBARROJA-FLIX (BAJO EBRO)	2	Crecida controlada en el bajo Ebro. Puente viejo de Mora de Ebro	3	29, 30 y 31 enero 2024
		Crecida controlada en el bajo Ebro. Punto de control: Miravet	2	
ITOIZ	1	Crecida controlada en el embalse de Itoiz	4	4, 5 y 6 marzo 2024
EI GRADO	3	Crecida controlada en el embalse de El Grado. Punto de control	3	1, 2 y 3 abril 2024
		Crecida controlada en el embalse de El Grado: Puente de las Pilas	3	
		Crecida controlada en el embalse de El Grado: Inspecciones: río Ésera y tramo bajo del Cinca	2	

Tabla 6. Fechas y número de visitas de campo de crecidas

En los informes se realiza una descripción detallada del episodio de la crecida, se indica la extensión aproximada de la zona inundada y se valora la posible afección sobre los microhábitats en el tramo. Así mismo, se valora el transporte, tanto en suspensión como en reptación de los sedimentos, y se emplean distintas variables hidráulicas, que proporcionan una visión general sobre la magnitud de la avenida.

5.9.3 Conclusiones a las visitas de campo de sueltas controladas

De forma general, las crecidas donde ha sido posible realizar los seguimientos han resultado exitosas, ya que, en mayor o menor medida, en todas se han movilizado sedimentos, se ha producido la remoción del lecho del cauce y la vegetación no ha resultado afectada, con la consecuente regeneración de cauce. Además, han sido una herramienta de apoyo en la definición de los caudales generadores.

5.10 Propuesta preliminar de caudales

Una vez finalizados los trabajos de campo y realizados los correspondientes análisis y cálculos se generó una propuesta preliminar de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

Se seleccionaron aquellos embalses cuya capacidad era superior a 1,5 hm³, que no fueran ibones y que fuesen masas de agua o estuviesen en masa de agua. También se aplicó el criterio de considerar, a los

embalses encadenados como un único sistema, esto es, los caudales se aplicarán en el situado más agua abajo de la cadena según se muestra en la siguiente tabla. En total se realizó la propuesta inicial sobre sesenta y seis (66) masas de agua.

Código de Masa	Nombre embalse	Río	Capacidad (hm ³)	Gestor
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Ebro	1.592,0	Enel-Endesa
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	Noguera Ribagorzana	914,6	CHE. Servicio de explotación 2
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	Cinca	712,0	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF1	Ebro	Ebro	540,0	CHE. Servicio de explotación 1
ES091MSPF37	Yesa	Aragón	446,9	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF86	Itoiz	Irati	418,0	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF63	Rialb	Segre	402,8	CHE. Servicio de explotación 2
ES091MSPF50	Talarn (Trempl)	Noguera Pallaresa	205,1	Enel-Endesa
ES091MSPF62	Sotonera, La	Sotón	189,2	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF65_001	Camarasa	Noguera Pallaresa	163,4	Enel-Endesa
ES091MSPF43	Escales	Noguera Ribagorzana	157,8	Enel-Endesa
ES091MSPF7	Ullivarri (Ullibarri Gamboa)	Zadorra	147,2	Iberdrola
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón - Puente	Guadalope	106,0	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	Grió	96,3	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	Ésera	84,7	CHE. Servicio de explotación 2
ES091MSPF53	Oliana	Segre	84,4	CHE. Servicio de explotación 2
ES091MSPF76	Tranquera, La	Piedra	84,3	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF78	Caspe	Guadalope	81,5	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF1810	Albagés	Set	79,8	ATL
ES091MSPF2	Urrúnaga	Santa Engracia	71,9	Iberdrola
ES091MSPF61	Mansilla	Najerilla	67,7	CHE. Servicio de explotación 5
ES091MSPF27	Alloz	Salado	65,4	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF25	Búbal	Gállego	64,3	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF82	Calanda	Guadalope	54,3	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF1808	Enciso	Cidacos	46,0	CHE. Servicio de explotación 1
ES091MSPF54	Montearagón	Flumen	43,2	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF64	Pajares	Piqueras	35,0	CHE. Servicio de explotación 5
ES091MSPF59	Terradets	Noguera Pallaresa	33,2	Enel-Endesa
ES091MSPF916	González Lacasa	Albercos	32,9	CHE. Servicio de explotación 5
ES091MSPF68	Val	Val	24,8	CHE. Servicio de explotación 1
ES091MSPF80	Cueva Foradada	Martín	22,1	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF6	Eugui	Arga	21,9	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF34	Baserca/Senet	Noguera Ribagorzana	21,9	Enel-Endesa
ES091MSPF22_001	Sobrón	Ebro	20,0	Iberdrola
ES091MSPF1804	Maidevera	Aranda	18,3	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF87	Lechago	Pancrudo	18,2	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF912	Pena	Pena	17,9	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF19	Lanuzá	Gállego	16,9	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF1053	Llauset	Llauset	16,8	Enel-Endesa
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Noguera de Tor	16,1	Enel-Endesa
ES091MSPF51	Vadiello	Guatzalema	15,5	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF44	Peña, La	Gállego	15,5	Sindicato riegos La Peña CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF4	Irabia	Irati	13,5	Acciona
ES091MSPF73	Ciurana	Ciurana	12,4	Agencia Catalana del Agua
ES091MSPF79	Guiamets	Asmat	10,5	CHE. Servicio de explotación 2
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	Segre	9,5	Enel-Endesa
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	Leza	8,2	CHE. Servicio de explotación 1
ES091MSPF77	Moneva	Aguas Vivas	8,0	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF75	Torcás, Las	Huerva	6,7	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF336	Parrás, Las	Martín	5,8	Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES)
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	Albiña	5,7	Aguas Municipales de Vitoria S.A. (AMVISA)
ES091MSPF550	Urdalur	Alzania	5,4	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF1051	Escarra	Escarra	5,2	Acciona

Código de Masa	Nombre embalse	Río	Capacidad (hm ³)	Gestor
ES091MSPF55	Ardisa	Gállego	5,0	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF71	Mezalocha	Huerva	4,5	Comunidad de Regantes pantano Mezalocha
ES091MSPF380	Guara	Calcón	3,7	CHE. Servicio de explotación 6
ES091MSPF273	Yalde	Yalde	3,6	Gobierno de la Rioja
ES091MSPF913	Gallipué	Guadalopillo	3,5	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF134	Escuriza	Escuriza	3,5	Comunidad de Regantes de pantano Escuriza CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Ésera	3,0	Acciona
ES091MSPF72	Margalef	Montserrat	3,0	Generalitat de Catalunya
ES091MSPF768	Linsoles (Eriste)	Ésera	2,6	Acciona
ES091MSPF805	Leiva	Tirón	2,5	Gobierno de la Rioja
ES091MSPF292	Mairaga	Regata Mairaga	2,4	CHE. Servicio de explotación 3
ES091MSPF715	Torrassa, La	Noguera Pallaresa	2,1	Enel-Endesa
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	Linares	0,6	CHE. Servicio de explotación 1

Tabla 7. Selección de embalses para la elaboración de la propuesta inicial

Cabe aclarar que el embalse de San Pedro Manrique (en construcción), aunque no cumple con el criterio de capacidad (1,5 hm³) fue seleccionado por considerarse un embalse estratégico al estar incluido en el programa de medidas del plan hidrológico vigente.

Una vez seleccionados los embalses se procedió al cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio atendiendo a la metodología descrita y a los criterios de diseño establecidos en la Estrategia del Trabajo.

Caudales máximos:

- Se ha tenido en cuenta el caudal máximo autorizado (concesión principal o uso) para conocer la posible afección al uso de los caudales resultantes.
- Se ha propuesto como caudal máximo el percentil 90 de la serie de datos diarias 1980/81-2017/18, para los periodos secos y húmedos establecidos para cada masa de agua.

Caudales generadores:

- Se consideró la limitación de este caudal por afecciones aguas abajo establecidas en las normas de explotación (caudales de daño Q1, Q2 y Q3).
- Se tuvo en cuenta que el volumen desembalsado fuese menor a un umbral porcentaje designado en función de la capacidad del embalse, cuyo objeto es procurar que los caudales generadores no condicionen ostensiblemente el almacenamiento del recurso (agua). Los umbrales considerados fueron los siguientes.

Volumen embalse (hm ³)	Porcentaje de volumen caudal generador (%)
< 100	0,5
100-500	1
> 500	2

- Se consideró la posibilidad de implementación práctica del hidrograma en una jornada laboral (extendida a 10-12 horas en algunos casos), que facilitará la realización del evento.

Para el cálculo de la magnitud del caudal generador se partió de los datos resultantes de la ley distribución de frecuencias de Gumbel de la serie de datos diarios 1980/81-2017/18. Por su parte, el método seleccionado para el cálculo de las tasas de cambio, duración del hidrograma y volumen destinado a la crecida fue el QBM. Aunque a tenor de los criterios establecidos, principalmente la limitación de volumen desembalsado y la duración del hidrograma, es más correcto indicar que el método empleado en el cálculo de los caudales generadores es el método **QBM adaptado**.

La propuesta preliminar de caudales se estructuró en fichas que posteriormente fueron enviadas (vía correo electrónico) a los gestores de las presas, con el objetivo de acordar una fecha de reunión y realizar una puesta en común de estos caudales propuestos.

5.11 Reuniones con gestores

El objeto de este proceso es ajustar los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en función de las necesidades de uso, sin obviar la necesidad de obtener un buen estado ecológico de las masas de agua, dando así respuesta a una de las principales aportaciones recibidas en el seminario inicial

Esta fase, ha resultado relevante para la definición de la propuesta definitiva de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la cuenca del Ebro. Se mantuvieron reuniones con los gestores de las distintas infraestructuras seleccionadas. Con objeto de mantener la efectividad de estas reuniones se preparó la documentación técnica necesaria referente a las masas de agua implicadas que fue enviada a los gestores antes de la realización de la reunión, vía correo electrónico, con el objeto de agilizar el proceso.

En total se mantuvieron **dieciséis (16) reuniones**, cuya fecha de realización dependió de la disponibilidad de los agentes implicados, lo que provocó que esta tarea sufriera un incremento de tiempo respecto al tiempo planificado en la Estrategia general del Trabajo. La mayoría de las reuniones se realizaron de manera presencial en la sede de la Confederación Hidrográfica del Ebro, en aquellos casos que no fue posible efectuarlas presencialmente se realizaron vía telemática. Excepcionalmente, solo dos casos, el contacto se realizó mediante conversación telefónica y el intercambio de correos electrónicos. Las entidades con las que se mantuvieron las reuniones fueron: Iberdrola, Acciona, Gobierno de la Rioja, Acuaes, Dirección técnica de la CHE, Agencia Catalana del Agua, Enel-Endesa, Comunidad de Regantes del pantano de Escuriza, Servicios de explotación de la CHE (1, 3, 4, 5, y 6), Departamento de Agricultura de la Generalitat de Cataluña, Ens d'Abastament d'Aigua Ter-Llobregat (ATL) y Comunidad de regantes del pantano de Mezalocha.

Todos los aspectos tratados en las reuniones, así como las aportaciones y sugerencias recibidas, quedaron registradas en un exhaustivo resumen. Estos resúmenes fueron una herramienta de gran utilidad para la revisión por parte de la OPH de los caudales previamente dispuestos, ya que reflejan todos los temas tratados, así como los acuerdos obtenidos. Los aspectos generales de las reuniones mantenidas con los gestores de las infraestructuras pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- En términos generales, los gestores de las presas consideraron oportunas las reuniones. Aprueban 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.
- Respecto a los caudales máximos propuestos, también como norma general, indicaron que eran unos caudales bajos en función de las necesidades de explotación de sus infraestructuras. Situación que resultó ser más patente para los gestores de los embalses situados en la margen derecha del Ebro, donde la disponibilidad del recurso (agua) es mucho menor que la de los ubicados en la margen izquierda.
- Referente a los caudales generadores, mostraron la preocupación que les supone este tipo de suelta, ya que en caso de algún contratiempo ellos son los últimos responsables. Por ello, surgieron propuestas que deberán tenerse en cuenta en la implantación de los caudales generadores en el cuarto ciclo de Planificación (2028-2033), como son la realización de protocolos de actuación que contemplen avisos, que consideren las poblaciones ubicadas aguas abajo de la presa, protección civil, ayuntamientos, camping, etc.
- Destaca un aspecto planteado en muchas de las reuniones mantenidas: la necesidad de realizar pruebas piloto, con objeto de ajustar en la práctica los valores propuestos para la magnitud del caudal generador, a ser posible antes de su implantación en el próximo ciclo hidrológico (2028-2033).
- Así mismo, en un gran número de reuniones, los gestores indicaron el caudal de daño real establecido en sus infraestructuras. Dato que permitió el reajuste del caudal generador en aquellos casos que la magnitud propuesta era superior al caudal de daño de la presa.
- Respecto a los hidrogramas propuestos reflejaron de nuevo la conveniencia de ajustar su realización a una jornada laboral.
- La selección inicial se vio ligeramente modificada, ya que se añadieron dos embalses (Guiamets y Paso Nuevo), el embalse de Terradets se integró con Camarasa, por situarse inmediatamente aguas arriba de Camarasa, y el embalse de Llauset fue desestimado por tratarse de un antiguo ibón recrecido.

5.12 Revisión y propuesta final de caudales

Una vez recabadas las aportaciones, comentarios y sugerencias de los distintos gestores, aquellas que fueron consideradas, se incorporaron para la realización de la propuesta final de este trabajo de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

La revisión de los caudales preliminares con los aspectos recogidos de las reuniones con los gestores fue reenviada nuevamente a los agentes implicados, con objeto de que tuviesen conocimiento de los cambios realizados en los valores de las componentes del régimen de caudales ecológicos objeto del trabajo. La presentación de los resultados fue similar al envío preliminar para acordar las reuniones, al que se le incluyó un apartado de observaciones donde se indicaban los cambios. Estas fichas de presentación también fueron enviadas a los inscritos al seminario final, lo que propició que se variara tan solo la propuesta para el embalse de Santa Ana. **Es importante indicar que esta propuesta final de caudales presenta un carácter provisional**, ya que los resultados volverán a ser revisados durante el proceso de participación para la elaboración del proyecto de Plan Hidrológico de cuarto ciclo (2028-2033).

En la siguiente imagen se aprecia la distribución y ubicación de cada uno de los **sesenta y cuatro (64) embalses** que cumplen los criterios de selección de embalses indicados anteriormente. Tras ella se presentan de forma tabular los resultados obtenidos la propuesta final de caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la Demarcación del Ebro.



Figura 8. Distribución de los embalses propuestos en la Demarcación del Ebro.

1. **Caudales máximos**

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	CAUDALES MÁXIMOS			
			Magnitud Periodo seco	Magnitud Periodo húmedo	Meses Periodo seco	Meses periodo húmedo
ES091MSPF4	Irabia	Acciona	9,7	12,3	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF1051	Escarra	Acciona	1,2	2,3	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Acciona	13,7	3,3	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF768	Linsoles (Eriste)	Acciona	21,8	8,7	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF73	Ciurana	Agencia Catalana del Agua	2,5	2,5	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF336	Parras, Las	Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES)	0,19	0,19	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	Aguas Municipales de Vitoria S.A. (AMVISA)	0,27	0,67	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1810	Albagés	ATL	0,04	0,3	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF1	Ebro	CHE. Servicio de explotación 1	40	41	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1808	Enciso	CHE. Servicio de explotación 1	5	5,8	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF68	Val	CHE. Servicio de explotación 1	3	3,2	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	CHE. Servicio de explotación 1	3,0	4,3	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 1	0,3	0,6	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	CHE. Servicio de explotación 2	28	30	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF63	Rialb	CHE. Servicio de explotación 2	59,2	79,6	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	CHE. Servicio de explotación 2	42,7	44,5	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF53	Oliana	CHE. Servicio de explotación 2	54,52	75,28	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF79	Guiamets	CHE. Servicio de explotación 2	0,2	0,4	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF37	Yesa	CHE. Servicio de explotación 3	74	95	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF86	Itoiz	CHE. Servicio de explotación 3	30	45	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF27	Alloz	CHE. Servicio de explotación 3	6	16	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF6	Eugui	CHE. Servicio de explotación 3	6,5	6	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF550	Urdalur	CHE. Servicio de explotación 3	0,6	1,7	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF292	Mairaga	CHE. Servicio de explotación 3	0,5	0,7	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón	CHE. Servicio de explotación 4	8	9	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 4	6	8	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF76	Tranquera, La	CHE. Servicio de explotación 4	8	10	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF78	Caspe	CHE. Servicio de explotación 4	11	15	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF82	Calanda	CHE. Servicio de explotación 4	10	14	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF80	Cueva Foradada	CHE. Servicio de explotación 4	3	3,5	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF1804	Maidevera	CHE. Servicio de explotación 4	1,9	2	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF87	Lechago	CHE. Servicio de explotación 4	3	4	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF912	Pena	CHE. Servicio de explotación 4	2	2,5	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF77	Moneva	CHE. Servicio de explotación 4	1,2	1,4	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF75	Torcas, Las	CHE. Servicio de explotación 4	2	3	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF913	Gallipué	CHE. Servicio de explotación 4	0,29	0,34	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF61	Mansilla	CHE. Servicio de explotación 5	20	25	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF64	Pajares	CHE. Servicio de explotación 5	9,7	10	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF916	González Lacasa	CHE. Servicio de explotación 5	9,7	10	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	CHE. Servicio de explotación 6	100	130	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF62	Sotonera, La	CHE. Servicio de explotación 6	2	12	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF25	Búbal	CHE. Servicio de explotación 6	15,5	32	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF54	Montearagón	CHE. Servicio de explotación 6	2	4	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF19	Lanuzza	CHE. Servicio de explotación 6	6,8	14,5	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF51	Vadiello	CHE. Servicio de explotación 6	2	2,6	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF55	Ardisa	CHE. Servicio de explotación 6	45	61	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF380	Guara	CHE. Servicio de explotación 6	0,18	0,33	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF134	Escuriza	Comunidad de Regantes de pantano Escuriza CHE. Servicio de explotación 4	1	1,1	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF71	Mezalocha	Comunidad de Regantes pantano Mezalocha	2	2,2	Jul-Oct	Nov-Jun
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	583	985	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF50	Talarn (Trep)	Enel-Endesa	46	76	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	Enel-Endesa	100	107	Jun-Oct	Nov-May

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	CAUDALES MÁXIMOS			
			Magnitud Periodo seco	Magnitud Periodo húmedo	Meses Periodo seco	Meses periodo húmedo
ES091MSPF43	Escales	Enel-Endesa	27	34	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	Enel-Endesa	6	5	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Enel-Endesa	5,4	1,4	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	Enel-Endesa	111	167	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF715	Torrassa, La	Enel-Endesa	18	16	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF72	Margalef	Generalitat de Catalunya	0,25	0,8	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF273	Yalde	Gobierno de la Rioja	0,15	0,32	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF805	Leiva	Gobierno de la Rioja	3,6	10	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF7	Ullivarri	Iberdrola	5,6	10,7	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF2	Urrúnaga	Iberdrola	4	11	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF22_001	Sobrón	Iberdrola	46	119	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF44	Peña, La	Sindicato riegos La Peña CHE. Servicio de explotación 6	52	100	Jul-Oct	Nov-Jun

PROPUESTA DE NOTAS A TENER EN CUENTA:

- Estos valores de caudales máximos, tanto para el periodo seco como para el periodo húmedo, no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria. Quedarían exceptuadas situaciones excepcionales, como avenidas naturales.
- El cumplimiento de los caudales máximos se observará a la salida al río de cada presa.
- Los valores de caudales máximos podrán ser superados si las entradas naturales en el embalse son superiores a los valores establecidos.

Tabla 8. Propuesta final de caudales máximos

2. Tasas de cambio

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	Tasa de cambio máxima ascenso (m³/s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m³/s/h)
ES091MSPF4	Irabia	Acciona	36	35,7
ES091MSPF1051	Escarra	Acciona	6	4
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Acciona	28	28
ES091MSPF768	Línsoles (Eriste)	Acciona	42	42
ES091MSPF73	Ciurana	ACA	6	4
ES091MSPF336	Parras, Las	ACUAES	1,2	0,9
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	AMVISA	5,3	4,6
ES091MSPF1810	Albagés	ATL	1,5	1,1
ES091MSPF1	Ebro	CHE. S1	10,7	8,3
ES091MSPF1808	Enciso	CHE. S1	8,6	7,2
ES091MSPF68	Val	CHE. S1	1,4	1,3
ES091MSPF1812	Soto-Terroba (en construcción)	CHE. S1	10,8	10,8
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (previsto)	CHE. S1	1,6	1,6
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	CHE. S2	16	7
ES091MSPF63	Rialb	CHE. S2	57	20
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	CHE. S2	130	124
ES091MSPF53	Oliana	CHE. S2	96	88
ES091MSPF79	Guiamets	CHE. S2	3,7	2,8
ES091MSPF37	Yesa	CHE. S3	132	109
ES091MSPF86	Itoiz	CHE. S3	52	40
ES091MSPF27	Alloz	CHE. S3	13	9
ES091MSPF6	Eugui	CHE. S3	15	14,5
ES091MSPF550	Urdalur	CHE. S3	8	7
ES091MSPF292	Mairaga	CHE. S3	0,7	0,5
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón (puesta en carga)	CHE. S4	16,6	12,1
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	CHE. S4	6,3	4,1
ES091MSPF76	Tranquera, La	CHE. S4	12,1	12,1
ES091MSPF78	Caspe	CHE. S4	45,5	41,2
ES091MSPF82	Calanda	CHE. S4	49,5	46,5
ES091MSPF80	Cueva Foradada	CHE. S4	8,2	6,5
ES091MSPF1804	Maidevera	CHE. S4	3,5	2,5
ES091MSPF87	Lechago (puesta en carga)	CHE. S4	3,2	2,8
ES091MSPF912	Pena	CHE. S4	18	16,4
ES091MSPF77	Moneva	CHE. S4	2,3	2,3
ES091MSPF75	Torcas, Las	CHE. S4	14,8	12,6
ES091MSPF913	Gallipué	CHE. S4	3,7	3,2
ES091MSPF61	Mansilla	CHE. S5	35,6	28,9
ES091MSPF64	Pajares	CHE. S5	6,6	4,3
ES091MSPF916	González Lacasa	CHE. S5	7,5	5,2

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	CHE. S6	133	118
ES091MSPF62	Sotonera, La	CHE. S6	5,6	4,5
ES091MSPF25	Búbal	CHE. S6	59	52
ES091MSPF54	Montearagón (puesta en carga)	CHE. S6	11,2	9,2
ES091MSPF19	Lanuzá	CHE. S6	22,8	22,8
ES091MSPF51	Vadiello	CHE. S6	11,5	9,5
ES091MSPF55	Ardisa	CHE. S6	68,5	68,5
ES091MSPF380	Guara	CHE. S6	0,8	0,5
ES091MSPF134	Escuriza	C. R. Escuriza. CHE. S4	0,8	0,7
ES091MSPF71	Mezalocha	C.R. Mezalocha	13,9	13,9
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	1250	1090
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	820	714
ES091MSPF50	Talarn (Tremp)	Enel-Endesa	50	26
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	Enel-Endesa	60	48
ES091MSPF43	Escales-Sopeira	Enel-Endesa	46,7	38,6
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	Enel-Endesa	14,3	11,5
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Enel-Endesa	2,3	1,8
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay	Enel-Endesa	60	48
ES091MSPF715	Torrassa, La	Enel-Endesa	24	17
ES091MSPF72	Margalef	Generalitat de Catalunya	6,9	6,8
ES091MSPF273	Yalde	Gobierno de la Rioja	2	1,3
ES091MSPF805	Leiva	Gobierno de la Rioja	13	12,2
ES091MSPF7	Ullívarri	Iberdrola	13	10
ES091MSPF2	Urrúnaga	Iberdrola	8	7
ES091MSPF22_001	Sobrón	Iberdrola	54	54
ES091MSPF44	Peña, La	C.R. La Peña. CHE. S6	151,9	151,9

PROPUESTA DE NOTAS A TENER EN CUENTA:

- Estas tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso, no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria. Quedarían exceptuadas situaciones excepcionales, como avenidas naturales.
- El cumplimiento de las tasas de cambio se observará en la salida al río de cada presa.
- Los valores de tasa de cambio deben ser considerados como un valor máximo a respetar. No estableciéndose como un valor acumulativo en el tiempo determinado.

Tabla 9. Propuesta final de tasas de cambio

3. Caudales generadores

Código de Masa	Nombre embalse	CAUDALES GENERADORES								
		Magnitud (m ³ /s)	Periodo retorno (años)	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)	Duración hidrograma (h)	Duración ascenso (h)	Duración descenso (h)	Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm ³)
ES091MSPF4	Irabia	37	2,5	36	35,7	1	0,5	0,5	Mar-Jun	0,067
ES091MSPF1051	Escarra	6	3,5	6	4	3	1	2	Mar-Jun	0,031
ES091MSPF766	Paso Nuevo	28	3,5	28	28	0,33	0,17	0,17	May-Oct	0,017
ES091MSPF768	Línsoles	43	3,5	42	42	0,17	0,08	0,08	Nov-Abr	0,013
ES091MSPF73	Ciurana	7	7	6	4	5	2	3	Nov-May	0,062
ES091MSPF336	Parras, Las	1,70	7	1,2	0,9	7	3	4	Nov-May	0,023
ES091MSPF5	Albiña	5,36	2,5	5,3	4,6	3	1	2	Nov-Abr	0,028
ES091MSPF1810	Albagés	3,15	3,5	1,5	1,1	11,5	5	6,5	Nov-May	0,066
ES091MSPF1	Ebro	50	2,5	10,7	8,3	24	11	13	Nov-Abr	2,242
ES091MSPF1808	Enciso	16	3,5	8,6	7,2	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,229
ES091MSPF68	Val	4	3,5	1,4	1,3	15	7	8	Nov-Abr	0,109
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	11	3,5	10,8	10,8	2	1	1	Nov-Abr	0,040
ES091MSPF560	S. Pedro Manrique (en construcción)	1,7	3,5	1,6	1,6	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,003
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	35	3,5	16	7	24	5	8	Nov-May	2,233
ES091MSPF63	Rialb	225,8	3,5	165,2	99,1	8	3,5	4,5	Nov-May	3,684
ES091MSPF56	Barasona	131,1	3,5	130,2	123,5	2	0,5	1,5	Nov-May	0,492
ES091MSPF53	Oliana	210,9	3,5	206,6	206,6	1	0,5	0,5	Nov-May	0,466
ES091MSPF79	Guiamets	4,1	7	3,6	3,3	7	3	4	Nov-May	0,052
ES091MSPF37	Yesa	250	2,5	132	109	9	4,5	4,5	Nov-Abr	4,450
ES091MSPF86	Itoiz	100	2,5	52	40	8	3,5	4,5	Nov-Abr	1,455
ES091MSPF27	Alloz	20	2,5	13	9	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,312
ES091MSPF6	Eugui	16,5	2,5	15	14,5	3	1,5	1,5	Sep-Jun	0,098
ES091MSPF550	Urdalur	8	2,5	8	7	2	0,75	1,25	Sep-Jun	0,029
ES091MSPF292	Mairaga	1	2,5	0,7	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,013

Código de Masa	Nombre embalse	CAUDALES GENERADORES								
		Magnitud (m ³ /s)	Periodo retorno (años)	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)	Duración hidrograma (h)	Duración ascenso (h)	Duración descenso (h)	Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm ³)
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón	25	7	16,6	12,1	8	3,5	4,5	Nov-May	0,381
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	10,5	5	6,3	4,1	8	3,5	4,5	Nov-May	0,170
ES091MSPF76	Tranquera	25	5	12,1	12,1	9,5	4,5	5	Nov-May	0,408
ES091MSPF78	Caspe	50	7	45,5	41,2	4,5	2	2,5	Nov-May	0,402
ES091MSPF82	Calanda	50	7	49,5	46,5	2,5	1	1,5	Nov-May	0,228
ES091MSPF80	Cueva Foradada	10	7	8,2	6,5	6	2,5	3,5	Nov-May	0,108
ES091MSPF1804	Maidevera	5	5	3,5	2,5	8	3,5	4,5	Nov-May	0,076
ES091MSPF87	Lechago	6	5	3,2	2,8	9	4	5	Nov-May	0,091
ES091MSPF912	Pena	18	7	18	16,4	2,5	1	1,5	Nov-May	0,085
ES091MSPF77	Moneva	3	7	2,3	2,3	8	3,5	4,5	Nov-May	0,040
ES091MSPF75	Torcas, Las	15	7	14,8	12,6	1,25	0,5	0,75	Nov-May	0,033
ES091MSPF913	Gallipué	4	7	3,7	3,2	2,5	1	1,5	Nov-May	0,016
ES091MSPF61	Mansilla	40	3,5	35,6	28,9	4,5	2	2,5	Nov-May	0,353
ES091MSPF64	Pajares	11	3,5	6,6	4,3	8	3,5	4,5	Nov-May	0,177
ES091MSPF916	González Lacasa	11	3,5	7,5	5,2	8	3	5	Nov-May	0,165
ES091MSPF47_001	El Grado - Mediano	286	3,5	133	118	13	6	7	Nov-May	6,631
ES091MSPF62	Sotonera, La	12	3,5	5,6	4,5	13	6	7	Nov-May	0,295
ES091MSPF25	Búbal	60	3,5	59	52	3,25	1,25	2	Mar-Jun	0,350
ES091MSPF54	Montearagón	16,5	3,5	11,2	9,2	7	3	4	Nov-May	0,221
ES091MSPF19	Lanuza	23	3,5	22,8	22,8	2	1	1	Mar-Jun	0,083
ES091MSPF51	Vadiello	12,2	3,5	11,5	9,5	3,5	1,5	2	Nov-May	0,083
ES091MSPF55	Ardisa	68,7	3,5	68,5	68,5	0,17	0,08	0,08	Nov-May	0,021
ES091MSPF380	Guara	1,3	3,5	0,8	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,018
ES091MSPF134	Escuriza	1,2	7	0,8	0,7	5,5	2,5	3	Nov-May	0,012
ES091MSPF71	Mezalocha	14	7	13,9	13,9	0,7	0,3	0,4	Nov-Jun	0,016
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	1400	1	1250	1090	5,5	1	1,5	Abr-May	21,059
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	900	1	820	714	4	1	1,5	Nov-Ene	9,252
ES091MSPF50	Talam-Tremp	100	3,5	50	26	10	4	6	Nov-May	2,009
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	120	3,5	60	48	8	3,5	4,5	Nov-May	1,700
ES091MSPF43	Escales-Sopeira	92	3,5	46,7	38,6	9	4	5	Nov-May	1,483
ES091MSPF34	Baserca	17	3,5	14,3	11,5	4	1,5	2,5	Nov-Abr	0,124
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	4,9	3,5	2,3	1,8	9	4	5	Nov-Abr	0,079
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay	120	3,5	60	48	8	3,5	4,5	Nov-May	1,700
ES091MSPF715	Torrassa, La	25	3,5	24	17	0,25	0,08	0,17	Nov-Abr	0,010
ES091MSPF72	Margalef	7	7	6,9	6,8	0,9	0,3	0,6	Nov-May	0,012
ES091MSPF273	Yalde	2,5	3,5	2	1,3	4	1,5	2,5	Nov-Abr	0,018
ES091MSPF805	Leiva	15	3,5	13	12,2	2,5	1	1,5	Nov-May	0,065
ES091MSPF7	Ullívarri	30	2,5	13	10	11,5	5	6,5	Nov-Abr	0,619
ES091MSPF2	Urrúnaga	15	2,5	8	7	7,5	3,5	4	Nov-Abr	0,201
ES091MSPF22_001	Sobrón	60	2,5	54	54	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,118
ES091MSPF44	Peña, La	153	3,5	151,9	151,9	0,25	0,08	0,17	Nov-Jun	0,073

PROPUESTA DE NOTAS A TENER EN CUENTA:

- La crecida controlada se debe cumplir en la salida al río de cada presa.
- El caudal generador se aplicará, en todo caso, cuando el volumen del embalse esté por encima de la curva de laminación anual presentada en la Junta de Explotación en función de las circunstancias del año en el que se aplica.
- Cuando sea necesario se realizará una aplicación progresiva de los caudales generadores para asegurar que no se producen daños. En el caso de que se constatare la existencia de daños con valores de caudal inferiores al caudal generador recogido en la tabla, se adaptará la magnitud del caudal generador al caudal que no produzca daños.
- El proceso para identificar el momento en el que hacer las crecidas controladas tendrá en cuenta la responsabilidad del propio concesionario y las decisiones que se adopten en la Comisión de Desembalse.
- El periodo de cumplimiento de la crecida controlada se iniciará una vez aprobado el plan hidrológico y se deberá hacer, al menos, una vez en todo su periodo de retorno asignado. No se acumulan crecidas controladas producidas en el mismo periodo para otros periodos posteriores.
- En el caso de que una crecida natural aporte un hidrograma igual o superior al establecido en esta tabla, se considera que ya se habrá cumplido con el requisito de los caudales generadores.

CAUDALES GENERADORES										
Código de Masa	Nombre embalse	Magnitud (m ³ /s)	Periodo retorno (años)	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)	Duración hidrograma (h)	Duración ascenso (h)	Duración descenso (h)	Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm ³)
<p>- En el caso en el que en todo el periodo de retorno al que se debe aplicar la crecida controlada no se den las condiciones de disponibilidad de recurso para su realización, se podrá aplazar la obligación de producir la crecida hasta el momento en el que sea posible.</p> <p>- Los órganos de desagüe deberán adaptarse para poder cumplir con los caudales generadores propuestos. En el caso de que sea necesario adaptar alguna infraestructura, se atenderá a los requerimientos y plazos que establezca la administración.</p> <p>- Para el procedimiento de aplicación de las crecidas controladas se tendrán en cuenta las recomendaciones recogidas en el plan hidrológico.</p>										

Tabla 10. Propuesta final de caudales generadores

5.13 Seminario final

El día 03/10/2024 se realizó un seminario técnico final cuyo objeto era presentar los resultados obtenidos y los trabajos realizados en el Proyecto a todos los interesados de la cuenca del Ebro. El seminario final mantuvo la misma tónica que el seminario realizado en el arranque de los trabajos (seminario técnico inicial). En esta ocasión el seminario fue semipresencial, informando a los usuarios con tiempo suficiente para facilitar su suscripción. Al igual que en el seminario inicial se informó del evento a los distintos interesados (114 inscritos) a través de correo electrónico, de la página web del Ebro y redes sociales (Facebook, Instagram y X). Una vez realizado el seminario las sugerencias recibidas, tras su análisis y selección, se integraron en el trabajo.

El día previo a la realización del seminario se envió información referente al Proyecto a todos los inscritos al seminario. La información proporcionada fueron los borradores de las presentaciones a realizar, la metodología del trabajo y los resultados del proyecto.



Fotografía 5. Diferentes momentos del seminario final realizado en la sede de la CHE. (03/10/2024)

Al igual que en el primer seminario, se realizó en dos partes. La primera donde se realizan tres exposiciones: “Presentación de la jornada”, realizada por el presidente de la Confederación del Ebro; “Metodología aplicada” y “Trabajos realizados”, llevada a cabo por la Asistencia técnica y “Resultados”, a cargo del responsable del Proyecto de la OPH; la segunda parte se reservó para el debate y recepción de comentarios y aportaciones de los participantes.

Al igual que en el seminario inicial grupo de interesados fue muy variado, quedando representados todos los grupos de interés: Tras la realización del seminario técnico final y el análisis de las aportaciones recibidas, destacan los siguientes aspectos:

- Los asistentes, en términos generales, aprueban y agradecen la iniciativa de la Oficina de Planificación Hidrológica de realizar este tipo de eventos informativos y participativos.
- De la misma manera, en términos generales, se acepta la metodología aplicada, que presenta 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 y la realidad de las infraestructuras hidráulicas.
- Los caudales presentados tienen un carácter provisional y serán finalmente definidos dentro del proceso de planificación para el cuarto ciclo (2028-2033).
- Los caudales generadores propuestos deberán aplicarse de manera paulatina, para así poder definir caudales que no provoquen daños económicos ni medioambientales.
- Se aprecia la necesidad de realizar un protocolo de actuación para la realización de las maniobras del caudal generador (preparación, ejecución y evaluación).
- Se indica que habrá que tener en cuenta las posibles afecciones que los caudales generadores pueden suponer a los abastecimientos de poblaciones.
- Los caudales generadores podrán turbinarse en las centrales a pie de presa. Respecto a centrales situadas a más distancia de las presas se requerirá el análisis de cada caso en concreto.

- Se propone reflejar en las conclusiones de este trabajo que estos caudales no presentan un carácter fijo e inamovible, teniendo en cuenta que el medio fluvial está en constante cambio. Si se observa que no son funcionales, existe la posibilidad de revisarlos en cada ciclo de planificación.

La sesión fue grabada en su totalidad, previa información a los asistentes, y se encuentra disponible en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro ([Trabajos en marcha para el plan de cuarto ciclo](#)).

5.14 Comunicación

Entre las tareas a realizar en el marco del presente trabajo “Estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la Demarcación del Ebro”, se plantea la necesidad de prestar especial atención a la comunicación y divulgación de los trabajos que se vayan realizando. Debido a su relevancia esta tarea fue considerada en la Estrategia General del Proyecto. Con ella se persigue un doble objetivo: 1) 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, 2) Realizar un ejercicio de transparencia.

Las vías más relevantes empleadas en la comunicación del Proyecto han sido:

- **Web de la Confederación de Hidrográfica del Ebro:** Donde se ubica una sección exclusiva para el presente trabajo: [Estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la Demarcación del Ebro](#).

La creación de este portal web pone de manifiesto la intención de la CHE de mantener la transparencia máxima durante la realización de las distintas actividades del Proyecto, como así quedó establecido en la Estrategia general del Trabajo.

- Comunicaciones y notas de prensa
- Entrevistas en medios de comunicación
- Redes Sociales. (X, Facebook e Instagram)
- Otros medios. Intervenciones en otros foros