

TAREA 13: MEMORIA FINAL



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

Índice

1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objeto del trabajo.....	2
1.3 Alcance y organización del documento	2
2. Recopilación de información.....	3
2.1 Información internacional	3
2.2 Guía europea de caudales ecológicos.....	4
2.3 Planes hidrológicos españoles	4
2.4 Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).....	6
2.5 Borrador de la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos	7
2.6 Trabajos relevantes en la Confederación del Ebro	7
2.7 Ideas finales tras el análisis de la información recopilada.....	8
3. Seminario técnico inicial.....	8
4. Estrategia general y plan de trabajo	10
5. Metodología	12
5.1 Metodología de cálculo de caudales máximos.....	12
5.1.1 Caracterización hidrológica.....	13
5.1.2 Verificación hidrobiológica	17
5.1.3 Realización de visitas de campo preliminares	17
5.1.4 Estudios de hábitat.....	23
5.2 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas.....	39
5.2.1 Magnitud	39
5.2.2 Periodo de retorno	40
5.2.3 Estacionalidad.....	41
5.2.4 Duración.....	41
5.3 Metodología Tasas de cambio.....	42
5.3.1 Método IPH estricto.....	42
5.3.2 Método de la Agencia Catalana del Agua (ACA).....	43
5.3.3 Método del Caudal Básico de Mantenimiento QBM	43
5.3.4 Comparación entre las metodologías de tasas de cambio.....	44
6. Visitas de campo de crecidas.....	46
6.1 Trabajos de campo	49
6.2 Trabajos de gabinete	51

6.3	Conclusiones a las visitas de campo de sueltas controladas	54
6.3.1	Crecida controlada embalse de Urdalur (Río Alzania). 25, 26 y 27 octubre 2023.	54
6.3.2	Crecida controlada Bajo Ebro (Mora de Ebro y Miravet). 29, 30 y 31 enero 2024.	55
6.3.3	Crecida controlada embalse de Itoiz (Río Irati). 4, 5 y 6 marzo 2024.	57
6.3.4	Crecida controlada embalse de El Grado (Río Cinca). 1, 2 y 3 abril 2024.	58
7.	Propuesta preliminar de caudales	62
8.	Reuniones con gestores	73
9.	Revisión y propuesta final de caudales	75
9.1	Propuesta final	76
10.	Seminario final	83
11.	Comunicación	84
11.1	Web de la Confederación de Hidrográfica del Ebro	85
11.2	Comunicaciones y notas de prensa	86
11.3	Entrevistas en medios de comunicación	87
11.4	Redes sociales	88
11.5	Otros medios	89
12.	Conclusiones	92
13.	Líneas de trabajo	94
14.	Bibliografía de referencia	95

ANEXOS

- ANEXO 1. Recopilación de información
- ANEXO 2. Preparación de documentación para la celebración de un seminario
- ANEXO 3. Apoyo para el desarrollo de un seminario técnico
- ANEXO 4. Estrategia y Plan de Trabajo
- ANEXO 5. Recopilación y análisis de la información hidrológica
- ANEXO 6. Visitas de campo preliminares
- ANEXO 7. Estudios de hábitat
- ANEXO 8. Visitas de campo de crecidas
- ANEXO 9. Propuesta preliminar de caudales
- ANEXO 10. Apoyo en el desarrollo de reuniones con gestores de infraestructuras
- ANEXO 11. Revisión y propuesta final de caudales
- ANEXO 12. Seminario final
- ANEXO 13. Comunicación

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estructura y contenido del documento</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2. Resumen del articulado, apéndices y nº de masas considerado en las Normativas de los PHs ..</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 3. Periodos hidrológicos homogéneos</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4. Presentación de percentiles de las series de datos mensuales</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 5. Presentación de percentiles de las series de datos diarios</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 6. Velocidades y profundidades limitantes</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 7- Análisis de porcentajes de área disponible y porcentaje de refugio aguas abajo de El Grado...</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 8. Tramos seleccionados para la realización de estudios de hábitat.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 9. Tramos seleccionados para la realización de las visitas de campo preliminares.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 10. Puntos inspeccionados en las visitas de campo preliminares</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 11. Fechas de realización de los estudios de hábitat en campo</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 12. Número de perfiles, puntos topográficos obtenidos, longitud total de tramos topografiados</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 13. Resumen de resultados para el refugio y conectividad de los tramos analizados</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14. 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</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 15. Ejemplo de resultado de caudal generador</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 16. Comparación entre las metodologías de tasas de cambio propuestas</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 17. Ejemplo de resultados de tasa de cambio</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 18. Visitas de campo de crecidas realizadas</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 19. Fechas y número de visitas de campo de crecidas</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 20. Selección de embalses para la elaboración de la propuesta.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 21. Propuesta de caudales máximos preliminar para las reuniones con gestores.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 22. Propuesta de tasas de cambio preliminar para las reuniones con gestores</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 23. Propuesta de caudales generadores preliminar para las reuniones con gestores</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 24. Fechas de las reuniones con los gestores de las infraestructuras</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 25. Propuesta final de caudales máximos</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 26. Propuesta final de tasas de cambio</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 27. Propuesta final de caudales generadores.....</i>	<i>82</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general de la Estrategia	11
Figura 2. Cronograma de trabajo	11
Figura 3. Sistema utilizado para seleccionar los caudales máximos	13
Figura 4. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos para realizar las visitas de campo previas	20
Figura 5. Ejemplo de ficha resumen de la visita preliminar.....	22
Figura 6. Esquema de la metodología hidrobiológica o IFIM.....	23
Figura 7. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos donde se han realizado estudios de hábitat	24
Figura 8. Rutas de muestreo	25
Figura 9. Perfiles realizados aguas abajo del embalse de Ullívarri	28
Figura 10. Distintos tipos de sustrato presente en la masa ES091MSPF534, situada aguas abajo del embalse de Itoiz. El sustrato predominante en el tramo son los cantos rodados y bloques	29
Figura 11. Esquema de flujo del Sistema de Análisis para Caudales Ambientales SEFA	31
Figura 12. Ejemplo de secciones transversales proporcionadas por SEFA.	32
Figura 13. Ejemplo de curvas altura caudal en distintos transectos realizados aguas abajo del embalse de Itoiz	33
Figura 14. Detalle de la calibración de los VDF's de una sección realizada aguas abajo del embalse de Mansilla.....	33
Figura 15. Ventana del programa SEFA. Cálculo del refugio	34
Figura 16. Resultados de refugio para el tramo simulado aguas abajo del embalse de Mansilla.....	34
Figura 17. Ventana del programa SEFA. Cálculo de la continuidad.....	35
Figura 18- Ancho de paso para un rango de caudales de 0 a 12 m ³ /s, con condiciones de paso para los alevines (velocidad <1 m/s / profundidad limitante > 0,1 m).....	36
Figura 19. Ejemplo de presentación de resultados de estudio de hábitats	38
Figura 20. Regiones con estadísticas similares en el régimen de crecidas en la cuenca del Ebro	40
Figura 21. Tasas de cambio siguiendo los criterios expresados en la IPH (percentil 90)	42
Figura 22. Tasas de cambio siguiendo el método propuesto por la Agencia Catalana del Agua (ACA) ..	43
Figura 23. Tasas de cambio asociadas al caudal generador siguiendo el método propuesto para el caudal básico de mantenimiento.....	44
Figura 24. Ubicación de los embalses donde se han realizado el seguimiento de crecidas	48
Figura 25. Comparativa de los elementos de partículas de diferentes granulometrías, antes y después de la crecida en el río Cinca (embalse de El Grado).....	49
Figura 26. Ejemplos de perfiles transversales realizados en los informes de crecidas.....	52
Figura 27. Superficie de la lámina de agua del río Ebro a su paso por Mora de Ebro el 29 de enero, antes de la crecida (izda.) y el 30 de enero, durante la punta de la crecida (dcha.)	52
Figura 28. Ejemplos de gráficos de evolución del caudal y las materias en suspensión durante la crecida	53
Figura 29. Distribución de embalses seleccionados	64
Figura 30. Distribución de los embalses propuestos en la Demarcación del Ebro.....	76
Figura 31. Portal web de la CHE referente al Proyecto	85
Figura 32. Contenidos del portal web referente al Proyecto.....	86
Figura 33. Nota de prensa informativa de la realización del Seminario Técnico inicial.....	87

Figura 34. Nota de prensa informativa de la realización de la crecida controlada desde el embalse de El Grado.....	87
Figura 35. Noticia del desembalse de El Grado recogida en la plataforma de televisión española rtve play.	88
Figura 36. Información en X de la crecida controlada en el bajo Ebro (30/01/2024).....	89
Figura 37. Información en X de la crecida controlada en el río Cinca (02/04/2024).....	89
Figura 38. Jornadas internas sobre digitalización de los organismos de cuenca. Avilés. Mayo 2024	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Momento del debate posterior a las ponencias del Seminario inicial (18/05/2023).....	9
Fotografía 2. Estación Total Leika TS15 empleada en los trabajos de campo.....	27
Fotografía 3. Toma de datos topográficos con estación total.	28
Fotografía 4. Tramos de muestreo de La Tranquera (izda.) y Rialb (drcha.)	35
Fotografía 5. Toma de muestra y medición in-situ de la turbidez en la crecida controlado del Bajo Ebro	50
Fotografía 6. Subida de nivel durante la crecida del río Cinca (El Grado).....	50
Fotografía 7. Comparativa de coloración de las primeras muestras de sólidos obtenidas	54
Fotografía 8. Mora de Ebro. Vista general del cauce durante la crecida, donde se observa el arrastre de macrófitos y materia vegetal muerta	55
Fotografía 9. Miravet. Vista de detalle, donde se aprecia claramente el nivel que alcanzó la crecida.....	56
Fotografía 10. Arribazón detectado en la margen derecha del río, en la zona de Miravet. Se puede observar la gran altura del acúmulo, aproximadamente 1,8 m	56
Fotografía 11. Incremento de nivel día 05/03/2024 en margen izquierda, unos 70 metros aguas abajo del puente medieval	57
Fotografía 12. Presa de El Grado, suelta controlada. Abril de 2024.	58
Fotografía 13. Puente de las Pilas. Detalle de barras sumergidas	59
Fotografía 14. Inclínación de vegetación en el río Ésera en el puente del Diablo, vista hacia aguas abajo	60
Fotografía 15. Arribazones en el río Ésera	60
Fotografía 16. Río Cinca en Fraga. Vista hacia la margen derecha. Inundación de isla e inclinación de la vegetación	61
Fotografía 17. Aspecto general del embalse de Ribarroja.....	61
Fotografía 18. Diferentes momentos del seminario final realizado en la sede de la CHE. (03/10/2024) ..	83

1. Introducción

1.1 Antecedentes

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. Conforme al artículo 40 del texto refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio), *“la planificación hidrológica tendrá por objetivos generales conseguir el buen estado y la protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta ley, la satisfacción de adecuada las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales”*, y tal y como reconoce el Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007, de 6 de julio), los caudales ecológicos constituyen una medida básica de restauración hidromorfológica que se deben incluir en los planes hidrológicos.

La Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre) determina que el régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición. Dicho régimen se extenderá a todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría de ríos o aguas de transición y se recogerá en el plan hidrológico.

Asimismo, se estipula que el régimen de caudales ecológicos deberá incluir, al menos, los siguientes componentes:

- a) Caudales mínimos.
- b) Caudales máximos.
- c) Distribución temporal de los anteriores caudales mínimos y máximos.
- d) Caudales de crecida.
- e) Tasa de cambio.

Aplicando la metodología descrita por la Instrucción de Planificación Hidrológica y conforme al estudio elaborado para la determinación de los regímenes de caudales ecológicos por parte del antiguo Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, el Plan Hidrológico de la demarcación del Ebro (2009-2015) estableció regímenes de caudales ecológicos mínimos en 41 estaciones de aforo de la demarcación, ampliándose en su revisión de segundo ciclo de la planificación (2015-2021) el número de estaciones en otros 11 puntos, alcanzando un total de 52 puntos con régimen de caudales ecológicos mínimos establecido en la demarcación del Ebro. Asimismo, se incorporaron 17 puntos con régimen de caudales ecológicos en el área del País Vasco, a partir de un estudio realizado por la Agencia Vasca del Agua, haciendo un total en toda la cuenca del Ebro de 69 puntos en el momento de su aprobación, de los que cinco tienen definidos caudales ecológicos de sequía.

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, incluía 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.”*

En el proyecto de Plan Hidrológico de la demarcación del Ebro se establecieron numerosos compromisos para los trabajos necesarios para la revisión del cuarto ciclo del plan hidrológico, entre los que se encuentra completar el régimen de caudales ecológicos incluyendo otras de sus componentes, como son los

caudales máximos, generadores y tasas de cambio, situación que motiva la realización del presente trabajo.

1.2 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 asociadas 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.

1.3 Alcance y organización del documento

El presente documento recoge todos los trabajos realizados en el marco del Proyecto, así como la metodología empleada. El documento generado da respuesta a la Tarea 13: *Redacción*, contenida en el Pliego de Prescripciones Técnicas, (en adelante PPT), que rigen el presente trabajo.

El documento se ha estructurado, en la medida de lo posible, según las tareas dispuestas en el PPT. Además, siempre que ha sido necesario, se ha indicado la relación de estas tareas con las distintas fases establecidas en la Estrategia y Plan de Trabajo elaborada en el contexto del Proyecto.

El cuerpo principal del documento se ha organizado en diez capítulos, complementados por anexos que recogen el detalle y los resultados de las tareas realizadas a lo largo del trabajo. La siguiente tabla muestra el contenido de estos capítulos y su relación con las tareas prescritas en el PPT.

Capítulo de documento	Contenido	Tarea relacionada en el PPT
Recopilación de información	Resumen de los principales aspectos de la recopilación de información sobre caudales máximos, generadores y tasas de cambio realizada desde el punto de vista normativo, tanto nacional como internacional.	Tarea 1: Recopilación de la información existente
Seminario técnico inicial	Descripción del seminario inicial y recopilación de las principales aportaciones recibidas en el seminario informativo del arranque del Proyecto.	Tarea 2: Preparación de documentación para la celebración de un seminario técnico Tarea 3: Apoyo para el desarrollo de un seminario técnico
Estrategia general y Plan de trabajo	Síntesis de la Estrategia general elaborada para la ejecución del trabajo y los plazos finales de realización de las tareas	Tarea 4: Redacción de una estrategia y un plan de trabajo específicos para la cuenca del Ebro.
Metodología	Se desarrollan los aspectos metodológicos para el establecimiento de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en coherencia con la Instrucción de Planificación Hidrológica.	Tarea 5: Recopilación y análisis de la información de la hidrológica Tarea 6: Realización de visitas de campo preliminares Tarea 7: Estudios de Hábitat
Visitas de campo de crecidas	Donde se resumen los trabajos de campo y de gabinete realizados en el seguimiento de crecidas controladas.	Tarea 8: Visitas de campo
Propuesta preliminar de caudales	Presenta los resultados de la propuesta inicial de caudales máximos generadores y tasas de cambio	Tarea 9: Redacción de una propuesta preliminar de caudales
Reuniones con gestores	Recoge las reuniones realizadas y las principales aportaciones y conclusiones obtenidas en las reuniones con los gestores de las infraestructuras.	Tarea 10: Apoyo de reuniones con gestores de infraestructuras
Revisión y propuesta final de caudales	Donde se presenta la propuesta final de caudales máximos, generadores y tasas de cambio, tras las aportaciones recibidas en las reuniones mantenidas.	Tarea 11: Elaboración de una propuesta final de caudales
Seminario final	Descripción del seminario inicial y recopilación de las principales aportaciones recibidas en el seminario final del Proyecto.	Tarea 12: Seminario final
Comunicación	Recoge las principales comunicaciones realizadas en el marco del trabajo	Tarea 15: Comunicación

Tabla 1. Estructura y contenido del documento

2. Recopilación de información

El objeto de esta recopilación 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. Además, se recopilaron los trabajos relacionados con esta temática en la cuenca del Ebro. En esta recopilación básica también se revisó la guía europea: Documento de Orientación nº 31 “Caudales ecológicos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua” (CIS, 2014) y el borrador de la guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos, elaborada como apoyo a la implementación de la IPH.

La información recopilada fue revisada en busca de los aspectos más estrechamente ligados a los caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Entre toda la información recopilada se prestó especial atención a los Planes Hidrológicos para el tercer ciclo de planificación (2022-2027) realizados en España, ya que se considera una fuente básica para realizar el planteamiento metodológico en la cuenca del Ebro.

En actividad se generó un informe completo con toda la información recopilada y el análisis realizado que se presenta en el **Anexo 1: Recopilación de información**. Posteriormente, se elaboró un segundo documento (documento resumen) donde se recogen los aspectos más relevantes del análisis realizado sobre la información recopilada, denominado **Anexo 2: Preparación de documentación para la celebración de un seminario técnico**. Ambos documentos se anexan al final de esta memoria y dan respuesta a las tareas homónimas, 1 y 2, del PPT.

En los siguientes epígrafes se resumen los aspectos más relevantes surgidos tras la recopilación de la información realizada.

2.1 Información internacional

De la misma manera que en el plano nacional, a la hora de la realización de búsqueda de información internacional, se optó por la recopilación de normativa y legislación referente a los caudales ecológicos. Aunque cabe indicar que tras la revisión realizada se observó que los que los países cercanos dispongan de una normativa que considere en exclusiva los caudales máximos o generadores, lo que convierte a España en uno de los países con una legislación más avanzada con respecto a los caudales ecológicos.

La recolección de información relativa a la normativa internacional referente a la regulación de los caudales ecológicos se ha realizado, principalmente, a partir de las páginas oficiales de las entidades competentes de los diferentes países, así como de [FAOLEX](#), base de datos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), que constituye una de las colecciones más completas de legislación y políticas nacionales sobre alimentación, agricultura y gestión de los recursos naturales.

Los países analizados fueron:

- **Europa:** Francia, Portugal, Reino Unido, Irlanda, Alemania, Austria y Noruega.
- **Otros países** del mundo: Australia, Sudáfrica, Estados Unidos, Argentina, Chile, Perú y Colombia.

Como resumen, se puede indicar que, en la mayoría de los países consultados, no se observó que dispusieran de normativa referente a caudales máximos o generadores, limitándose a los caudales mínimos o la extracción de agua. Entre todos los países analizados destacaron Portugal, Australia y Colombia, ya que son de los pocos países que disponen de metodologías que recogen las componentes de estudio de del presente trabajo:

- Portugal: Guía Metodológica para la Definición de los Regímenes de Caudales Ecológicos de las Infraestructuras Hidráulicas en Portugal Continental. APA 2018
- Australia: Directrices del caudal ambiental de los recursos hídricos (No. 2). Ministerio Medioambiente y Patrimonio 2019
- Colombia: Metodología para la estimación de caudales ambientales en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2019

2.2 Guía europea de caudales ecológicos

Se trata del *Documento de Orientación nº 31 “Caudales ecológicos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua”*. Documento elaborado por el grupo de trabajo de caudales ecológico de la CIS (Estrategia común de Implantación) y aprobado por los Directores del Agua de la UE en noviembre de 2014. Es documento importante porque es la opinión de la Unión europea sobre este tema.

Este documento no ofrece un protocolo completo para la aplicación de los caudales ecológicos en las masas de agua, ni pretende conducir a una aplicación uniforme de los caudales ecológicos, ya que su objetivo “es estimular una asimilación común de los caudales ecológicos con el fin de apoyar la consecución de los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua (DMA) que abordan las presiones que afectan al régimen hidrológico (por ejemplo, captaciones de aguas superficiales y subterráneas y embalses). Abarcando todo el proceso de implementación de la DMA, desarrolla los pasos en los que la consideración de los caudales ecológicos es críticamente necesaria.”

Por lo tanto, no presenta información metodológica sobre caudales máximos, generadores o tasas de cambio, aunque justifica la necesidad de su incorporación en el régimen de caudales ecológicos, ya que el régimen de crecidas desempeña un papel fundamental en la estructura y el funcionamiento del ecosistema acuático.

2.3 Planes hidrológicos españoles

Se recopiló, tanto para las Demarcaciones intercomunitarias como para las intracomunitarias, la **Normativa**, el **Anejo de caudales ecológicos** y la **Memoria** de todos los Planes Hidrológicos del tercer ciclo de Planificación. No obstante, algunas cuencas intracomunitarias no disponen de anejo de caudales ecológicos, ni de una normativa asociada a ellos, debido a las características de sus ámbitos. En concreto las siguientes: Islas Baleares, Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote, Tenerife, La Palma, La Gomera y El Hierro. Aun así, para estos casos se ha obtenido la Normativa y Memoria de los planes. Conviene recordar que la Normativa recopilada se encuentra en el **Anexo 1: Recopilación de información**.

Respecto a la Normativa de las Demarcaciones intercomunitarias, cabe indicar que se encuentra dispuesta a través del *Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro*¹. Entre las cuencas intracomunitarias, en el momento de realización de la recopilación de la información, solo se encontraban aprobados los Planes hidrológicos del tercer ciclo para Galicia Costa (*Real Decreto 48/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa*) y para las Islas Baleares (*Real Decreto 49/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears*).

Como resumen general de la Normativa recopilada se puede indicar que, prácticamente en todas las Demarcaciones **intercomunitarias**, disponen los caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Excepción a esta generalidad son las demarcaciones de Ceuta y Melilla que, como se indica en su respectivas Normativas (artículo 8), *no se establecen caudales ecológicos ya que los regímenes de agua que discurren por sus cauces son muy similares a los naturales y no existen infraestructuras de regulación significativas o concesiones de aguas que puedan alterarlo*. Respecto a los caudales generadores, tan solo no han sido dispuestos en las Demarcaciones del Cantábrico (Oriental y Occidental) y del Guadalquivir. Entre las cuencas **intracomunitarias** las únicas que disponen de Normativa relacionada con los caudales máximos, generadores y tasas de cambio son Galicia-Costa, Cuencas Mediterráneas Andaluzas, Guadalete-Barbate, Tinto, Odiel y Piedras y el Distrito de Cuenca fluvial de Cataluña, en esta última, en la normativa no se disponen caudales máximos.

En prácticamente todas las Demarcaciones indicadas se calcularon los caudales máximos, generadores y tasas de cambio **atendiendo al articulado de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH)** (artículos 3.4.1.4.2., 3.4.1.4.3 y 3.4.1.4.4).

¹ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-3511

El articulado, los apéndices y el número de masas de agua presentes en la Normativa de los Planes Hidrológicos de Cuenca (tercer ciclo de planificación) queda sintetizado en la siguiente tabla.

Tipo	Demarcación	ARTICULADO			APÉNDICES			Nº MASAS DE AGUA		
		Qmax	Qgen	Tasas de cambio	Qmax	Qgen	Tasas de cambio	Qmax	Qgen	Tasas de cambio
Inter	Cantábrico Oriental	Sí	No	No	4.4	No	No	3	0	0
Inter	Cantábrico Occidental	Sí	No	No	4.3	No	No	5	0	0
Inter	Miño-Sil	Sí	Sí	Sí	5.6.	5.2.	5.3 (generadores) 5.4. (situaciones ordinarias)	280	280	280
Inter	Duero	Sí	Sí	Sí	5.3.	5.4.	5.4. (generadores)	14	20	20
Inter	Tajo	Sí	Sí	Sí	5.4.	5.3.	5.5.(máximos) 5.4 (generadores)	17	15	17
Inter	Guadiana	Sí	Sí	Sí	6.4.	6.6.	6.5. (máximos) 6.6. (generadores)	31	32	44 (máximos) 32 (generadores)
Inter	Guadalquivir	Sí	No	No	6.1.2.	No	No	14	0	0
Inter	Segura	Sí	Sí	Sí	6.1.3	6.1.4	6.1.5.	21	7	5
Inter	Júcar	Sí	Sí	Sí	5.3. y 5.5.	5.4.	5.3. y 5.5.	52	7	59
Inter	Ebro	Sí	Sí	Sí	6.5.1.	6.5.3.	6.5.2.	11	11	11
Inter	Ceuta	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Inter	Melilla	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Intra	Islas Baleares	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Intra	Galicia Costa	Sí	Sí	Sí	8.3	8.3	8.3	20	24	11 (máximos CH) 24 (Qgen)
Intra	Cuencas Mediterráneas Andaluzas	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	8	9	9 (generadores)
Intra	Guadalete y Barbate	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	7	7	7 (máximos)
Intra	Tinto, Odiel y Piedras	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	3	3	4 (máximos)
Intra	Distrito cuenca fluvial de Cataluña	No	Sí	Sí	No	1.4.2	1.4.2.	0	11	Disponen fórmula de cálculo
Intra	Islas Canarias	No	No	No	No	No	No	0	0	No

Tabla 2. Resumen del articulado, apéndices y nº de masas considerado en las Normativas de los PHs

Por último, respecto a la Normativa española se destacaron una serie de disposiciones generales del Real Decreto 35/2023 que directamente se encuentran relacionadas con los caudales ecológicos:

- **Disposición adicional quinta “Cumplimiento de caudales ecológicos ante estados de emergencia o reposición del sistema eléctrico”**, que indica “No se entenderá como incumplimiento del régimen de caudales ecológicos, aunque conlleve el deterioro temporal del estado de determinadas masas de agua, el caso en que cualquiera de las componentes del citado régimen de caudales ecológicos no pueda ser respetada como consecuencia de aplicar los Procedimientos de Operación establecidos para afrontar los estados de emergencia...”
- **Disposición adicional sexta “Liberación artificial de la componente de caudales ecológicos: régimen de crecidas”** dispone básicamente que esta liberación se realizará en el momento que indique la Comisión de Desembalse buscando ocasionar los menores perjuicios, Así mismo, en caso de sequía prolongada, el Comité permanente de la Comisión de Desembalse podrá acordar el aplazamiento de la liberación de los caudales generadores hasta que se superen estas situaciones.
- **Disposición transitoria única “Adaptación de órganos de desagüe”** que habilita un tiempo, necesario e imprescindible, para poder preparar los órganos de desagüe de las presas al objeto de que puedan liberar los regímenes de caudales ecológicos establecidos en los planes hidrológicos que se aprueban.
- **Disposición final tercera “Actualización de la instrucción de planificación hidrológica”**, ya que, aunque directamente no se menciona caudales máximos o generadores, se indica que, en el plazo de dieciocho meses desde la entrada en vigor del Real Decreto, se aprobará una orden que

actualice la Instrucción de Planificación Hidrológica (ARM/2656/2008). En particular, la orden fijará los criterios técnicos y metodologías para la determinación de los caudales ecológicos para el conjunto de las demarcaciones hidrográficas.

2.4 Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH)

Se revisó la *ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica*, más conocida como **IPH**, norma española donde se detallan lo que son los caudales ecológicos y cómo calcularlos. Para determinar el régimen de caudales ecológicos, además de los caudales mínimos, se citan otras componentes:

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. Pero el cálculo no debe ser sólo su magnitud, también se pide su distribución temporal, 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.

Con respecto a la **caracterización de los caudales máximos** que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas se propone la siguiente metodología: se definirán, al menos, en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año. Se realizará analizando los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural de al menos 20 años de duración. Con la finalidad de preservar las magnitudes fundamentales del régimen natural, se recomienda no utilizar percentiles superiores al 90%, en consonancia con los umbrales propuestos en apartados posteriores para los índices de alteración hidrológica.

Pero la IPH no se queda ahí, pide que el régimen sea verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la conectividad del tramo. Dando posteriormente indicaciones que son las que se exponen en la metodología que se va a aplicar.

Respecto a la **tasa de cambio**, la IPH establece que se establecerá una tasa máxima de cambio, definida como la máxima diferencia de caudal entre dos valores sucesivos de una serie hidrológica por unidad de tiempo, tanto para las condiciones de ascenso como de descenso de caudal. Su estimación se realizará a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración. Se calcularán las series clasificadas anuales de tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso. Al establecer un percentil de cálculo en dichas series, se podrá contar con una estimación media de las tasas de cambio. Se recomienda que dicho percentil no sea superior al 90-70%, tanto en ascenso como en descenso. Atención, que permite excepciones: En determinados casos particulares será necesario considerar otra escala temporal que permita limitar la tasa de cambio a nivel horario.

Respecto al **régimen de crecidas**, la IPH sólo solicita su caracterización en aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación la crecida asociada al caudal generador será asociada al caudal de sección llena del cauce (lo que define su magnitud). Deberá definirse incluyendo su magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio, tanto en la curva de ascenso como en la curva de descenso del hidrograma de la crecida.

La tasa máxima de cambio, la frecuencia y la duración de la crecida asociada al caudal generador se obtendrán, preferentemente, del análisis estadístico de una serie representativa del régimen hidrológico del río y con, al menos, 20 años de datos.

La validación del caudal generador deberá llevarse a cabo mediante la modelación hidráulica del cauce, en un tramo representativo de su estructura y funcionalidad, teniendo en cuenta, para ello, los estudios de inundabilidad del tramo afectado, las condiciones físicas y biológicas actuales, sus posibles efectos perjudiciales sobre las variables ambientales y los riesgos asociados desde el punto de vista de las infraestructuras.

Entrando en el caso particular de los ríos no permanentes, la IPH indica lo siguiente: en los ríos temporales se cita que se deberían utilizar los mismos criterios definidos para la determinación de la distribución mensual de caudales mínimos y máximos en ríos permanentes. Mientras que en los intermitentes y efímeros que se determine los caudales generadores y el tiempo de recesión tras la crecida.

2.5 Borrador de la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos

Dentro de la recopilación de información se revisó el Borrador de la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos que, en 2008, sirvió de apoyo en la implantación de lo dispuesto en la IPH.

Referente al régimen de caudales máximos en esta guía se indica que deberá ser cuantificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la conectividad del tramo. El uso de estos modelos permitirá la evaluación de la afección por velocidades críticas. Una vez recopiladas las velocidades óptimas y críticas de especies objetivos se deberá asegurar que al menos se mantenga un 50% de la superficie mojada del tramo como refugio. Cuando la superficie mojada que supera las velocidades óptimas supera el 30% de la superficie del tramo (refugio inferior al 70% de la superficie) será necesario analizar las condiciones de conectividad y la capacidad de refugio del tramo.

Respecto a los caudales generadores se indica que el caudal generador se puede aproximar al caudal de sección llena o nivel de bankfull o en su defecto por la Máxima Crecida Ordinaria (M.C.O) y presenta el proceso para su cálculo a partir de datos muestrales o el cálculo de estadísticas a partir de leyes de frecuencia. Así mismo, se indica que la definición de las características del caudal generador deberá realizarse teniendo en cuenta los aspectos fundamentales de una crecida: magnitud, frecuencia, duración, época y tasa máxima de cambio.

Respecto a las tasas se indica que es necesario fijar una tasa de cambio de caudal que amortigüe los cambios en el régimen de caudales. En este sentido pone como ejemplo la tasa de cambio desarrollada por la Agencia Catalana del Agua dentro del “Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento”.

2.6 Trabajos relevantes en la Confederación del Ebro

Entre la información disponible en la Confederación Hidrográfica del Ebro, tras su recopilación y análisis, destacaron los siguientes trabajos relacionados con los caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

- Propuesta de caudales generadores y de conectividad para la presa de Itoiz (CHE 2016)
- Campaña de muestreo de sedimentos en suspensión en el curso bajo del río Ebro durante la avenida controlada del 5 de mayo de 2022 (Nota técnica CEDEX 2022)
- Diseño de crecidas de mantenimiento: aplicación en el río Cinca (CHE 2019)
- Propuesta gestión de los desembalses desde la presa de Ciurana (ACA 2023). Plan Sectorial de caudales de mantenimiento de las cuencas internas de Cataluña. (ACA 2005).
- Propuesta de del régimen de caudales ambientales en el tramo final del río Ebro y validación biológica preliminar (ACA 2008).
- Propuesta de del régimen de caudales ambientales en las cuencas del Segre, Matarraña, Senia y afluentes del bajo Ebro tramo final del río Ebro y validación biológica (ACA 2008).
- Consultoría y asistencia para la realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y las de las necesidades ecológicas de agua de las masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro, y de las demarcaciones hidrográficas del Segura y del Júcar (MMA-Intecsa Inarsa. 2013).

2.7 Ideas finales tras el análisis de la información recopilada

Tras el análisis de toda la información descrita anteriormente se obtuvieron una serie de ideas generales que sirvieron de apoyo a la propuesta metodológica a emplear en la determinación de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la cuenca del Ebro.

Se apreció que existe un amplio consenso sobre el papel que desempeña el régimen hidrológico en la estructura física de los ríos, que a su vez determina y sustenta la composición biótica, la producción y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Aunque no solo se trata de considerar solo unos caudales mínimos, si no que, según determina la base del conocimiento actual, es necesario considerar todos los componentes de los caudales ecológicos, entre los que se encuentran el caudal máximo y el régimen de crecidas (magnitud, frecuencia, duración, temporalidad y tasa de cambio).

En la revisión normativa realizada para distintos países se observó que, por norma general, se encuentran regulados los caudales mínimos, no detectándose normativa asociada a los caudales máximos o generadores, excepto en Australia.

A nivel español se apreció un avance en el establecimiento de caudales máximos y generadores, junto con sus tasas de cambio, para este tercer ciclo de planificación (2022-2027). También se observó un incremento en la realización de estudios de seguimiento ambiental de los caudales generadores dispuestos en la Normativa, entre los que destaca los realizados en el río Ebro aguas abajo del embalse de Flix. Por último, se destacó, respecto al cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio, que prácticamente todas las Demarcaciones han atendido al articulado de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

Por último, tras esta recopilación básica 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.

3. 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 surgieran en él, se procedió a la redacción de una Estrategia y un plan de trabajo específico para la cuenca del Ebro.

Previamente a su realización desde la CHE se envió un correo electrónico informativo indicando la fecha de su celebración (18/05/2023), su horario (12:00-14:00), los ponentes y su forma de realización (semipresencial). El día 10/05/2023 se envió, a todos los inscritos al seminario, una primera versión del documento resumen que contenía la recopilación de información y la propuesta metodológica a emplear en el estudio. Posteriormente, por causas mayores, la forma de realización del seminario fue exclusivamente mediante videoconferencia, informando previamente a todos los interesados mediante correo electrónico el día 15/05/2023. También se informó a los interesados de la realización del seminario a través de la página web y redes sociales de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

El seminario técnico se realizó en la hora y fechas previstas. Las ponencias y debate realizados durante el seminario siguieron el siguiente orden:

1. “Presentación de la jornada y plan de trabajo del estudio”. Realizada por el Jefe de Sección de Estudios Ambientales de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE, durante aproximadamente quince minutos.
2. “Recopilación de información básica para el planteamiento metodológico”. Efectuada por un representante de la consultora (NTTDATA), con una duración aproximada de la ponencia de veinte minutos.

3. "Propuesta metodológica para el estudio de caudales máximos, generadores y tasas de cambio". También efectuada por un representante de la consultora (NTTDATA), durante aproximadamente 25 minutos.
4. Debate, comentarios y aportaciones de los participantes. Con una duración de una (1) hora, el debate fue moderado por la Jefa de Área de Planes y Estudios de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE. Durante el debate se unió al seminario el Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica.



Fotografía 1. Momento del debate posterior a las ponencias del Seminario inicial (18/05/2023)

En total se inscribieron ciento setenta personas (170), de las cuales se conectaron a la videoconferencia noventa y una (91). El grupo de interesados fue muy variado, quedando representados todos los grupos de interés: MITECO, confederaciones, comunidades autónomas y ayuntamientos, gestores de infraestructuras, empresas hidroeléctricas, comunidades y sindicatos de regantes, universidades y entidades conservacionistas, aunque también se unieron otros usuarios a título particular.

En esta actividad se generaron dos informes. En primer lugar, se elaboró un documento que contiene el resumen de la información recopilada y las presentaciones elaboradas para la exposición en el seminario, documento que se presenta en el **Anexo 2: Preparación de documentación para la celebración de un seminario técnico**. Tras el seminario técnico, se realizó un segundo documento donde se recogía con detalle las ponencias realizadas y aportaciones recibidas, correspondiente con el **Anexo 3: Apoyo para el desarrollo de un seminario técnico**, del presente documento.

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 sólo 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, previa información a los asistentes, y se encuentra disponible en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro ([Grabación 1ª jornada caudales máximos, generadores y tasas de cambio](#)).

De la misma manera las presentaciones realizadas están disponibles en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro ([Trabajos en marcha para el plan de cuarto ciclo](#)).

4. 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. Este documento se presenta íntegramente en el **Anexo 4: Estrategia y plan de trabajo**.

En la estrategia general se 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.

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

FASE	TAREA PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
1	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA
1	VISITAS DE CAMPO PRELIMINARES
1	ESTUDIOS DE HÁBITAT EN CAMPO
1	REDACCIÓN DE UNA PROPUESTA PRELIMINAR DE CAUDALES
2	REUNIONES CON GESTORES DE INFRAESTRUCTURAS
3	REVISIÓN Y PROPUESTA FINAL DE CAUDALES
3	REDACCIÓN MEMORIA FINAL
3	SEMINARIO TÉCNICO

COMUNICACIÓN

FASE 1: VISITAS DE CAMPO (CRECIDAS NATURALES O ARTIFICIALES)

5. Metodología

La metodología se engloba dentro de la FASE 1. Desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos máximos, generadores y tasas de cambio, definida en la Estrategia del Trabajo.

El desarrollo de los estudios técnicos que se plantean en esta fase, aunque se desarrollan de manera individualizada, forman parte de un todo que, en definitiva, persiguen definir de la manera más apropiada los caudales máximos, generadores y tasas de cambio para la Confederación del Ebro.

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).

En los siguientes epígrafes se describen los principales aspectos metodológicos tenidos en cuenta a la hora de la realización de cada componente de los caudales ecológicos considerados: caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

5.1 Metodología de cálculo de caudales máximos

Con el fin de 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.

Los caudales artificialmente altos y continuados pueden reducir las poblaciones piscícolas de los estadios y especies más sensibles por agotamiento al superar las velocidades críticas, produciendo su desplazamiento hacia aguas abajo o incluso su muerte. Es recomendable durante la gestión ordinaria no superar las velocidades críticas (V_{crit}) o velocidad de agotamiento, asegurando el mantenimiento de unas condiciones medias en el medio fluvial asimilables a las velocidades óptimas de desplazamiento (velocidades a las que el pez es capaz de desplazarse grandes distancias manteniendo un coste energético de desplazamiento mínimo).

El procedimiento seguido para la distribución del régimen de caudales máximos consta de una caracterización hidrológica del tramo, y una posterior verificación de que dicho percentil (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. El proceso completo se resume en la siguiente figura:

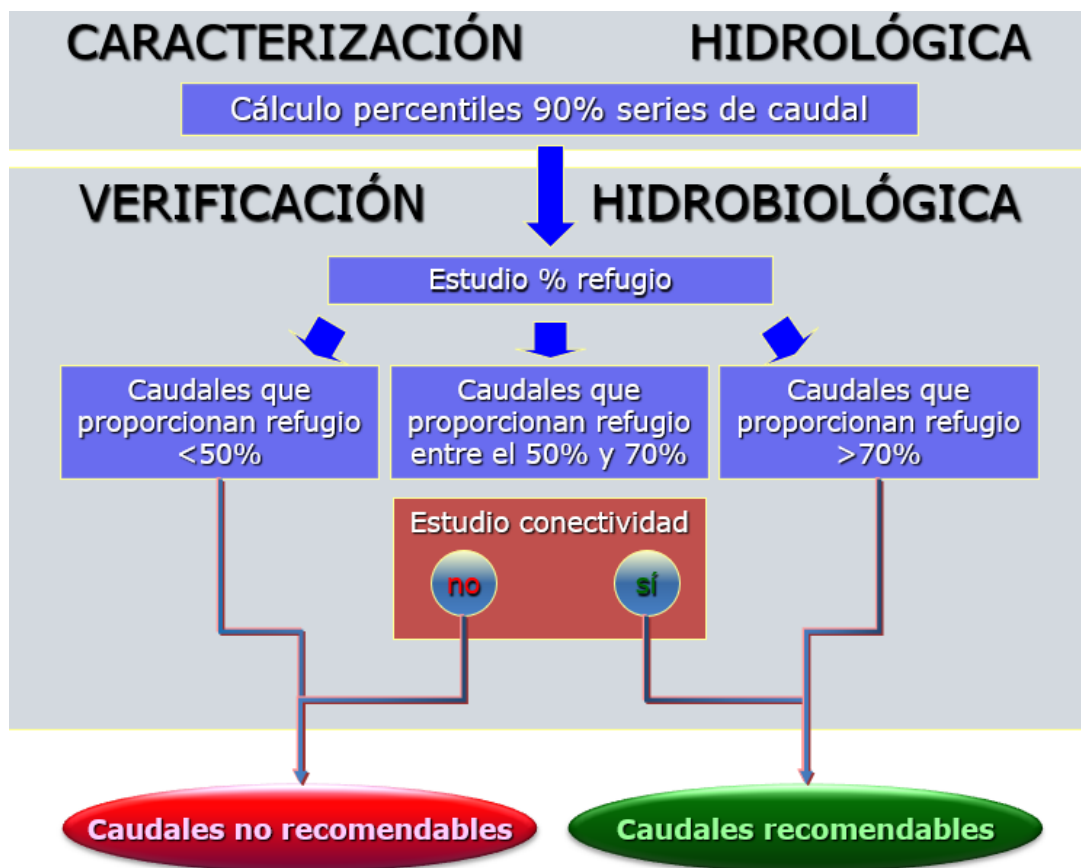


Figura 3. Sistema utilizado para seleccionar los caudales máximos

5.1.1 Caracterización hidrológica

La caracterización hidrológica se ha realizado en todas las masas de la cuenca Ebro susceptibles de estudio, 626 masas de agua. De las 820 masas de agua de la cuenca del Ebro con datos de caudales mensuales naturales (SIMPA) 134 no se han incluido en el estudio, de éstas 127 masas de agua son las correspondientes a las categorías lago, transición y costeras, 6 masas tienen gestión francesa, mientras que la restante (1) es un canal artificial.

Se debe aclarar que esta caracterización engloba a la **Tarea 5 Recopilación y análisis de la información de la hidrológica del Pliego de Prescripciones Técnicas**, que rige el presente trabajo. Tarea compuesta, a su vez, por la recopilación de información hidrológica, la obtención de las series de datos diarios naturalizadas, el análisis de los regímenes fluviales de las masas de agua, el análisis de los percentiles de las distintas series, así como los resultados obtenidos. Estos últimos se presentan en el **Anexo 5: Recopilación y análisis de la información hidrológica**.

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 propone caracterizar 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 considerarán años húmedos cuando su aportación supera al 75% de los años considerados. Los cálculos de caracterización hidrológica se pretenden efectuar sobre todas las masas de agua, aunque luego se establezcan sólo sobre las que tengan infraestructuras de regulación.

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.

No obstante, cabe destacar que 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 susceptible de estudio (686). El procedimiento empleado para la obtención de series diarias naturalizadas ha sido el Método 2. Patrón diario, seleccionado en la Estrategia del Trabajo, y que se describe en el **Anexo 5: Recopilación y análisis de la información hidrológica**. Este método fue empleado en el estudio *Consultoría y asistencia para la realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y las de las necesidades ecológicas de agua de las masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro, y de las demarcaciones hidrográficas del Segura y del Júcar, 2013*, donde se definieron los actuales caudales ecológicos mínimos para la cuenca del Ebro.

Cabe destacar que, 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 han calculado 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, ya que según indica la IPH: “Los caudales máximos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas se definirán, al menos, en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año”.

Para el establecimiento de los dos periodos hidrológicos homogéneos indicados (periodo húmedo y periodo seco) se ha partido de los regímenes fluviales de España, indicados en el Atlas Nacional de España, y se ha consultado el documento “Tomo I: Propuesta del proyecto directrices principales problemas hidrológicos de la cuenca. MOPT_CHEBRO. - Mayo 1992.”, proporcionado por la Dirección del Trabajo en la recopilación de información hidrológica.

Tras el análisis de esta información se distinguieron cuatro regímenes fluviales en la cuenca de Ebro:

Nival: Tienen un mínimo en invierno porque las precipitaciones en forma de nieve permanecen sólidas hasta el deshielo que es tardío. El máximo se da a finales de primavera y principios de verano, por la coincidencia del deshielo y las precipitaciones equinocciales.

Pluvio-nival: El máximo se da entre febrero y marzo, porque el deshielo comienza pronto y se suma a las precipitaciones de primavera, el mínimo es en verano cuando las precipitaciones son menores.

Pluvial oceánico: Los máximos se dan a finales de otoño e invierno, coincidentes con la época de más precipitación. Con el descenso de las precipitaciones en verano se producen los mínimos.

Pluvial mediterráneo: Tienen un máximo en primavera y otro en otoño, el mínimo estival es muy acusado.

Los periodos mensuales definidos para cada tipo de régimen fluvial fueron los siguientes:

Régimen fluvial	Periodo seco	Periodo húmedo
Nival	Jul-Feb	Mar-Jun
Pluvio-nival	May-Oct	Nov-Abr
Pluvial oceánico	May-Oct	Nov-Abr
Pluvial mediterráneo	Jun-Oct	Nov-May

Tabla 3. Periodos hidrológicos homogéneos

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. Los resultados obtenidos se han estructurado, para todas las masas de agua, en una ficha según el modelo que se presenta a continuación.

DH EBRO		ESTUDIO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODOS HIDROLÓGICOS				
CÓDIGO MASA		Río Isabena desde el río Villacarli hasta el río Ceguera				
ES091MSPF682						
ANÁLISIS PERCENTILES						
DATOS MENSUALES (SIMPA) -m ³ /s-						
1. SERIE LARGA (1940/41-2017/18)						
Periodos						
Todo el año		Periodo seco (Jun-Oct)		Periodo húmedo (Nov-May)		
Percentil	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos
Máximo	27,76	27,76	27,76	27,76	22,90	22,90
98	13,51	17,57	9,94	13,71	14,51	18,85
96	11,09	14,08	7,91	9,94	11,85	15,52
94	9,42	13,25	7,16	7,79	11,02	14,00
92	8,54	11,82	6,74	7,20	9,64	13,30
90	7,89	11,42	6,43	7,05	8,92	11,98
88	7,41	10,72	6,19	6,75	8,38	11,73
86	6,92	9,82	5,93	6,61	7,91	11,48
84	6,55	9,33	5,64	6,54	7,44	11,25
82	6,23	8,64	5,38	6,28	7,09	10,69
80	5,94	8,14	5,17	6,19	6,73	10,05
2. SERIE CORTA (1980/81-2017/18)						
Periodos						
Todo el año		Periodo seco (Jun-Oct)		Periodo húmedo (Nov-May)		
Percentil	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos
Máximo	14,91	13,72	13,70	13,70	14,91	13,72
98	11,11	13,70	9,02	11,22	11,32	12,53
96	9,33	11,78	7,75	8,74	10,67	11,51
94	8,38	11,43	7,00	7,05	8,84	11,45
92	7,79	10,86	6,27	6,71	8,38	11,30
90	7,09	10,67	5,94	6,37	7,90	10,91
88	6,70	9,19	5,25	6,20	7,25	10,68
86	6,16	8,36	5,06	6,11	6,91	10,66
84	5,71	8,23	4,80	6,02	6,57	9,93
82	5,36	7,69	4,58	5,98	6,10	8,69
80	5,17	7,01	4,48	5,95	5,70	8,36

Tabla 4. Presentación de percentiles de las series de datos mensuales

DH EBRO	ESTUDIO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODOS HIDROLÓGICOS
CÓDIGO MASA	Río Isabena desde el río Villacarli hasta el río Ceguera
ES091MSPF682	

ANÁLISIS PERCENTILES

DATOS DIARIOS -m³/s-

1. SERIE LARGA (1940/41-2017/18)

Percentil	Periodos					
	Todo el año		Periodo seco (Jun-Oct)		Periodo húmedo (Nov-May)	
	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos
Máximo	39,30	39,30	39,30	39,30	31,84	31,84
98	13,76	18,00	10,73	13,61	14,91	19,48
96	11,21	14,94	8,66	10,82	12,69	16,23
94	9,76	13,35	7,65	9,25	10,96	14,77
92	8,80	12,22	7,01	8,36	9,92	13,73
90	8,08	11,28	6,61	7,85	9,12	12,92
88	7,49	10,62	6,25	7,43	8,52	12,15
86	7,01	9,98	5,97	7,13	7,98	11,43
84	6,62	9,40	5,69	6,88	7,49	10,93
82	6,29	8,94	5,47	6,66	7,06	10,51
80	6,02	8,46	5,27	6,47	6,69	10,10

2. SERIE CORTA (1980/81-2017/18)

Percentil	Periodos					
	Todo el año		Periodo seco (Jun-Oct)		Periodo húmedo (Nov-May)	
	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos	Serie Completa	Serie Años húmedos
Máximo	24,65	19,40	19,40	19,40	24,65	18,00
98	11,50	13,94	10,07	13,79	12,27	13,96
96	9,65	12,72	8,04	11,80	10,33	12,94
94	8,56	11,79	7,01	8,52	9,33	12,23
92	7,78	10,87	6,48	7,88	8,55	11,62
90	7,16	10,34	6,06	7,38	7,95	10,93
88	6,62	9,78	5,70	6,96	7,39	10,52
86	6,25	9,26	5,40	6,67	6,92	10,19
84	5,91	8,72	5,15	6,49	6,49	9,82
82	5,61	8,10	4,91	6,21	6,20	9,66
80	5,35	7,72	4,72	6,12	5,87	9,29

Tabla 5. Presentación de percentiles de las series de datos diarios

Como ya se ha indicado todas las fichas realizadas se presentan en el **Anexo 5: Recopilación y análisis de la información hidrológica**.

5.1.2 Verificación hidrobiológica

Es necesario aclarar que la verificación hidrológica de los caudales máximos realizada engloba las tareas 6 y 7 del PPT que rige el presente trabajo (*Realización de visitas de campo preliminares y Estudios de hábitat en campo*, respectivamente).

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 considerará el rango de valores acordada durante la implantación de los caudales ecológicos en España (recogido entre otros sitios en CHD 2012 Anejo 4 del PHD), 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 6. 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 el 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. Los criterios de selección de estos embalses se describen a continuación en el apartado *Realización de visitas de campo preliminares*.

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, ya que según la “Guía para la Determinación de Caudales Ecológicos”, en su apartado de Caudales máximos “Como buena práctica, se deberá asegurar que al menos se mantenga un 50% de la superficie mojada del tramo como refugio en las épocas de predominancia de los estadios más sensibles con el fin de aplicar el principio de precaución y situarnos del lado de la seguridad. Cuando la superficie mojada que supera las velocidades óptimas supera el 30% de la superficie del tramo (refugio inferior al 70% de la superficie) será necesario analizar las condiciones de conectividad y la capacidad de refugio del tramo.

PERCENTIL 90 SERIE CORTA PERIODO HÚMEDO, DATOS DIARIOS:	85,28 m³/s
Área mojada:	20.398 m ²
Área alevín:	18.127 m ²
Área juvenil:	18.188 m ²
Área adulto:	17.149 m ²
REFUGIO ALEVÍN:	88,9% %
REFUGIO JUVENIL:	89,2% %
REFUGIO ADULTO:	84,1% %

Tabla 7- Análisis de porcentajes de área disponible y porcentaje de refugio aguas abajo de El Grado

El estudio de la conectividad se realiza modelando el caudal correspondiente al valor del caudal con un total cumplimiento del área de refugio.

5.1.3 Realización de visitas de campo preliminares

Se trata de la Tarea 6 del PPT y que se engloba en la Fase I de la Estrategia general del trabajo. 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. El Pliego de Prescripciones Técnicas que rige el trabajo

dispone que se realizarán diez (10) vistas preliminares. Estas visitas se realizaron la semana del 11 al 15 de septiembre de 2023.

Previamente a la selección de tramos donde realizar estas visitas, se realizó una preselección de tramos para la realización de estudios de hábitats, donde se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos:

1. Tramos regulados, situado aguas abajo de infraestructuras hidráulicas consideradas significativas. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:
 - a. Capacidad de embalse superior o igual a 100 hm³.
 - b. Aportación anual mayor o igual a 500 hm³.
2. Tramos cercanos a puntos de control especialmente relevantes.
3. Tramos dentro de Red Natura (LIC o ZEPA)
4. Tramos donde pudiesen existir conflictos de usos (abastecimiento, riegos, centrales hidroeléctricas...). Entre estos usos serán de interés aquellos embalses con uso hidroeléctrico cuya central presente una potencia instalada superior o igual a 20.000 kw.

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. Criterio coincidente con una de las aportaciones recibidas en el seminario técnico inicial (aportación nº 6).

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), según las directrices del Pliego de Prescripciones Técnicas (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 (15 tramos). Los tramos, y embalses relacionados, donde se han realizado estudios de hábitat son los siguientes:

Nº	Cod. Masa agua (Embalse)	Embalse	Comunidad Autónoma	Observación	Cod. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo
1	ES091MSPF76	La Tranquera (Mularroya)	Aragón	Río Jalón en el entorno del azud de derivación (preferentemente aguas abajo).	ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
2	ES091MSPF62	La Sotonera	Aragón	Río Gállego aguas abajo de su confluencia con el río Sotón (para abarcar todo el tramo bajo del río Gállego).	ES091MSPF962_001	Río Gállego desde el azud de Ardisa hasta el barranco de la Violada.
3	ES091MSPF47	El Grado	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.
4	ES091MSPF56	Barasona	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	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.
5	ES091MSPF37	Yesa	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
6	ES091MSPF85	Santolea	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
7	ES091MSPF86	Itoiz	Comunidad Foral de Navarra	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
8	ES091MSPF63	Rialb	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.

Nº	Cod. Masa agua (Embalse)	Embalse	Comunidad Autónoma	Observación	Cod. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo
9	ES091MSPF1	Ebro	Cantabria/Castilla y León	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF468	Río Ebro desde la Presa del Ebro hasta el río Polla.
10	ES091MSPF7	Ullívarri	País Vasco	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.
11	ES091MSPF2	Urrúnaga	País Vasco	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1816	Río Sta. Engracia desde la Presa de Urrúnaga hasta su desembocadura en el Zadorra
12	ES091MSPF61	Mansilla	La Rioja	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.
13	ES091MSPF65	Camarasa	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	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.
14	ES091MSPF66	Santa Ana	Aragón / Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.
15	ES091MSPF73	Ciurana	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella

Tabla 8. Tramos seleccionados para la realización de estudios de hábitat

De estos quince tramos se seleccionaron diez (10) de ellos, número dispuesto, así mismo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas que rigen el trabajo. Se seleccionaron aquellos tramos que no disponían de estudios hidrobiológicos realizados en estudios anteriores.

La revisión de la información disponible permitió establecer la siguiente propuesta para la realización de las visitas preliminares:

Cod. Masa	Masas de aguas visita preliminar
ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.
ES091MSPF951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
ES091M7PF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.
ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.
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.
ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.
ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella

Tabla 9. Tramos seleccionados para la realización de las visitas de campo preliminares

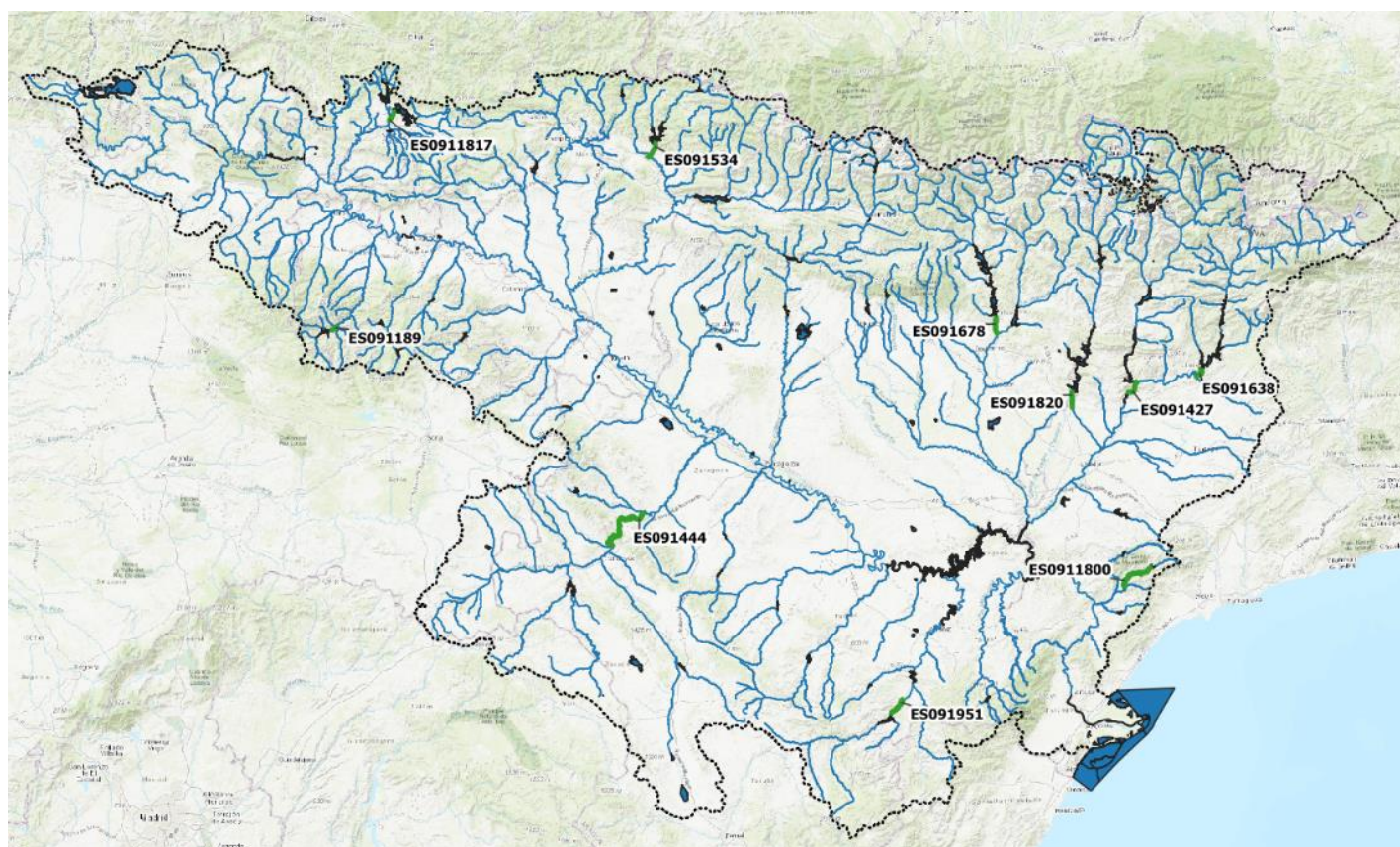


Figura 4. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos para realizar las visitas de campo previas

En las visitas preliminares, 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. Se valoró la representatividad morfológica, de mesohábitats, la vegetación de ribera, etc. y también se consideraron las entradas y salidas de agua. En todo momento se intentó que la zona seleccionada para el muestreo tuviera una proporción de mesohábitats semejante al tramo anteriormente recorrido, así como unas series de características hidráulicas que facilitarían el calibrado del modelo, ya que estos precisan siempre de secciones de control que permitan efectuar aforos de muy buena calidad.

En la planificación previa a las vistas preliminares de campo se establecieron un total de veintiún (21) puntos a visitar, aunque una vez en campo se visitaron un total de treinta y cuatro puntos (34), ya que en ocasiones los puntos preestablecidos eran insuficientes o no cumplían las características adecuadas.

A modo de resumen, en la siguiente tabla, se presentan los puntos visitados, sus coordenadas, la masa de agua en el que se localiza y el embalse relacionado. Así mismo, se indica la fecha y hora de la visita y el punto seleccionado para realización de los trabajos de campo asociados a los estudios de hábitat.

Orden visita	Embalse	Código Masa Abajo	Código Punto	X	Y	Selección	Fecha y hora visita
1	Tranquera (Mularroya)	444	TR1	616079	4583530	SI	11/09/2023 13:00
2	Tranquera (Mularroya)	444	TR2	615863	4583518		11/09/2023 12:30
3	Tranquera (Mularroya)	444	TR3	617796	4586833		11/09/2023 13:20
4	Tranquera (Mularroya)	444	TR4	619665	4591762		11/09/2023 14:00
5	Tranquera (Mularroya)	444	TR5	627053	4593232		11/09/2023 14:30
6	Santolea	951	SAN1	726454	4517131		11/09/2023 19:00
7	Santolea	951	SAN2	726591	4517458		11/09/2023 18:00
8	Santolea	951	SAN3	727195	4517798	SI	11/09/2023 18:30
9	Santolea	137	SAN4	732690	4523313		12/09/2023 8:25
10	Ciurana	1800	CI1	826833	4572521	SI	12/09/2023 10:55

Orden visita	Embalse	Código Masa Abajo	Código Punto	X	Y	Selección	Fecha y hora visita
11	Ciurana	1800	CI2	819015	4569616		12/09/2023 10:55
12	Rialb	630	RI1	848211	4651164		12/09/2023 14:55
13	Rialb	638	RI2	847812	4649967	SI	12/09/2023 15:00
14	Camarasa	427	CA1	821949	4645371		12/09/2023 16:30
15	Camarasa	427	CA2	821851	4644540	SI	12/09/2023 17:00
16	Camarasa	1048	CA3	817233	4636592		12/09/2023 17:45
17	Santa Ana	820	SAT1	796890	4641530	SI	13/09/2023 8:30
18	Santa Ana	820	SAT2	797223	4639564		13/09/2023 9:15
19	Santa Ana	820	SAT3	797118	4638733		13/09/2023 10:00
20	Grado	678	GR1	767031	4667158	SI	13/09/2023 11:00
21	Itoiz	534	IT1	634006	4739050		13/09/2023 15:00
22	Itoiz	534	IT2	633939	4738846		13/09/2023 15:15
23	Itoiz	534	IT3	633816	4738708		13/09/2023 15:30
24	Itoiz	534	IT4	633650	4738388	SI	13/09/2023 18:00
25	Itoiz	534	IT5	633545	4738043		13/09/2023 17:00
26	Ullívarri	1817	UL1	531331	4752796		14/09/2023 9:10
27	Ullívarri	1817	UL2	531293	4752372		14/09/2023 9:15
28	Ullívarri	1817	UL3	531082	4751641		14/09/2023 8:45
29	Ullívarri	1817	UL4	530429	4750612	SI	14/09/2023 10:10
30	Ullívarri	1817	UL5	530103	4750345		14/09/2023 9:40
31	Urrúnaga	816	UR1	528314	4754338	SI	14/09/2023 10:50
32	Mansilla	189	MA1	507665	4667633		14/09/2023 12:55
33	Mansilla	952	MA2	508918	4668795	SI	14/09/2023 13:15
34	Mansilla	952	MA3	509165	4669002		14/09/2023 13:30

Tabla 10. Puntos inspeccionados en las visitas de campo preliminares

Cabe indicar que se realizó la inspección de la masa asociada al embalse de Urrúnaga, que disponía de estudios de hábitat en estudios anteriores, al encontrarse muy próxima al embalse de Ullívarri.

Como conclusión a las visitas realizadas cabe destacar 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 las márgenes, por ello se han intensificado la inspección en las masas de agua seleccionadas.

Así mismo, 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.

No obstante, entre las masas visitadas, tomando como punto de vista de la posible afección de los caudales generadores a poblaciones, destacan las masas de agua ES091MSPF444 (Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda), ES091MSPF534 (Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro) y ES091MSPF1817 (Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia), todas ellas por presentar algún núcleo de población próximo a la masa de agua.

Por su parte, las masas de agua que pueden destacarse por la actividad agrícola desarrollada en sus riberas son: ES091MSPF444 (Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda), ES091MSPF1800 (Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella) y ES091MSPF820 (Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás), ya que en las márgenes de sus riberas existe una gran actividad agrícola.

Por último, hay que aclarar que las observaciones sobre la posible afección de los caudales generadores son tan solo una valoración previa a tener en trabajo posteriores.

En el **Anexo 6. Visitas de campo preliminares** se presentan las fichas resumen de los puntos visitados, organizadas para cada embalse asociado a la masa de agua visitada y su orden de visita. Por cada punto visitado se presenta una ficha resumen con sus características principales y una selección de las

fotografías realizadas. Previo a la ficha resumen del punto se presenta la ubicación de los puntos visitados en la masa de agua, donde en verde se puede observar la localización del punto seleccionado para la realización de los estudios de hábitat.




PUNTO		SAN1					
COORDENADAS PUNTO VISITADO (ETRS 89. Huso 30)							
X:	726454			Y:	4517131		
POBLACIÓN	Castellote			FECHA Y HORA VISITA	11/09/2023 19:00		
DESCRIPCIÓN DEL CAUCE							
ANCHURA CAUCE (m)	10-15			CALADO (cm)	0-100		
ESTABILIDAD DE MÁRGENES	EXCELENTE	<u>BUENA</u>	ACEPTABLE	POBRE	NULA		
MORFOLOGIA DEL SUBTRAMO	<u>RECTO</u>	ANASTOSOMADO	SINUOSO	MEANDRIFORME	CURVO		
LECHO DEL CAUCE (Presencia)	ROCA MADRE	<u>BOLOS</u>	<u>CANTOS</u>	<u>GRAVAS</u>	GRAVILLAS	<u>ARENAS</u>	LIMOS
TIPO DE FLUJO	SALTOS	<u>RÁPIDOS</u>	<u>POZAS</u>	DISCONTINUO	LAMINAR	TABLAS	
VARIACIONES DE CAUDAL A LO LARGO DEL TRAMO	<u>SI</u>	NO	RELACIÓN POZAS RÁPIDOS			<7	
OBSERVACIONES							
Punto ubicado en la inmediaciones de la presa. La parte inicial del tramos es una escollera que da paso al río más natural. Se observan pozas no vadeables. La vegetación, en la parte más natural, es abundante y se encuentra en buen estado. Debido a la cercanía de la presa se estima que pueden ocurrir variaciones bruscas de caudal en el tramo.							
FOTOGRAFÍAS							
							
Vista aguas abajo				Vista aguas arriba			
							
Presa de Santolea							

Figura 5. Ejemplo de ficha resumen de la visita preliminar

5.1.4 Estudios de hábitat

Como se ha indicado anteriormente el régimen de caudales máximos deberá ser verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat.

El ajuste mediante la modelación de la idoneidad del hábitat se basa en la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat para la especie o especies objetivo. Este grupo de metodológico se denomina IFIM: *Instream Flow Incremental Methodology*. Se han realizado las correspondientes modelizaciones, para el cálculo del refugio y la conectividad, en 1D con el programa SEFA (I. Jowett, T. Payne y R. Milhous 2017), basada en la metodología IFIM.

A continuación, se presenta un esquema simplificado de cómo se aplica la metodología de los estudios hidrobiológicos: En primer lugar se estudian en el río las características más sustanciales para conocer cómo le afectan los caudales a la biota, que se llevan a una aplicación informática que nos proporciona un modelo hidráulico y cómo reacciona la fauna a las variaciones de los parámetros hidráulicos, en consecuencia podremos saber cuál es refugio y la conectividad disponible para la especie objetivo y cómo varía con el caudal.

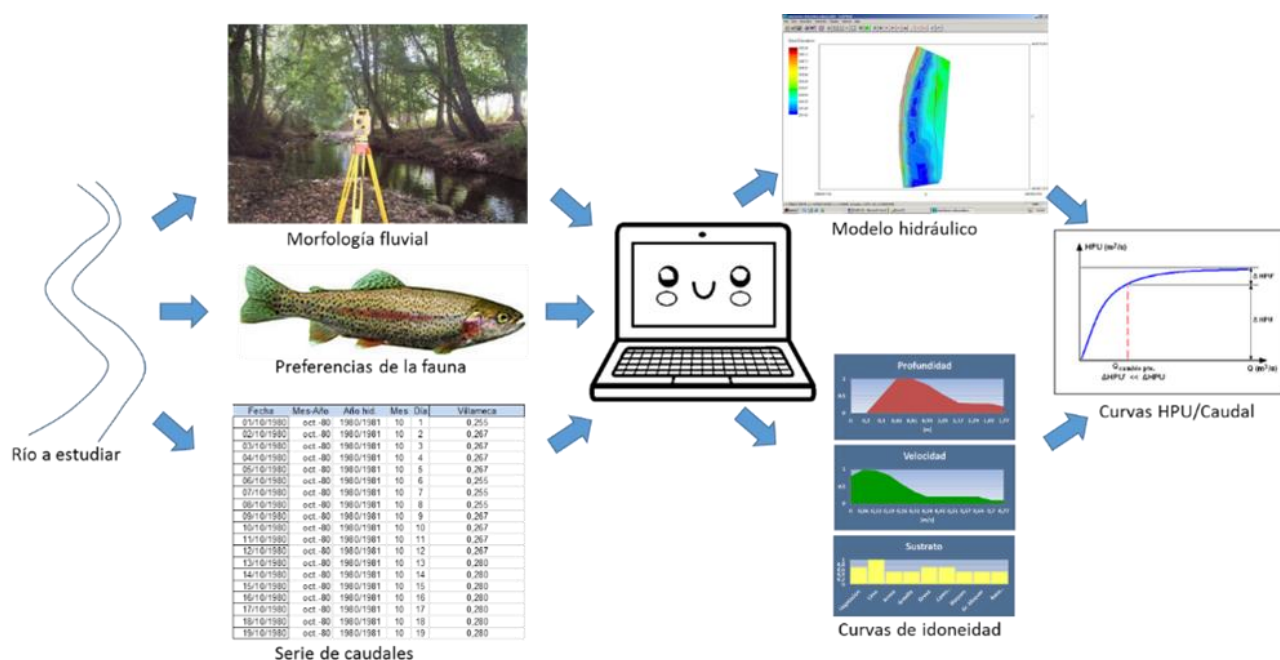


Figura 6. Esquema de la metodología hidrobiológica o IFIM.

La realización de estos estudios de hábitat precisa de la toma de datos sobre el terreno que luego, ya en gabinete, se han empleado en la realización de la simulación del hábitat.

Como se ha comentado en el apartado “*Realización de visitas de campo preliminares*”, estos estudios se han realizado sobre quince (15) tramos seleccionados previamente, 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.

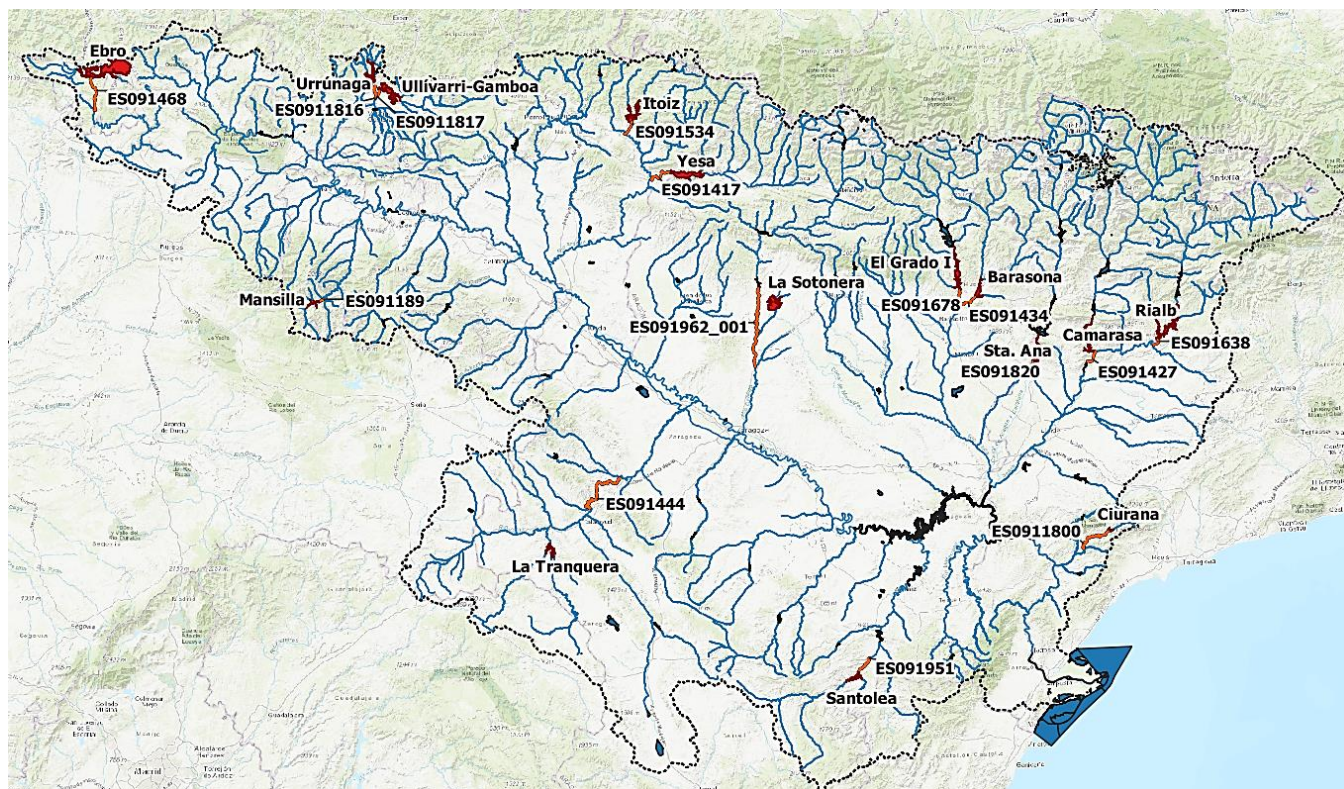


Figura 7. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos donde se han realizado estudios de hábitat

5.1.4.1 Muestreo de hábitat (campo)

Una vez definidas las masas de agua donde efectuar los muestreos de caudales se localizó un tramo apto como se ha descrito en el apartado anterior: *Realización de visitas de campo preliminares*. Cabe puntualizar que, previo a la realización de los muestreos, se solicitó a la Confederación del Ebro la autorización pertinente.

Tras la selección del tramo, se procedió a la toma de datos de coordenadas GPS´s y localización de las distintas secciones transversales o transectos. Estos transectos constituyen una línea recta aproximadamente transversal al flujo, a lo largo de la cual se miden las condiciones hidráulicas.

Una vez identificados los transectos, el trabajo topográfico y de hidrometría se realizó en un plazo breve de tiempo para que no se produzcan cambios relevantes en el caudal circulante durante la realización del trabajo. Para controlar estos cambios y hacer los ajustes pertinentes, se colocan estacas a la entrada o salida del tramo en una zona con agua, observando la variación de la lámina de agua durante la realización del trabajo. En los tramos aguas abajo de algunos embalses, además, se contactó con los encargados de presa para conseguir un caudal adecuado y constante durante la realización de la topografía, que posteriormente, incrementaron el caudal para poder tomar medidas que permitieran el calibrado del modelo ya en gabinete.

La realización de los muestreos de hábitat se ajustó a la planificación del trabajo previamente establecida, donde se proponía realizar el muestreo de campo por cercanía geográfica entre los distintos embalses objeto de estudio. Se inició el recorrido en la margen derecha de la cuenca del Ebro, en concreto en el embalse de La Tranquera, para continuar recorriendo la cuenca en sentido antihorario, finalizando los muestreos en la masa aguas abajo del embalse del Ebro. Se establecieron cuatro rutas semanales, donde

se debía realizar el trabajo entre dos y cinco masas de agua. El orden de las rutas propuestas, coincidentes con las realmente realizadas, se muestran en la siguiente figura.

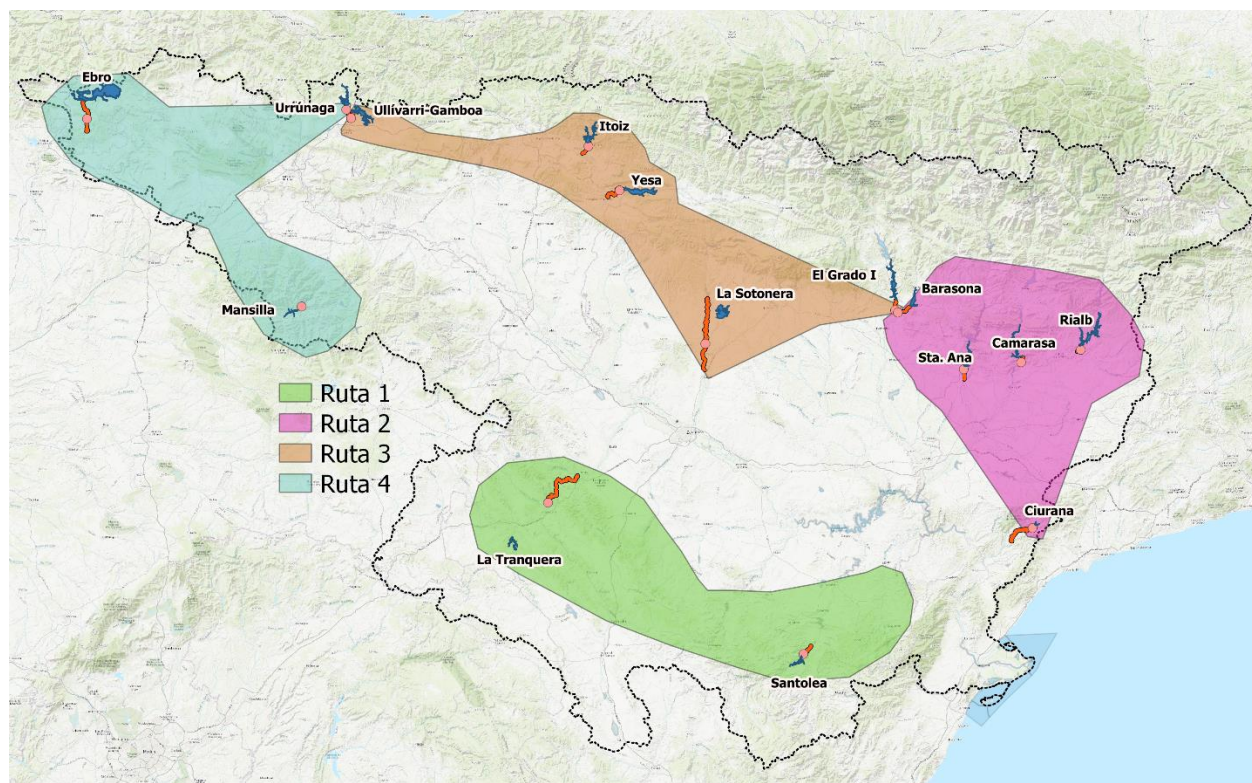


Figura 8. Rutas de muestreo

Estos trabajos de campo se realizaron entre los meses de noviembre y diciembre de 2023. A excepción del embalse de Barasona que, en el momento del día de su visita no era vadeable, lo que obligó a posponer el trabajo hasta agosto de 2024. Las fechas exactas de realización de los trabajos se indican en la siguiente tabla

Ruta	Cod. Masa agua. Embalse	Embalse	Código. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo	Fecha de muestreo
1	ES091MSPF76	La Tranquera (Mularroya)	ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.	06/11/2023
1	ES091MSPF85	Santolea	ES091MSPF951	Río Guadalope desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.	07/11/2023
2	ES091MSPF73	Ciurana	ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella	13/11/2023
2	ES091MSPF63	Rialb	ES091MSPF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.	14/11/2023
2	ES091MSPF65	Camarasa	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.	15/11/2023
2	ES091MSPF66	Santa Ana	ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.	16/11/2023
2	ES091MSPF56	Barasona	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.	17/11/2023 20/08/2024

Ruta	Cod. Masa agua. Embalse	Embalse	Código. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo	Fecha de muestreo
3	ES091MSPF47	El Grado	ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.	20/11/2023
3	ES091MSPF62	La Sotonera	ES091MSPF962_001	Río Gállego desde el azud de Ardisa hasta el barranco de la Violada.	21/11/2023
3	ES091MSPF37	Yesa	ES091MSPF417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.	22/11/2023
3	ES091MSPF86	Itoiz	ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.	23/11/2023
3	ES091MSPF7	Ullívarri	ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.	24/11/2023
4	ES091MSPF2	Urrúnaga	ES091MSPF1816	Río Sta. Engracia desde la Presa de Urrúnaga hasta su desembocadura en el Zadorra	11/12/2023
4	ES091MSPF61	Mansilla	ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.	12/12/2023
4	ES091MSPF1	Ebro	ES091MSPF468	Río Ebro desde la Presa del Ebro hasta el río Polla.	13/12/2023

Tabla 11. Fechas de realización de los estudios de hábitat en campo

Las tareas realizadas en cada masa de agua se desarrollan en los epígrafes siguientes.

5.1.4.1.1 Topografía

Como los modelos se deben utilizar para la validación hidrobiológica de caudales máximos, es necesario la toma de datos de topografía del lecho, y desde las orillas hasta el bankfull, estudiando previamente el terreno y buscando la correcta identificación del mismo (por estudio de los puntos más altos de depósito de sedimentos, cambios en la vegetación, cambios de pendiente en la sección transversal, cambio en los materiales de las orillas, socavación de orillas, líneas de coloración en rocas).

Es necesario recoger en campo la información topográfica tridimensional. Los datos de campo consisten en nodos, o puntos topográficos, de coordenadas X, Y, Z y tipo de sustrato, tomados mediante estación total de topografía.

Se recoge la información topográfica de las secciones transversales definidas tanto dentro como fuera del cauce. También se toman datos de la cota de lámina de agua en cada transecto, para el cálculo de la curva de gasto, así como los datos topográficos de las varillas, estacas, piedra u otros elementos utilizados para el marcaje de los tramos. Es muy importante, porque es la única manera de relacionar las cotas de lámina de agua a elementos fijos.

Los levantamientos topográficos de los distintos tramos se realizaron empleando una Estación Total Leika TS15 perfectamente calibrada (**ver Anexo 7: Estudios de hábitat**), con la que se realizaron perfiles transversales representativos de la morfología del cauce. Las características nominales del instrumento son las siguientes:

- N° de aumentos: 30 X
- Resolución: 0,1 mgón
- Exactitud angular: 1 mgón



Fotografía 2. Estación Total Leika TS15 empleada en los trabajos de campo. Río Segre aguas abajo del embalse de Camarasa (noviembre 2023).

La distancia entre los perfiles transversales realizados osciló entre los 10 y 20 metros, en función de la anchura del tramo. Los puntos tomados en el eje transversal para cada transecto mantienen una distancia entre 1 y 2 metros, dependiendo, de la misma forma, de la anchura del cauce. Así mismo, en función de la visibilidad del tramo y de la posibilidad de desplazamiento de la estación total, las longitudes de los tramos topografiados oscilaron entre los 70 y 120 metros. En total se realizaron 113 perfiles transversales tomándose un total de 2528 puntos topográficos. En la siguiente tabla se presenta el número de perfiles, los puntos topográficos tomados y la longitud resultante en cada tramo topografiado.

Cod. Masa agua. Embalse	Embalse	Código. Masa muestreo	Nº de perfiles realizados	Puntos topográficos	Longitud de tramo topografiado
ES091MSPF76	La Tranquera (Mularroya)	ES091MSPF444	7	136	82
ES091MSPF85	Santolea	ES091MSPF951	8	155	75
ES091MSPF73	Ciurana	ES091MSPF1800	9	175	80
ES091MSPF63	Rialb	ES091MSPF638	7	189	130
ES091MSPF65	Camarasa	ES091MSPF427	5	168	150
ES091MSPF66	Santa Ana	ES091MSPF820	6	175	70
ES091MSPF56	Barasona	ES091MSPF434	10	216	102
ES091MSPF47	El Grado	ES091MSPF678	7	173	104
ES091MSPF62	La Sotenera	ES091MSPF962_001	6	116	110
ES091MSPF37	Yesa	ES091MSPF417	7	164	115
ES091MSPF86	Itoiz	ES091MSPF534	7	182	102
ES091MSPF7	Ullívarri	ES091MSPF1817	8	162	80
ES091MSPF2	Urrúnaga	ES091MSPF1816	10	163	98
ES091MSPF61	Mansilla	ES091MSPF189	9	213	84
ES091MSPF1	Ebro	ES091MSPF468	7	141	70
TOTAL			113	2.528	1.452

Tabla 12. Número de perfiles, puntos topográficos obtenidos, longitud total de tramos topografiados



Fotografía 3. Toma de datos topográficos con estación total. Río Irati aguas abajo del embalse de Itoiz (noviembre 2023).

Los itinerarios realizados por el interior del cauce permitieron simultanear la toma de datos topográficos con la medición de la velocidad, asociada a cada punto, variable necesaria en la implementación del modelo. Otro dato necesario para el funcionamiento del modelo es la composición del lecho, por lo que paralelamente al levantamiento se tomó nota de la granulometría, estableciendo para cada punto la proporción de limo, arena, gravilla, gravas, bolos y roca madre.



Figura 9. Perfiles realizados aguas abajo del embalse de Ullívarri

Como se aprecia en la imagen la realización de los perfiles transversales no se limitaron al interior del cauce, si no que se trató de tomar el mayor número con el objeto de representar hasta el bankfull. En cada transecto se tomó la altura de la lámina de agua para posteriormente introducir el dato en el modelo. En algunos casos, desde la presa se proporcionó un caudal más alto que el caudal con que se realizan los perfiles, caudal más alto, con el objeto de disponer de distintas alturas de lámina de agua que permitan la calibración del modelo.

5.1.4.1.2 Sustrato

Como se ha comentado, a la hora de la realización de los perfiles transversales se estimó el sustrato en cada punto de medición de profundidad y velocidad. Una vez observados los resultados en gabinete, estas mediciones son la base para asignar el sustrato al modelo de una forma sencilla.

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:

1. Limo: < 62 μm . **L**
2. Arena. 62 μm -2 mm. **A**
3. Gravilla. 2-8 mm. **GV**
4. Grava. 8-64 mm. **GR**
5. Cantos Rodados. 64-256 mm. **CR**
6. Bloques o bolos. > 256 mm. **B**
7. Roca Madre. **RM**
8. Vegetación. **V**



Figura 10. Distintos tipos de sustrato presente en la masa ES091MSPF534, situada aguas abajo del embalse de Itoiz. El sustrato predominante en el tramo son los cantos rodados y bloques

Por último, se realizó un registro fotográfico con los aspectos más relevantes del tramo (aguas arriba y aguas abajo, de ambas márgenes, del tipo de sustrato en cada zona diferenciable de tramo, etc.), se realizaron croquis y se anotó el tipo de mesohábitats y de la calidad de aforo para cada transecto.

5.1.4.2 Simulación hidráulica (gabinete)

Las características hidráulicas de un río se generan como consecuencia del régimen de caudales; en un determinado instante, la velocidad y la profundidad de las aguas y la sección mojada sólo dependerán de la cantidad de agua, es decir, del caudal, si suponemos que la sección transversal del cauce es invariable. Se trata de ir viendo como a medida que varía este caudal se generan nuevas condiciones de profundidad, velocidad y sección mojada. Esto representa un problema de hidráulica fluvial que no está resuelto satisfactoriamente y requiere acudir a un proceso de simulación hidráulica.

La simulación hidráulica se ha empleado el programa SEFA (System for Environmental Flows Analysis, I. Jowett, T. Payne, R. Milhous., que es un programa derivado del RHYHABSIM (Ian G. Jowett, NIWA, NZ), del RHABSIM (Payne T Normandeau Associates EEUU) y del PHABSIM (Milhous B. USGS-EEUU) pero con mayores prestaciones). Se trata de un paquete informático dedicado a caudales ecológicos de lo más completo del mercado; incluye múltiples módulos analíticos interdisciplinarios que se indican a continuación (ver figura siguiente):

- Análisis Hidrológico (IHA y Series Temporales)
- Análisis de Hábitat Hidráulico (1D)
- Desarrollo de Criterios de Idoneidad de Hábitat (HSC)
- Modelado de Temperatura del Agua (red, tramo)
- Modelado de Calidad de Agua (O.D., nitrógeno, fósforo)
- Análisis de Sedimentos (lavado, deposición, suspensión)
- **Análisis de Conectividad hidráulica para ictiofauna**
- Análisis temporal de Hábitat
- Análisis Legal-Institucional (LIAM)

En el caso que nos ocupa el modulo que se ha empleado es el de **Análisis de Conectividad hidráulica para ictiofauna**

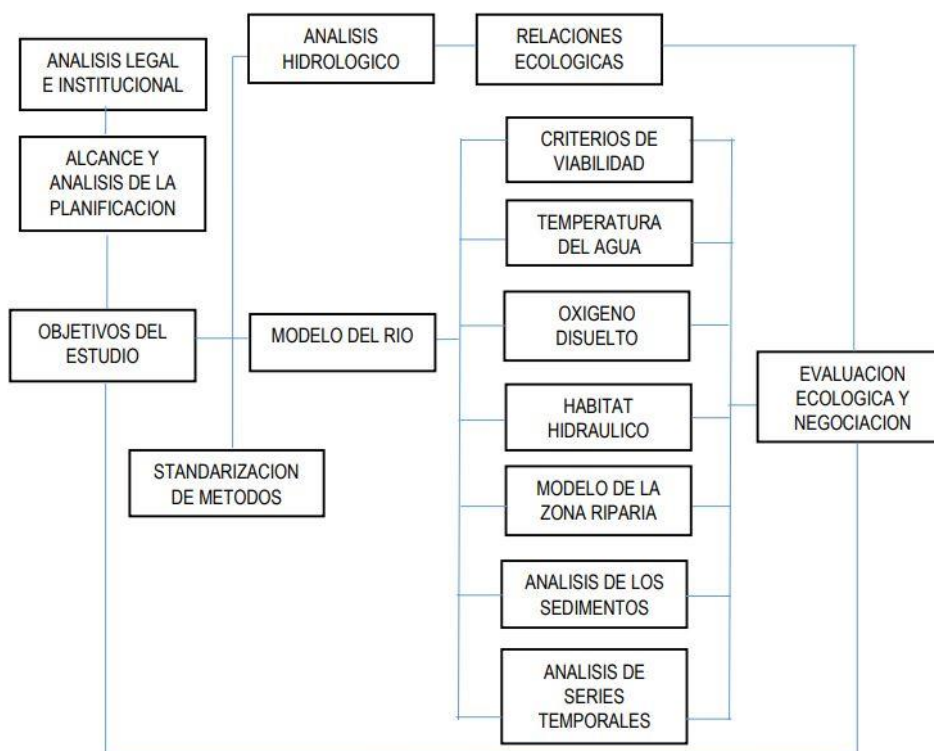


Figura 11. Esquema de flujo del Sistema de Análisis para Caudales Ambientales SEFA

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 Terreno² -MDT02-, disponible en el centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica.

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.

Tras el chequeo de los datos de campo y su introducción en el modelo, SEFA genera cada una de las secciones transversales realizadas. En la siguiente figura se presentan a modo de ejemplo las secciones de inicio y cierre de tramo obtenidas para la masa de aguas abajo del embalse de Mansilla.

² Modelo digital del terreno 2ª Cobertura (2015-Actualidad) con paso de malla de 2 m.

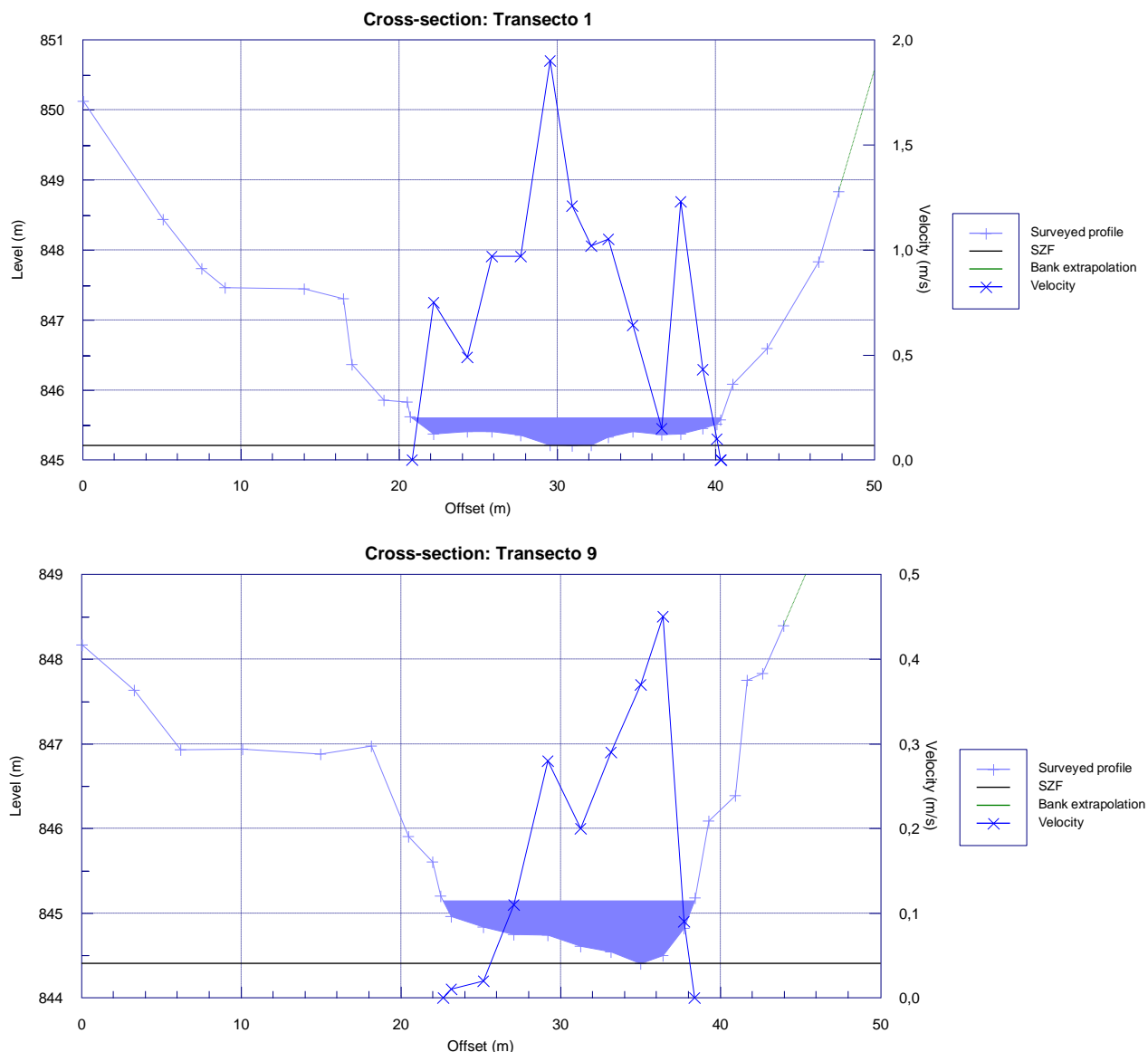


Figura 12. Ejemplo de secciones transversales proporcionadas por SEFA. Río Najerilla aguas abajo de la presa de Mansilla.

- **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.

El modelo ha sido calibrado empleando los datos de caudales medidos con un caudal más alto que el circulante durante la realización de los trabajos topográficos, en algunos casos se ha llegado a calibrar hasta con tres puntos. En los casos que no se ha dispuesto de un segundo caudal, para estimar la altura de lámina a caudales altos, se ha empleado la variación de nivel registrada en la estación de aforo más cercana al tramo de estudio y considerada representativa. Por último, donde no existe estación de aforo representativa, se emplea la curva de gasto calculada por defecto por el modelo.

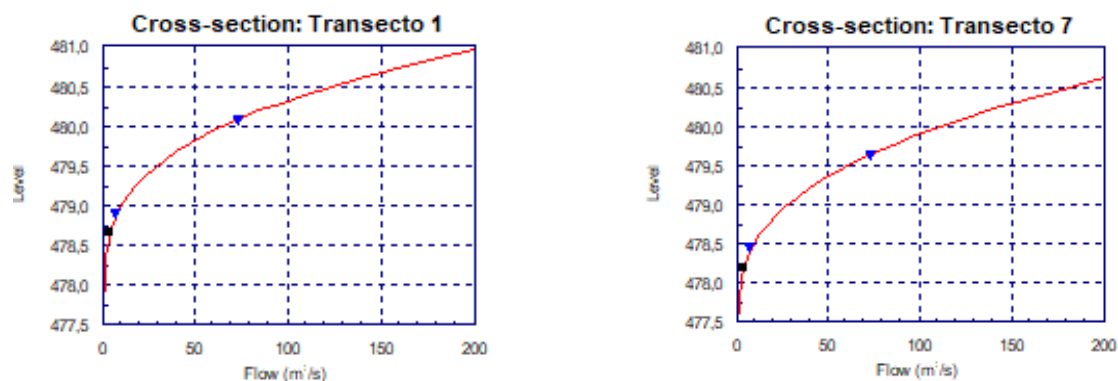


Figura 13. Ejemplo de curvas altura caudal en distintos transectos realizados aguas abajo del embalse de Itoiz

- 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. También puede manejarse en términos del número de Manning, ya que $V_{sección}/V_{celda} = N_{celda}/N_{sección}$. Como 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. En consecuencia, 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. Por esta y otras razones, la simulación se realiza independientemente con modelos para caudales altos, medios y bajos.

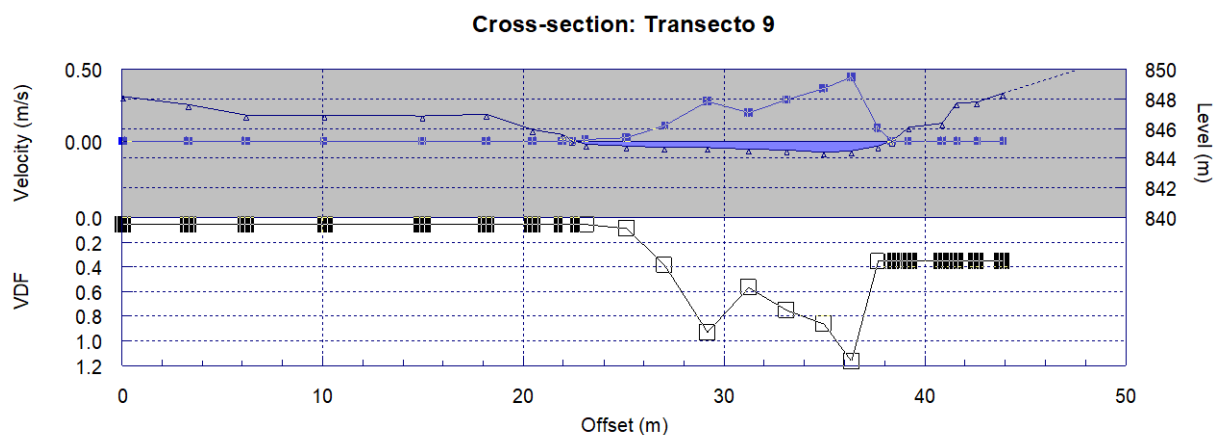


Figura 14. Detalle de la calibración de los VDF's de una sección realizada aguas abajo del embalse de Mansilla

- 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 velocidad 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.

Reach Habitat

Flows
 Reach: Mansilla.rhb
 Section: All selected sections
 Vary flow between sections
 Enter:
 flow min, max and interval
 unequal flows
 level/flow pairs

Flow range and increment
 Min. 0,000
 Max. 12,000
 Int. 0,200

Select
 Reach
 Section
 Clear

Velocity calculation and Suitability evaluation
 Calculate velocity using VDFs
 Apply suitability criteria:
 Depth
 Velocity
 Substrate

Suitability curves
 Refugio Alevín (v<1;prof>0,1)
 Refugio Juvenil (v<2;prof>0,15)
 Refugio Adulto (v<2,5;prof>0,25)
 Area Mojada

OK Cancel Help

Figura 15. Ventana del programa SEFA. Cálculo del refugio

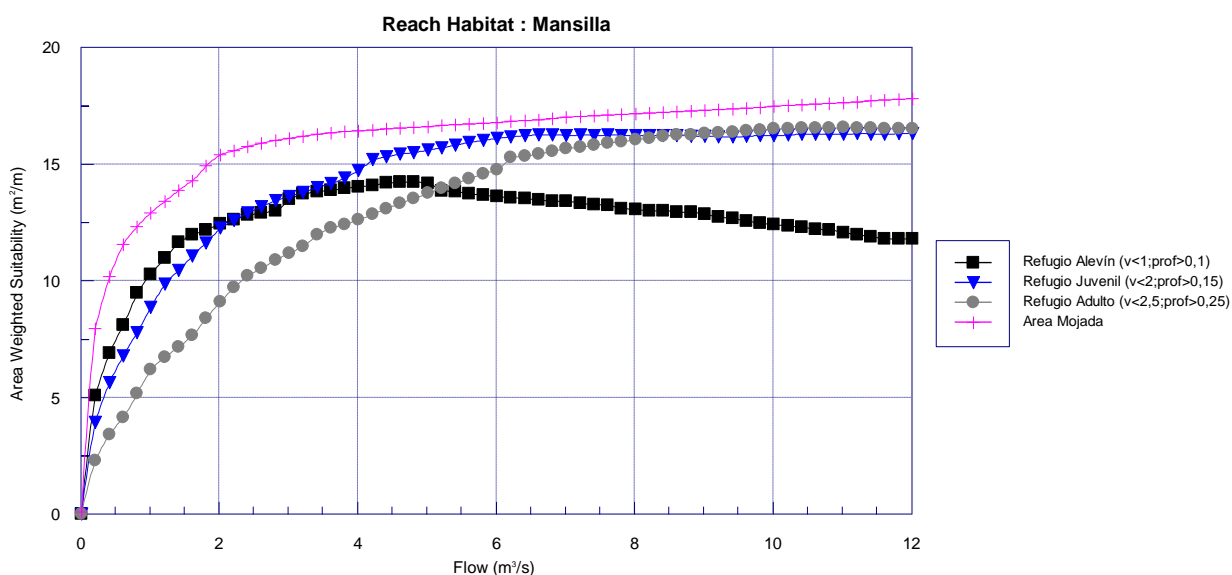


Figura 16. Resultados de refugio para el tramo simulado aguas abajo del embalse de Mansilla

Además de la representación gráfica, SEFA proporciona los valores numéricos simulados para cada uno de los caudales, estos valores se presentan en el **Anexo 7: Estudios de hábitat** para todos los ámbitos estudiados.

- **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.



Fotografía 4. Tramos de muestreo de La Tranquera (izda.) y Rialb (drcha.)

El programa SEFA dispone de un modulo para el estudio de la conectividad, donde se permite la introducción de distintos criterios de paso.

Reach Passage

Flows

Reach:

Section:

Vary flow between sections

Enter:

- flow min, max and interval
- unequal flows
- level/flow pairs

Flow range and increment

Min.	<input type="text" value="0,000"/>
Max.	<input type="text" value="12,000"/>
Int.	<input type="text" value="0,200"/>

Select

Velocity calculation and Suitability evaluation

Calculate velocity using VDFs

Passage criteria

Depth > m

Velocity < m/s

Figura 17. Ventana del programa SEFA. Cálculo de la continuidad

El programa genera un grafico donde se valora la continuidad para los distintos caudales simulados y condiciones de paso establecidas.

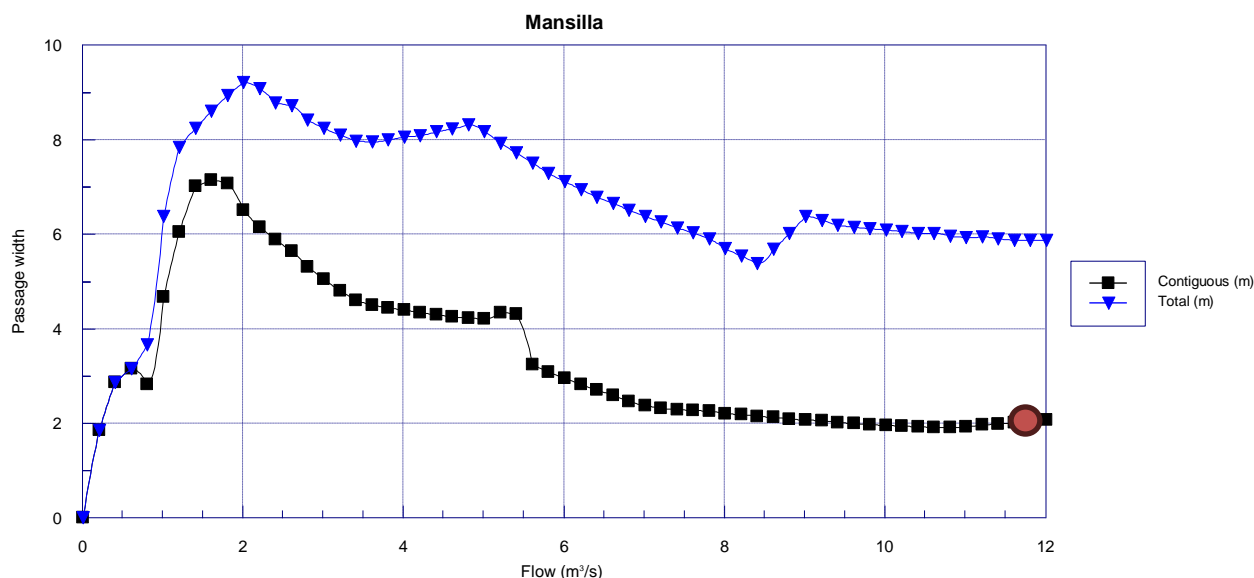


Figura 18- Ancho de paso para un rango de caudales de 0 a 12 m³/s, con condiciones de paso para los alevines (velocidad <1 m/s / profundidad limitante > 0,1 m)

Como aclaración, cabe indicar la diferencia entre las dos líneas representadas en el gráfico. La línea azul (ancho de paso total) representa el ancho máximo que se da en el tramo para un caudal determinado, esto es, indica el ancho de paso de todas las zonas que cumplen con los criterios de velocidad y profundidad establecidas. Por su parte, la línea negra (ancho de paso contiguo) presenta las zonas que cumplen los criterios definidos (velocidad y profundidad) y que, además, son continuas en el eje longitudinal del tramo. Este último dato es el realmente significativo a la hora de la interpretación de los resultados, ya que indica la existencia, o no, de la continuidad en el tramo, lo que permite el desplazamiento de las poblaciones piscícolas.

En la siguiente tabla, a modo de resumen, se presentan los resultados obtenidos para cada tramo analizado. Mientras que en el **Anexo 7: Estudios de hábitat** se presentan las fichas de presentación de resultados elaboradas para cada tramo estudiado, donde se incluyen todos los gráficos de conectividad obtenidos.

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. Además, las características del río son aptas para los alevines, por lo que se considera aceptable el caudal máximo propuesto. Se realiza estudio de conectividad por alevines. Conectividad: Si
ES091MSPF65	Camarasa	ES091MSPF427	150	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
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
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 13. Resumen de resultados para el refugio y conectividad de los tramos analizados

DH EBRO	ESTUDIO DE CAUDALES MÁXIMOS POR MÉTODOS HIDROBIOLÓGICOS
CÓDIGO MASA	Salida de la presa de Mansilla al río
ES091MSPF61	

VERIFICACIÓN REFUGIO Y CONECTIVIDAD

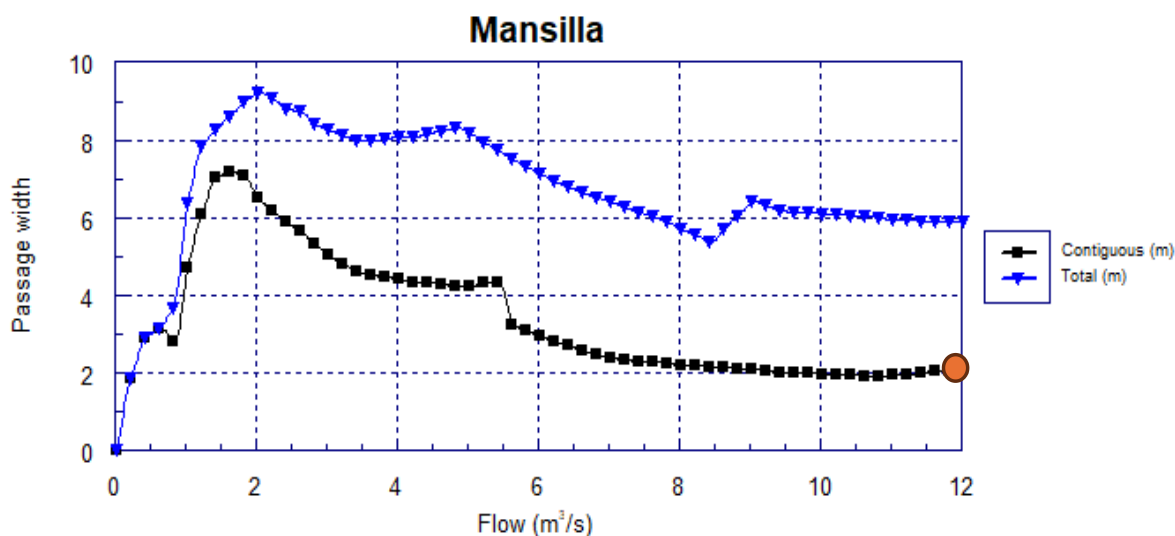
Cálculo del refugio y conectividad empleando el P90 periodo húmedo, serie corta:

PERCENTIL 90 SERIE CORTA PERIODO HÚMEDO, DATOS DIARIOS:	11,94 m ³ /s
Área mojada:	1.631 m ²
Área alevín:	1.080 m ²
Área juvenil:	1.494 m ²
Área adulto:	1.515 m ²
REFUGIO ALEVÍN:	66,2% %
REFUGIO JUVENIL:	91,6% %
REFUGIO ADULTO:	92,8% %

Observaciones:

Debido a que el porcentaje de refugio de los alevines se encuentra entre el 50-70% se realiza estudio de conectividad

ESTUDIO DE CONECTIVIDAD



Estado	Velocidad limitante (m/s)	Profundidad limitante (m)
Alevín	< 1	> 0,1

Ancho de paso (m)	2,1
-------------------	-----

Q MAX (m ³ /s):	11,94	Conectividad:	Sí
----------------------------	-------	---------------	----

Figura 19. Ejemplo de presentación de resultados de estudio de hábitats

5.2 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas.

En la “*Guía para la Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos*”, el caudal generador se asimila al caudal de sección llena o nivel de cauce ordinario (bankfull) o, en su defecto, por la Máxima Crecida Ordinaria (M.C.O.).

La M.C.O. es definida por la Ley de Aguas (RDL 1/2001, 20 de julio) como el caudal que conforma el cauce; y se obtiene, según el estudio “*Aspectos Prácticos de Definición de la Máxima Crecida Ordinaria*” del CEDEX, en base a la serie de máximos caudales medios diarios en régimen natural.

Los parámetros a determinar para caracterizar el caudal generador en una determinada masa de agua son los siguientes:

- Magnitud
- Frecuencia
- Tasas de cambio
- Duración
- Estacionalidad

5.2.1 Magnitud

Se han utilizado dos métodos para estimar la magnitud que se describen a continuación:

5.2.1.1 Método 1. Cálculo del caudal punta según CEDEX

El CEDEX ha publicado la elaboración de los mapas de caudales máximos en la red fluvial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias, como parte de los trabajos llevados a cabo dentro del Convenio “Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de gestión del dominio público hidráulico y explotación de obras”, firmado entre la Dirección General del Agua y el CEDEX. A partir de dichos trabajos, y aguas abajo de los grandes embalses, se ha elaborado un procedimiento de cálculo para el caudal generador.

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 <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos/>.

La última versión del CauMax corre en ArcGis y se puede obtener la Q_{MCO} junto con los Caudales Máximos Instantáneos para los distintos periodos de retorno ($T= 2, 5, 10, 25, 100$ y 500 años).

5.2.1.2 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 probabilidad de que se presente un valor inferior a x es:

$$F(x) = e^{-e^{-b}}$$

Siendo:

$$b = \alpha (x - u) \quad \alpha = \frac{\sigma_y}{S_x} \quad u = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

e = base de los logaritmos neperianos

\bar{x} = media aritmética de la muestra

S_x = desviación típica de la muestra

σ_y y μ_y = coeficientes tabulados específicos de la función según el número de datos de la muestra

La magnitud del caudal generador viene dada por el caudal de avenida asociado al periodo de retorno que se detalla un poco más adelante, T MCO.

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} (m^3/s) = QTMCO.

Para 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).

Los resultados obtenidos se presentan en el **Anexo 5: Recopilación y análisis de la información hidrológica**, donde se presentan los resultados 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.

5.2.2 Periodo de retorno

Para determinar la periodicidad de los eventos generadores, se partirá de la regionalización dispuesta por el CEDEX en la que asigna un coeficiente de variación (C_v) según la zona estudiada, tal como muestra la figura adjunta:

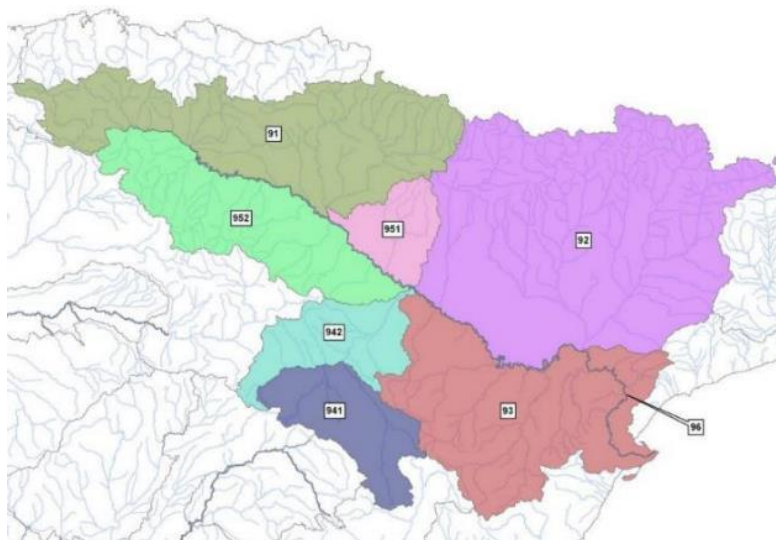


Figura 20. Regiones con estadísticas similares en el régimen de crecidas en la cuenca del Ebro

El **período de retorno (T)** de la MCO se estima a partir del coeficiente de variación determinado por el CEDEX a partir de la expresión: $T_{MCO} \text{ (años)} = 5 * Cv$. En cualquier caso, ese valor ya está calculado para las distintas regiones de la cuenca del Ebro, y 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 14. 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 son orientativos para la crecida ordinaria. Para la gestión se establecerá el periodo en años y las características del año, es decir, no se obligará a realizar crecidas en años secos, se intentará que las crecidas coincidan con años húmedos. Si se produce alguna crecida por causas naturales, esa computará en el ciclo.

Los periodos de retorno para cada una de las masas de agua (686) se presentan también en el **Anexo 5**, de manera conjunta con los resultados de magnitud.

5.2.3 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

5.2.4 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.

CAUDALES GENERADORES ⁽²⁾								
Magnitud (m ³ /s)	Periodo de retorno (años)	Tasa de cambio máxima en ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima en descenso (m ³ /s/h)	Duración hidrograma (h)	Duración fase de ascenso (h)	Duración fase de descenso (h)	Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm ³)
30	2,5	13	10	11,5	5	6,5	Nov-Abr	0,619

²⁾ Es un caudal de crecida que hay que dar para mejorar las condiciones ambientales del río. Se debe dar cuando no se haya producido una crecida natural equivalente en el periodo de retorno.

Tabla 15. Ejemplo de resultado de caudal generador

5.3 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 optado por considerar los siguientes:

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

5.3.1 Método IPH estricto

La IPH pide que se analicen las tasas de cambio, igual que en caso del caudal generador, a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios.

Para ello, se calculan las series clasificadas anuales de tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso. Al establecer un percentil de cálculo en dichas series, se cuenta con una estimación media de las tasas de cambio. La IPH recomienda que dicho percentil no sea superior al 90-70%, tanto en ascenso como en descenso. Así para cada evento seleccionado, se calculan las tasas máximas de cambio (pendiente, $m^3/s/día$) de las ramas ascendente y descendente de los hidrogramas, obteniéndose sendas series de tasas, de n/T elementos.

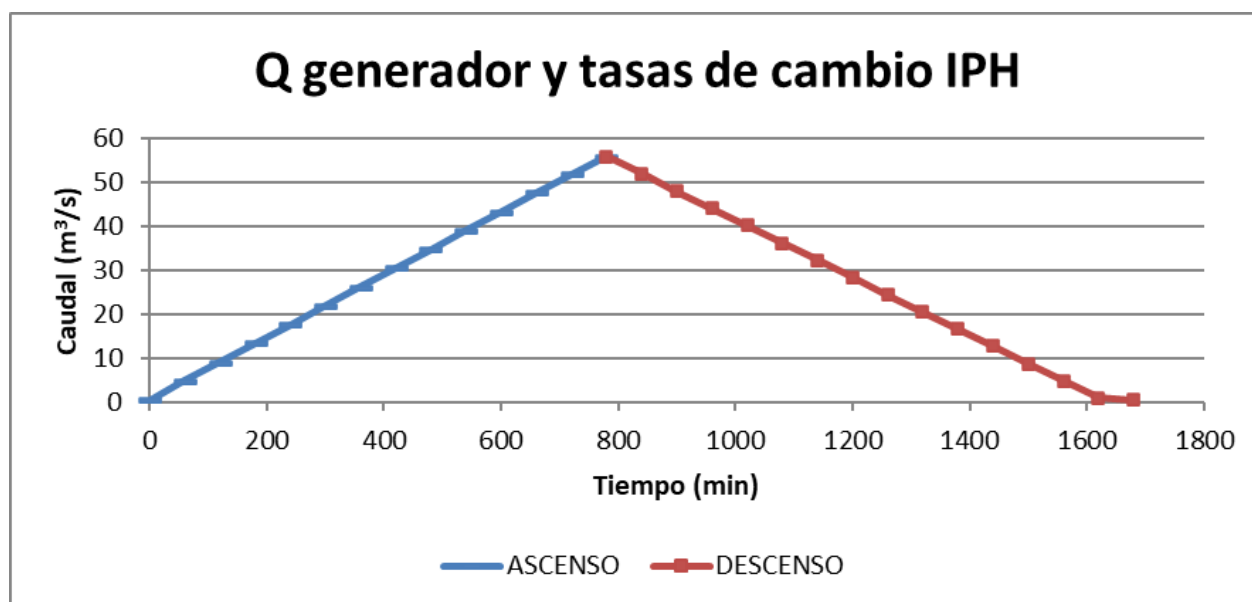


Figura 21. Tasas de cambio siguiendo los criterios expresados en la IPH (percentil 90)

El evento tipo es un hidrograma triangular, con ramas ascendente y descendente de pendientes igual al percentil 70 ó 90 de las tasas máximas de cambio, tal como recomienda la IPH. También se puede analizar el hidrograma triangular con las tasas de cambio máximas. El volumen del caudal utilizado durante el evento viene dado por el área de un triángulo cuya altura es la diferencia entre $Q_{gen.}$ y el $Q_{ecológico}$, y cuyos lados forman con la base unos ángulos que tienen por tangentes las tasas de cambio arriba descritas.

Hay que tener en cuenta, que este método, al basarse en caudales medios diarios, propone unas tasas diarias, $m^3/s/día$.

5.3.2 Método de la Agencia Catalana del Agua (ACA)

Por otra parte, para tener otra estima diferente de los caudales generadores, se pueden calcular para los mismos datos la propuesta de la ACA, establecida en el Plan de la Demarcación de las cuencas internas catalanas, que se define de la siguiente forma en el Plan Sectorial de caudales ecológicos:

La tasa de cambio de caudales (de crecimiento y de decrecimiento) condiciona el caudal máximo o mínimo, según se incremente o decrezca el caudal, que hay que dejar circular en cada intervalo de tiempo (una hora):

- Tasa de crecimiento inducido de caudal: C_{t+1} (máximo) = 1,8 Qt
- Tasa de decrecimiento inducido de caudal: C_{t+1} (mínimo) = 0,7 Qt

Donde T son intervalos de tiempo de 1 hora y Qt es el caudal en el intervalo de una hora

Siguiendo este criterio, para los mismos datos de caudal generador y caudal ecológico se obtiene un hidrograma para el embalse de Yesa como el que se puede ver a continuación:

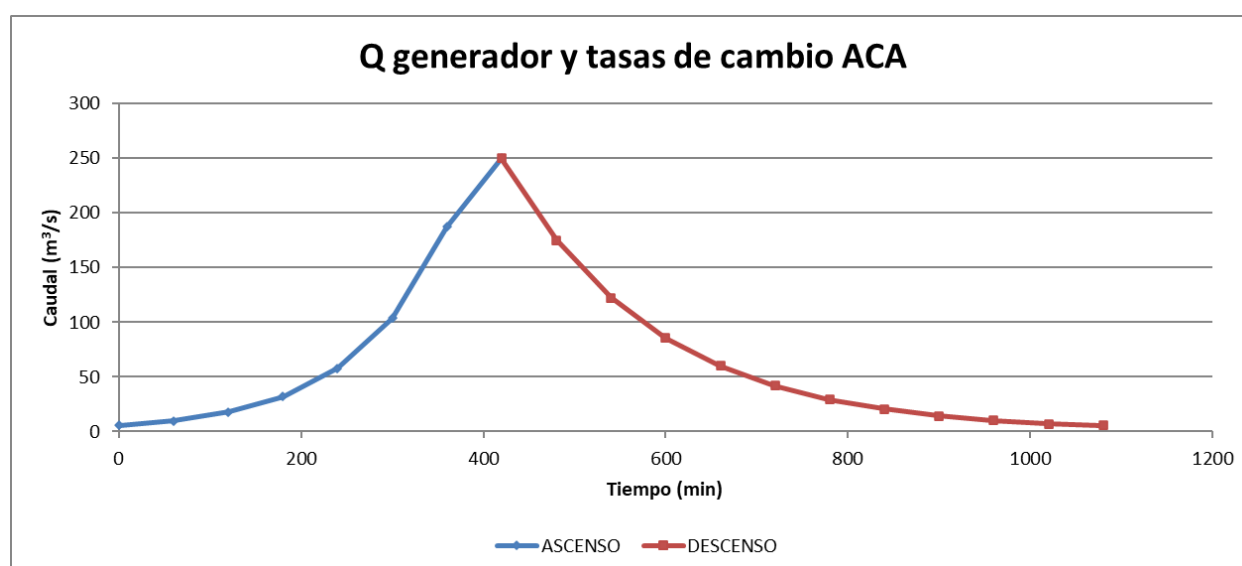


Figura 22. Tasas de cambio siguiendo el método propuesto por la Agencia Catalana del Agua (ACA)

5.3.3 Método del Caudal Básico de Mantenimiento QBM

El método del Caudal Básico de Mantenimiento, también conocido como QBM o método de Palau, 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 la aplicación de la tasa de cambio calculada, K , se debe generar un hidrograma de referencia donde se reflejen los cambios de caudal en el tiempo. Este hidrograma debe constar de una fase de ascenso y otra de descenso de caudales, así como de un posterior ajuste de una ecuación logística que permita establecer, para cada intervalo deseado de caudales, los puntos intermedios de la curva. La aplicación de la K debe ser de forma gradual a lo largo del hidrograma y no en base a un valor constante.

La forma de este hidrograma o gradiente de cambio de caudales a adoptar puede ser de dos tipos: en escalones o en continuo. /.../ En el caso de la adopción de un hidrograma de tipo escalonado, se debe establecer una duración fija por escalón tal que, combinada con la K aplicada a ese escalón, sea técnicamente operativa y dé un resultado que se ajuste a lo ambientalmente deseado.

Como valor de referencia se puede tomar una duración mínima de 5-10 minutos por escalón, aunque ciertamente esta duración es arbitraria, por lo que no hay ningún condicionante para modificarla siempre

y cuando 110 no suponga cambios bruscos y la tasa de cambio resultante no sea mayor que la K máxima calculada.

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 " Q_0 y Q_f " son respectivamente los caudales de partida y final al que se quiere llegar y e : base de los logaritmos neperianos.

Siguiendo estos criterios, se pueden establecer las tasas de cambio para el caudal generador, como en el ejemplo del embalse de Yesa:

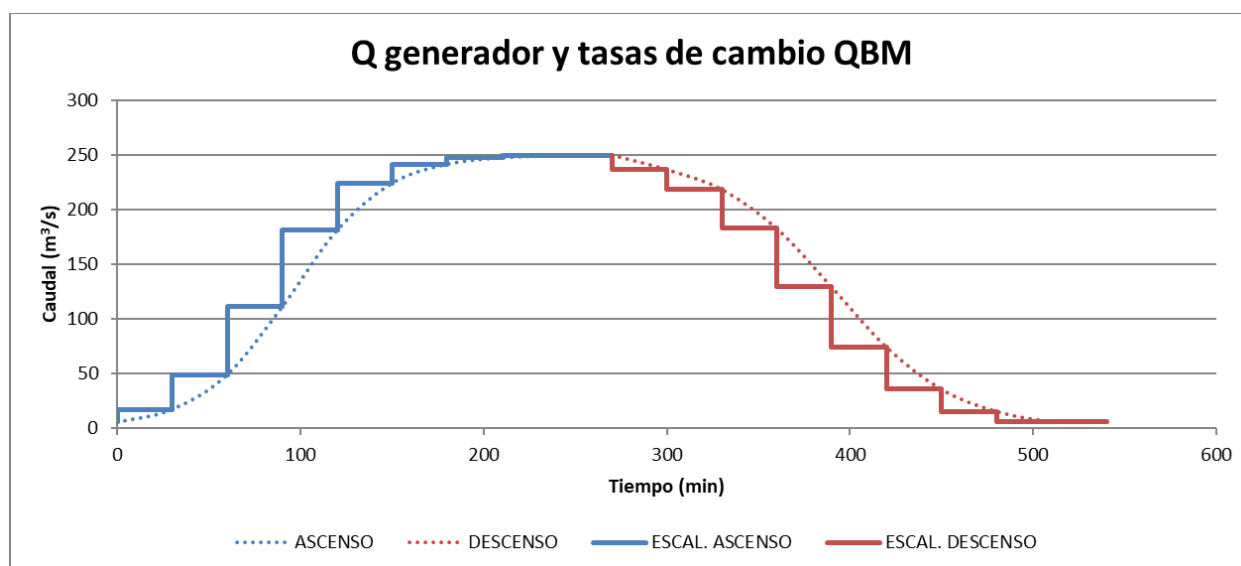


Figura 23. Tasas de cambio asociadas al caudal generador siguiendo el método propuesto para el caudal básico de mantenimiento

Este método tiene ventajas operacionales frente a otros, en primer lugar, que es válido tanto para los caudales de crecida como para la operación de las infraestructuras, además no es dependiente de los caudales diarios, lo que permite escalarlo dentro de una jornada de trabajo.

5.3.4 Comparación entre las metodologías de tasas de cambio

Se ha realizado la comparativa de los métodos descritos (IPH, ACA y, QBM) en una sola masa de agua. Estos cálculos han servido de apoyo a la selección de la tasa de cambio más conveniente.

Cada método tiene unas ventajas e inconvenientes, que analizándolos pueden indicar cuál es el método más adecuado. Los criterios que se evaluarán son los siguientes:

- **Adaptación a un régimen horario:** Si se parte de caudales diarios para su cálculo las tasas de cambio obtenidas difícilmente representarán la tasa de cambio natural, ya que la utilización de caudales diarios atenúa mucho los picos horarios.
- **Cumplimiento de la normativa:** La IPH establece una serie de requerimientos en el cálculo, es interesante comprobar si existe un ajuste perfecto o parcial de este criterio.
- **Ajuste al caudal máximo:** la utilización de determinadas fórmulas obliga a llegar a unos caudales que pueden ser superiores o inferiores a caudal generador, por el contrario, otras fórmulas se ajustan exactamente a los caudales generados prefijados.
- **Ajuste al caudal final:** al igual que el ajuste al caudal máximo algunas fórmulas no permiten un buen ajuste al caudal final.
- **Asimetría de las ramas de ascenso y descenso:** en la naturaleza, las constantes de ascenso y descenso son claramente diferentes, normalmente la de crecimiento más pronunciada y la de descenso más tendida.
- **Pendientes máximas:** las pendientes máximas que coinciden con las tasas máximas de ascenso (Ka) y descenso (Kd) no pueden ser excesivas ya que impiden una adaptación de la biota al cambio.
- **Comienzo del ascenso:** El comienzo del ascenso no debe ser brusco, ya que el comienzo de la crecida es un “aviso” para la fauna presente en el río para que busque un refugio y sea arrastrada por la crecida.
- **Final del ascenso:** este final también es naturalmente suave, indica que la crecida se está terminando.
- **Comienzo del descenso:** También debe ser suave para indicar a la fauna que no debe estar en zonas de poca profundidad de las orillas, ya que en ese caso puede quedarse en seco o aislada en una pequeña poza.
- **Final del descenso:** indica que se ha terminado el evento y la vuelta a normalidad.
- **Volumen dedicado al evento:** cuanto menor sea menos será el gasto de agua que se podrá utilizar en los consumos habituales de la infraestructura.
- **Tiempo de maniobra:** Si no supera las diez horas, será un esfuerzo fácilmente asumible por los gestores de las presas.

Criterio	IPH estricto	ACA	QBM
Adaptado a un régimen horario	No, basado en Q diarios	Sí	Sí
Se ajusta exactamente a la IPH	Sí	Parcialmente	Parcialmente
Ajuste al Q máximo	Sí	Parcialmente	Sí
Ajuste al Q final	Sí	Parcialmente	Sí
Asimetría de las ramas	Sí	Sí	Sí
Pendientes máximas	Adecuadas	Pueden ser excesivas	Adecuadas
Comienzo del ascenso	Brusco	Suave	Suave
Final del ascenso	Brusco	Brusco	Suave
Comienzo del descenso	Brusco	Brusco	Suave
Final del descenso	Brusco	Suave	Suave

Criterio	IPH estricto	ACA	QBM
Volumen de agua dedicado	Elevado	Elevado	Aceptable
Tiempo de la maniobra	Elevado	Elevado	Aceptable

Tabla 16. Comparación entre las metodologías de tasas de cambio propuestas

En función de estos criterios, se seleccionó la propuesta de tasa de cambio basada en **el método del QBM** como la más adecuada para el cálculo de los caudales generadores.

TASA DE CAMBIO ⁽³⁾	
Tasa de cambio máxima en ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima en descenso (m ³ /s/h)
13	10

⁽³⁾ No deben ser superadas durante la operación y gestión ordinaria.

Tabla 17. Ejemplo de resultados de tasa de cambio

6. Visitas de campo de crecidas

Entre las tareas a realizar en la metodología se encuentran las visitas de campo de crecidas (Tarea 8 del PPT). 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, asimismo, se pretende recoger la mayor cantidad de datos posible para conocer los efectos de las crecidas y las tasas de cambio y así progresar en el conocimiento de estos fenómenos y en su gestión.

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, que pueden necesitar de varias visitas de campo, y las de las **avenidas naturales**, en las que se usará un protocolo simplificado.

Los protocolos a seguir dispuestos en la Estrategia eran los siguientes:

En el caso de crecidas controladas:

- Antes de la realización de la visita de campo, para realizar un seguimiento más eficaz, es necesario disponer de la siguiente información:
 - Magnitud de la avenida.
 - Horarios en los que se producirá la avenida (Comienzo, punto máximo y finalización).
 - Punto o tramo para la realización del seguimiento.
- Primordialmente, se realizarán fotos, videos y anotaciones que permitan estimar la magnitud de la avenida. Parte de esta información será enviada "in situ" para su publicación en la web de la confederación.
- En caso de que sea posible, se marcarán con pintura el material que pueda ser desplazado por la avenida. Como por ejemplo acúmulos de gravas dispuestos fuera del cauce.
- En caso de que sea factible, se dispondrán de marcas de nivel mediante el marcado de árboles o grandes bloques.
- Se tomarán periódicamente medidas "in situ" de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.

- Mediante un turbidímetro portátil se realizarán medidas de turbidez. Por razones de seguridad las mediciones se realizarán preferiblemente desde puentes. En caso de no ser posible, se realizarán desde la orilla, evitando en todo momento el ingreso al agua.
- Se tomarán muestras de agua para el análisis de Sólidos en Suspensión. De la misma manera, por razones de seguridad, la toma de muestras de agua se realizará preferiblemente desde puentes. En caso de no ser posible, se realizará desde la orilla, evitando en todo momento el ingreso al agua.
- Las muestras serán etiquetadas convenientemente y se mantendrán refrigeradas hasta su entrega en el Laboratorio de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Se observarán, fotografiarán y registrarán los arrastres de vegetación que pueda producir la avenida.

En el caso de avenidas naturales:

- Primordialmente, se realizarán fotos, videos y anotaciones que permitan estimar la magnitud de la avenida. Parte de esta información será enviada "in situ" para su publicación en la web de la confederación.
- Se observarán, fotografiarán y registrarán los arrastres de vegetación que pueda producir la avenida.
- Se tomarán medidas "in situ" de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.
- Mediante un turbidímetro portátil se realizarán medidas de turbidez periódicamente.

Ya en gabinete:

- Se recopilarán los datos de caudales registrados por la estación de aforo más cercana para correlacionarlos con las observaciones de campo.
- Se realizará un informe con los resultados obtenidos.

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 aclarar 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

Embalse	Nº visita	Fecha	Descripción
Itoiz	12	miércoles, 6 de marzo de 2024	Después de la crecida
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 18. Visitas de campo de crecidas realizadas

En la siguiente figura se presenta la ubicación en la cuenca del Ebro de los embalses donde se han realizado el seguimiento de crecidas.



Figura 24. Ubicación de los embalses donde se han realizado el seguimiento de crecidas

6.1 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. A continuación, se describen, de manera sintética, las tareas realizadas. Para un mayor detalle puede consultarse el **Anexo 8: Visitas de campo de crecidas**, donde se presentan los informes efectuados en cada uno de los seguimientos.

Como norma general, **antes de la crecida** se colocaron 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. La cadencia de la toma de datos se estableció previamente, oscilando entre los 15 minutos, en la crecida del Bajo Ebro, y los 30 minutos dispuestos para las crecidas del río Alzania (embalse de Urdalur) y del río Irati (embalse de Itoiz). Durante el evento, 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. La cadencia de la toma de muestras de agua coincidió con la toma de datos in situ de turbidez en el río Alzania (embalse de Urdalur), fue de una hora en el río Irati (embalse de Itoiz) y a intervalos variables, con especial concentración alrededor de la punta de caudal, en la crecida del Bajo Ebro.

Durante el evento de la crecida, también se mide la variación de anchura del cauce y los niveles de la lámina de agua, a través de las marcas realizadas previamente.

Por último, **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.

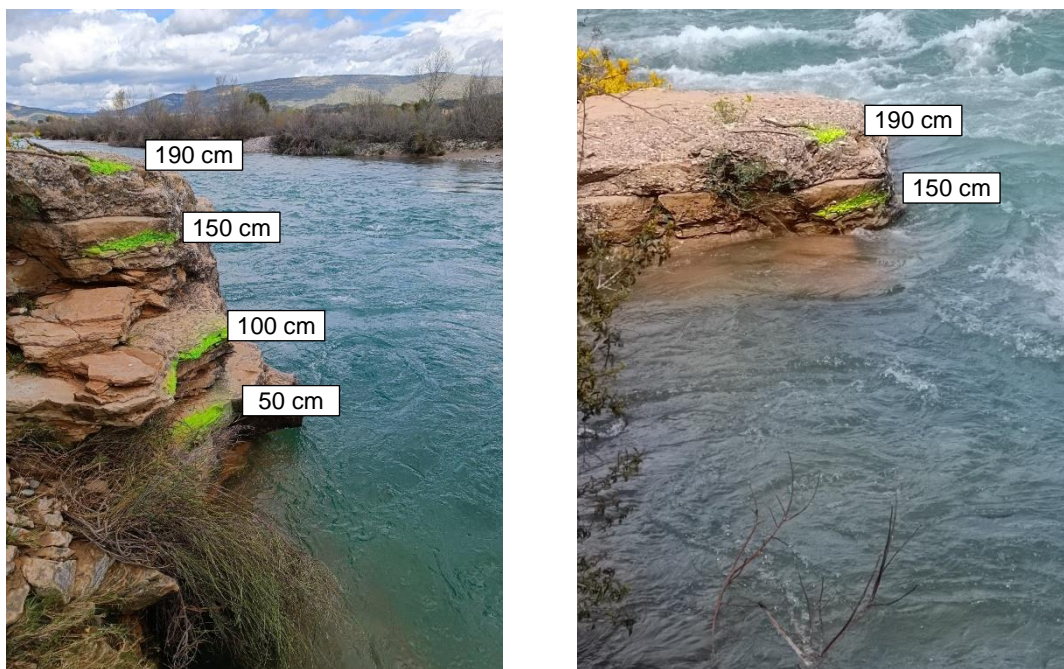
A continuación, se presentan una serie de imágenes que ilustran la realización de las tareas realizadas en campo en el seguimiento de crecidas controladas.



Figura 25. Comparativa de los elementos de partículas de diferentes granulometrías, antes y después de la crecida en el río Cinca (embalse de El Grado)



Fotografía 5. 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 6. Subida de nivel durante la crecida del río Cinca (El Grado)



Arribazones acumulados (crecida del Bajo Ebro),



Arrastre de manto vegetal (río Cinca. El Grado)



Nuevos acúmulos de sustrato izquierda: río Cinca. (El Grado). Derecha: Río Irati (Itoiz)
Fotografía 6. Algunos ejemplos de los efectos registrados de las crecidas controladas

6.2 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 fueron los siguientes:

Crecida controlada	Nº de informes	Título de informe	Número de visitas	Fecha del seguimiento
EMBALSE DE 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	Nº de informes	Título de informe	Número de visitas	Fecha del seguimiento
		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 19. 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.

El microhábitat es, en principio, el nivel morfológico que va a estar más afectado además es el que más condiciona la biota que se asienta en el río. Para definirlo se han utilizado distintas variables: secciones transversales y granulometría del lecho, al disponer de datos de antes y de después de la crecida se pueden observar las variaciones que se producen en el río.

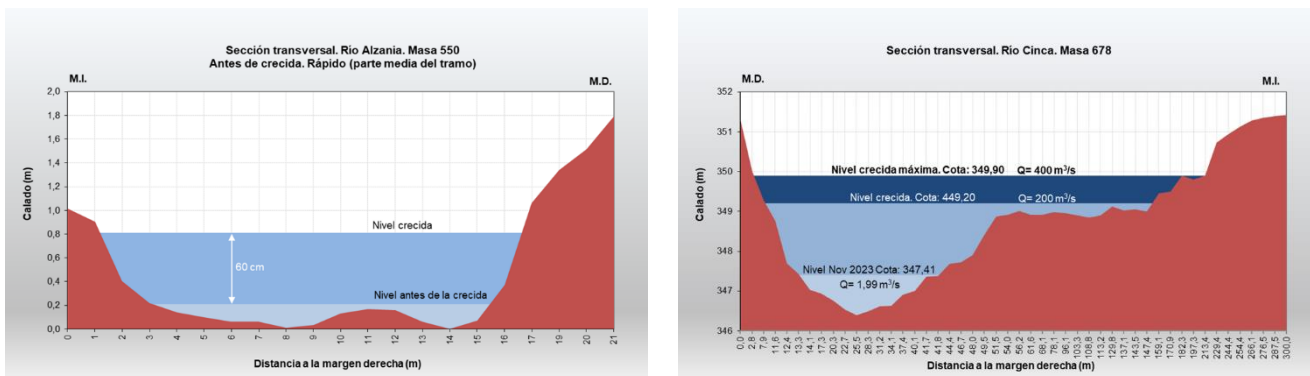


Figura 26. Ejemplos de perfiles transversales realizados en los informes de crecidas

En los informes se presenta y estima la estimación de la extensión de la crecida en el área estudiada.



Figura 27. Superficie de la lámina de agua del río Ebro a su paso por Mora de Ebro el 29 de enero, antes de la crecida (izda.) y el 30 de enero, durante la punta de la crecida (dcha.).

También se valora el transporte en suspensión, al disponer de datos y muestras del antes y después se está en condiciones de estimar el arrastre de los sedimentos más finos. Por su parte, mediante el ensayo de movilidad (colocación de clastos de mayor tamaño) se valora de manera empírica los efectos de los arrastres producidos.

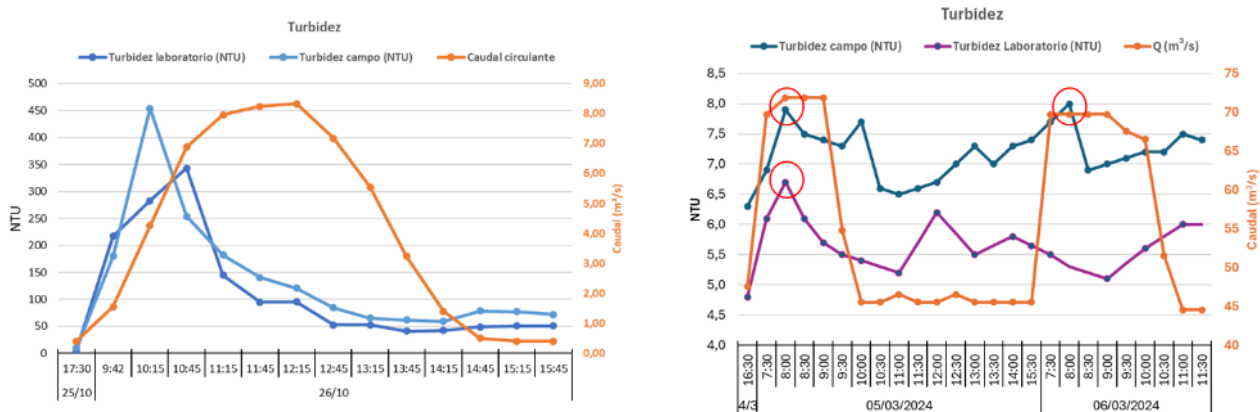


Figura 28. Ejemplos de gráficos de evolución del caudal y las materias en suspensión durante la crecida

En estos informes se realizan, además, cálculos teóricos de distintas variables que pueden dar una idea de la crecida. Como norma general, se ha calculado la tensión o esfuerzo cortante, aplicando la ecuación de Du Boys, y para conocer si ese esfuerzo cortante es suficiente, o no, para movilizar partículas se utiliza una modificación de la anterior fórmula, que mide el esfuerzo cortante necesario para movilizar distintas partículas (Komar 1989). Las formulas empleadas son las siguientes:

Tensión o esfuerzo cortante, Ecuación de Du Boys:

$$\tau_0 = \rho g h S$$

Siendo:

- τ_0 ; Tensión o esfuerzo cortante
- ρ ; Densidad del agua
- g ; Aceleración de la gravedad
- h ; Profundidad media
- S ; Pendiente

Tensión o esfuerzo cortante, fuerza necesaria para arrancar partículas (Komar 1989).

$$\tau_{fc} = 0,045(\rho_s - \rho)gD_{mean}^{0,6}D_{max}^{0,4}$$

Donde:

- T_{fc} : Tensión cortante
- ρ_s ; densidad de las partículas
- ρ ; densidad del agua
- g ; aceleración de la gravedad
- D_{mean} : Diámetro medio
- D_{max} : Diámetro máximo

Así mismo se ha estimado la potencia de la corriente, mediante las siguientes ecuaciones de la potencia absoluta y potencia específica, la formulas empleadas son:

Potencia

$$\Omega = \rho g Q S$$

Potencia específica

$$\omega = \frac{\Omega}{W}$$

Siendo:

- Q ; es el caudal en m^3/s
- ω ; Potencia específica de la corriente
- Ω ; Potencia de la corriente
- P ; Densidad del agua
- g ; Aceleración de la gravedad
- S ; Pendiente
- A ; Anchura de la corriente

6.3 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.

A continuación, se reflejan íntegramente las conclusiones obtenidas tras la realización del seguimiento de cada una de las crecidas controladas. Como se ha indicado previamente, los informes generados para cada evento de crecida se presentan íntegramente en el **Anexo 8: Visitas de campo de crecidas**.

6.3.1 Crecida controlada embalse de Urdalur (Río Alzania). 25, 26 y 27 octubre 2023.

Se ha generado un evento de crecida artificial de 8,23 m³/s, calculado mediante distribución de Gumbel, ya que el resultado obtenido mediante la aplicación CAUMAX (47 m³/s) se encuentra muy próximo al caudal establecido como caudal de daño a la población (de 50 m³/s).

La crecida supuso un aumento del nivel del río de 0,6 metros, según se apreció en las marcas de nivel dispuestas previo a la realización del evento de crecida.

Respecto a los sólidos en suspensión, se detectó un aumento en su concentración principalmente al inicio del evento de crecida, ya que el agua comienza a ejercer un efecto de “regeneración” del cauce. Una vez que la crecida se dilata en el tiempo, independientemente del caudal circulante, los sólidos en suspensión bajan y se estabilizan, hasta los rangos previos al evento. La carga de sedimentos en suspensión transportada durante la crecida se estima en unas 49 toneladas.



Fotografía 7. Comparativa de coloración de las primeras muestras de sólidos obtenidas

Al valorar el transporte en reptación, se ha observado que las partículas de mayor tamaño movilizadas son inferiores, o iguales, a los 64 mm. Al calcular la tensión de arrastre se puede observar que esas gravas se mueven con un caudal inferior al máximo liberado en el evento. Por su parte los cantos rodados, aunque se apreció un ligero desplazamiento o volteo sobre el terreno, según los cálculos realizados precisan de un caudal más alto que el máximo caudal generado (8,23 m³/s) para que se produzca un desplazamiento más efectivo de ellos.

La potencia de la corriente calculada ha sido moderada, llegando a superar los 50 W/m² necesarios para un río meandriforme.

Vistos todos los datos en conjunto, la crecida producida ha llenado el bankfull y no se ha desbordado fuera del cauce. El caudal generado ha sido suficiente para movilizar gravas, gravillas y arena.

6.3.2 Crecida controlada Bajo Ebro (Mora de Ebro y Miravet). 29, 30 y 31 enero 2024.

Mora de Ebro

Se ha generado un evento de crecida artificial de 1.400 m³/s, La crecida supuso un aumento del nivel del río en Mora de Ebro de, aproximadamente, 3 metros, según se apreció en las marcas de nivel que se pintaron antes del evento de crecida. La superficie inundada por su parte se incrementó en 56.348,55 m² sin afecciones significativas.

Respecto a los registros de turbidez obtenidos en Mora de Ebro, los valores máximos coincidieron con la punta de la crecida, entre la 15:00 y 16:00 horas, adquiriendo un valor máximo de 547 NTU en la toma de las 15:15 h.

De las observaciones realizadas se aprecia el efecto que la crecida ha favorecido el arrastre de sedimentos finos, así como macrófitos y materia vegetal procedente de las riberas, en las zonas caracterizadas.



Fotografía 8. Mora de Ebro. Vista general del cauce durante la crecida, donde se observa el arrastre de macrófitos y materia vegetal muerta

Respecto a la remoción o movimiento de clastos de mayor tamaño no se ha apreciado visualmente ninguna consecuencia, no obstante, este análisis es meramente visual y subjetivo, por lo tanto, se deberá tener en cuenta el informe final que se realice sobre este tema en concreto por el equipo especializado.

Miravet

Se ha generado un evento de crecida artificial de 1.400 m³/s, La crecida supuso un aumento del nivel del río en la zona observada Miravet de, aproximadamente, 3 metros, según se apreció en las marcas de nivel fijadas previo a la realización del evento de crecida. La superficie inundada por su parte se incrementó en 12.461,57 m² sin afecciones.



Fotografía 9. Miravet. Vista de detalle, donde se aprecia claramente el nivel que alcanzó la crecida

De las observaciones realizadas se aprecia el efecto que la crecida ha favorecido el arrastre de sedimentos finos, así como macrófitos y materia vegetal procedente de las riberas, en las zonas caracterizadas.



Fotografía 10. Arribazón detectado en la margen derecha del río, en la zona de Miravet. Se puede observar la gran altura del acúmulo, aproximadamente 1,8 m

Respecto a la remoción o movimiento de clastos de mayor tamaño no se ha apreciado visualmente ninguna consecuencia, no obstante, este análisis es meramente visual y subjetivo, por lo tanto, se deberá tener en cuenta el informe final que se realice sobre este tema en concreto por el equipo especializado.

6.3.3 Crecida controlada embalse de Itoiz (Río Irati). 4, 5 y 6 marzo 2024.

Se ha generado un evento de crecida artificial en torno a los 50 m³/s, con picos para favorecer el turbinado eléctrico de aproximadamente 70 m³/s. Esta suelta controlada se realizó por motivos de seguridad de la presa, puesto que el embalse, debido a las lluvias acaecidas junto con la previsión meteorológica, podría superar el nivel de resguardo de la presa.

El incremento de nivel entre los caudales indicados se estima en 0,26 metros, según se apreció en las marcas de nivel dispuestas el día 4 de marzo.



Marca de nivel antes de la crecida en la margen izquierda (04/03/2024 16:53)



Crecida (05/03/2024 08:39)

Fotografía 11. Incremento de nivel día 05/03/2024 en margen izquierda, unos 70 metros aguas abajo del puente medieval

Los resultados para los sólidos en suspensión analizados son prácticamente nulos, debido a que la toma de muestras fue posterior al inicio real de la crecida (día 3 de marzo), ya que el más acusado efecto de "remoción" del cauce se da en los momentos iniciales de la crecida. Una vez que la crecida se dilata en el tiempo, independientemente del caudal circulante, los sólidos en suspensión bajan y se estabilizan, hasta los rangos previos al evento. Aunque sí se detectó un ligero incremento en la turbidez en los momentos de mayor caudal circulante.

Al valorar el transporte en reptación, se ha observado que las partículas de mayor tamaño movilizadas son inferiores, o iguales, a los 64 mm en la orilla donde se depositaron los sustratos. Se prevé una mayor movilización en el cauce de aguas bajas. Al calcular la tensión de arrastre se puede observar que esas gravas se mueven con un caudal inferior al máximo liberado en el evento. Por su parte los cantos rodados, aunque se apreció un ligero desplazamiento o volteo sobre el terreno, según los cálculos realizados precisan de un caudal más alto que el máximo caudal generado (71 m³/s) para que se produzca un desplazamiento más efectivo de ellos.

La potencia de la corriente calculada ha sido moderada en la orilla, llegando a superar los 50 W/m² necesarios para un río meandriforme.

Vistos todos los datos en conjunto, la crecida producida ha llenado el bankfull y no se ha desbordado fuera del cauce. El caudal generado ha sido suficiente para movilizar gravas, gravillas y arena, pero no se han desplazado de manera efectiva los cantos rodados que se depositaron en la orilla. La crecida ha provocado una remoción efectiva de los intersticios del sustrato, aunque, cabe destacar que no se han observado cambios morfológicos ostensibles en los tramos supervisados en campo. No se ha observado afección sobre la vegetación de ribera, excepto el transporte de algunas ramas secas. En resumen, se puede concluir que un caudal generador de 71 m³/s es adecuado para movilizar clastos de tamaño pequeño y medio en las márgenes del cauce.

6.3.4 Crecida controlada embalse de El Grado (Río Cinca). 1, 2 y 3 abril 2024.

Punto de control

Se ha generado un evento de crecida artificial en torno a los 400 m³/s, con un ascenso de caudal inicial de 200 m³/s. Esta suelta controlada se realizó por motivos de gestión de la presa, puesto que el embalse, debido a las lluvias acaecidas junto con la previsión meteorológica, podría superar su nivel de resguardo.



Fotografía 12. Presa de El Grado, suelta controlada. Abril de 2024.

El incremento de nivel se estima en 0,6 metros para el caudal de 200 m³/s y de 1,75 m para el caudal de 400 m³/s, según se apreció en las marcas de nivel dispuestas el día 1 de abril.

Debido a que el seguimiento de la crecida fue posterior a la avenida natural del río que provocó un efecto de “remoción” del cauce el agua no presentó una turbidez significativa.

Al valorar el transporte en reptación, se ha observado que todas las partículas dispuestas en la orilla derecha fueron movilizadas, en menor o mayor medida. Se prevé que esta movilización sea mayor en el cauce de aguas bajas. Al calcular la tensión de arrastre se puede observar que, a excepción de los grandes bloques, con 200 m³/s ya se movilizan todas las partículas, incluso los cantos rodados de límite superior, como pudo comprobarse in situ en la orilla derecha. Con un caudal de 400 m³/s los bloques de rango inferior también fueron desplazados.

La potencia de la corriente calculada ha sido moderadamente alta, llegando a superar ampliamente los 50 W/m² necesarios para un río meandriforme y próxima a 150 W/m² requeridos para los cauces trenzados.

Vistos todos los datos en conjunto, la crecida producida ha llenado el bankfull y se ha desbordado fuera del cauce. El caudal generado ha sido suficiente para movilizar el sustrato, situación que ya se produce con un caudal de 200 m³/s. La crecida ha provocado una remoción efectiva de los intersticios del sustrato y ha generado nuevos acúmulos gravilla, grava y cantos rodados. No se ha observado afección sobre la vegetación de ribera, excepto el transporte de algunas ramas secas. En resumen, se puede concluir que un caudal generador en torno a 200 m³/s es adecuado para mover los clastos de mayor tamaño.

Puente de las Pilas

Se ha generado un evento de crecida artificial en torno a los 400 m³/s, con un ascenso de caudal inicial de 200 m³/s. Esta suelta controlada se realizó por motivos de gestión de la presa, puesto que el embalse, debido a las lluvias acaecidas junto con la previsión meteorológica, podría superar su nivel de resguardo.

La crecida supuso un aumento del nivel del río de 0,7 metros en el punto visitado, (entre el día 1 y 2 de abril cuando se realizó el trabajo de campo), según los datos de la estación de aforo EA Cinca en Puente Pilas.



01/04/2024 15:00



02/04/2024 11:00

Fotografía 13. Puente de las Pilas. Detalle de barras sumergidas

Se pudo observar que, por zonas habitualmente secas y muy alejadas del cauce de aguas bajas, el río discurrió. La extensión de la crecida fue relevante, estimándose que, en la zona visual observada, se anegaron en torno a 26.000 m².

Respecto a los sólidos en suspensión, cuyas muestras fueron recogidas por personal de CHE, no presentaron una concentración elevada, aunque se detectó un aumento en su concentración aguas abajo de Puente de las Pilas. La turbidez presentó registros bajos en el punto, situación por otra parte lógica, ya que el más acusado efecto de "remoción" del cauce se produce en momentos iniciales de la crecida. Una vez que la crecida se dilata en el tiempo, independientemente del caudal circulante, los sólidos en suspensión bajan y se estabilizan, hasta los rangos previos al evento.

Al valorar el transporte en reptación, se ha observado que las partículas de mayor tamaño movilizadas son inferiores, o iguales, a los 64 mm en el brazo de la margen derecha donde se depositaron los sustratos. No se apreció movimiento de los clastos más gruesos ya que su ubicación no fue adecuada, se prevé su movilización en el cauce de aguas bajas.

Vistos todos los datos en conjunto, la crecida producida ha llenado el bankfull y se ha desbordado fuera del cauce de aguas bajas. El caudal generado ha sido suficiente para movilizar gravas, gravillas y arena en zonas alejadas del cauce principal, no se ha podido comprobar en campo si se han desplazado de manera efectiva los cantos rodados, aunque se estima que sí se ha producido en el cauce de aguas bajas, a tenor de los resultados obtenidos en el ensayo de movilidad aguas arriba (ver informe "Punto de control"). En resumen, se puede concluir que un caudal generador en torno a 200 m³/s es adecuado para mover los clastos de mayor tamaño.

Inspecciones: río Ésera y tramo bajo del Cinca

Se ha generado un evento de crecida artificial en torno a los 400 m³/s, con un ascenso de caudal inicial de 200 m³/s. Esta suelta controlada se realizó por motivos de gestión de la presa, puesto que el embalse, debido a las lluvias acaecidas junto con la previsión meteorológica, podría superar su nivel de resguardo.

Se inspeccionó el río Ésera, afluente del río Cinca por margen izquierda, ya que aportó caudal de refuerzo al desembalse preventivo de los días previos, alrededor de 80 m³/s. En la inspección realizada (2 de abril de 2024) tras la suelta de este caudal se pudo observar que ha favorecido el arrastre de sedimentos finos, ha efectuado la remoción efectiva del sustrato y ha facilitado tanto el desplazamiento de gravas y gravillas como el de materia vegetal antes de su desembocadura al río Cinca.



Fotografía 14. Inclinación de vegetación en el río Ésera en el puente del Diablo, vista hacia aguas abajo



Fotografía 15. Arribazones en el río Ésera

Por otro lado, en la inspección realizada en el tramo bajo del Cinca se ha podido observar la gran cantidad de sedimento finos que se aportan al embalse de Ribarroja en este tipo de avenidas, así como el sustancial incremento de nivel que permite la inundación de zonas por donde, en situaciones normales, no discurre el río, con la consiguiente remoción de sedimentos finos.



Fotografía 16. Río Cinca en Fraga. Vista hacia la margen derecha. Inundación de isla e inclinación de la vegetación



Fotografía 17. Aspecto general del embalse de Ribarroja

7. 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. Correspondiente a la Tarea 9 del Pliego de Prescripciones Técnicas que rige el proyecto, y que se engloba en la FASE 1 de la Estrategia del Trabajo. Conforme a las aportaciones recibidas en el Seminario inicial los trabajos se centraron aguas abajo de las presas.

En este punto del trabajo se realizó una selección de embalses donde realizar la propuesta preliminar de caudales que, posteriormente, sería presentada a los gestores de las presas. Para hacer esta selección se partió de diferentes fuentes de información:

- masas de agua lago tipo embalses de plan hidrológico de tercer ciclo.
- Inventario de Presas y Embalses de España.
(<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/inventario-presas-y-embalses.html>)
- Listado de infraestructuras hidráulicas del parte diario de embalses del SAIH Ebro.
- Base de datos de presas de la OPH Ebro.

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 (Tremf)	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)	Grío	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

Código de Masa	Nombre embalse	Río	Capacidad (hm ³)	Gestor
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	Lanuza	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	Torcas, Las	Huerva	6,7	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF336	Parras, 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
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	Gallipuéñ	Guadalopillo	3,5	CHE. Servicio de explotación 4
ES091MSPF134	Esuriza	Esuriza	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 20. Selección de embalses para la elaboración de la propuesta

Cabe aclarar que el embalse de San Pedro Manrique (en construcción), aunque no cumple con el criterio de capacidad ($1,5 \text{ hm}^3$) fue seleccionado por considerarse un embalse estratégico al estar incluido en el programa de medidas del plan hidrológico vigente.



Figura 29. Distribución de embalses seleccionados

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**.

Por su parte, en el caso de embalses que en el momento de la realización del trabajo no son considerados masas de agua (Mularroya, Las Parras, Urdalur, Guara, Yalde, Ecuriza, Leiva, Paso Nuevo, Linsoles y Mairaga), los valores obtenidos para los caudales máximos y generadores se establecieron mediante proporcionalidad de cuencas vertientes tomando como referencia la masa de agua asociada.

La propuesta preliminar de caudales se estructuró en fichas que posteriormente fueron enviadas (vía correo electrónico el mes de abril) 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.

En las siguientes páginas se presentan de manera tabular los valores propuestos. En primer lugar, se muestran los caudales máximos para cada periodo establecido (periodos seco y húmedo). Tras las tablas de caudales máximos se presentan las tasas de cambio, y tras estas, se presentan todas las componentes que definen los caudales generadores (Magnitud, periodo de retorno, tasas de cambio máximas en ascenso y en descenso, duración total en ascenso y descenso del hidrograma, volumen del hidrograma y porcentaje sobre la capacidad del embalse).

Las fichas de la propuesta preliminar, enviadas a los gestores en el primer contacto, se presentan en el **Anexo 9: Propuesta preliminar de caudales**. En ellas se presenta para cada embalse, además de los datos indicados anteriormente, un hidrograma escalonado de carácter orientativo.

1. Caudales máximos

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	CAUDALES MÁXIMOS			
			Magnitud Período seco (P90)	Magnitud Período húmedo (P90)	Meses Período seco	Meses período húmedo
ES091MSPF4	Irabia	Acciona	9,69	12,30	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF1051	Escarra	Acciona	1,20	2,30	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Acciona	13,68	3,27	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF768	Linsoles (Eriste)	Acciona	33,84	13,43	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF73	Ciurana	Agencia Catalana del Agua	0,19	0,50	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF336	Parras, Las	Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES)	0,14	0,15	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 Comunidad de Regantes de l'Albi	0,04	0,47	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF1	Ebro	CHE. Servicio de explotación 1	7,99	19,42	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1808	Enciso	CHE. Servicio de explotación 1	2,85	5,11	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF68	Val	CHE. Servicio de explotación 1	0,65	1,09	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	CHE. Servicio de explotación 1	2,28	4,30	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 1	0,35	0,56	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	CHE. Servicio de explotación 2	34,60	40,51	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF63	Rialb	CHE. Servicio de explotación 2	59,16	79,55	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	CHE. Servicio de explotación 2	42,70	44,51	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	0,20	0,39	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF37	Yesa	CHE. Servicio de explotación 3	74,26	95,06	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF86	Itoiz	CHE. Servicio de explotación 3	16,12	44,76	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF27	Alloz	CHE. Servicio de explotación 3	3,19	8,98	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF6	Eugui	CHE. Servicio de explotación 3	5,94	5,78	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF550	Urdalur	CHE. Servicio de explotación 3	0,57	1,71	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF292	Mairaga	CHE. Servicio de explotación 3	0,05	0,26	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón - Puente	CHE. Servicio de explotación 4	3,91	4,97	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 4	0,51	0,71	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF76	Tranquera, La	CHE. Servicio de explotación 4	3,32	4,07	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF78	Caspe	CHE. Servicio de explotación 4	10,92	14,91	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF82	Calanda	CHE. Servicio de explotación 4	9,84	13,95	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF80	Cueva Foradada	CHE. Servicio de explotación 4	1,02	1,20	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF1804	Maidevera	CHE. Servicio de explotación 4	0,22	0,37	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF87	Lechago	CHE. Servicio de explotación 4	0,90	1,83	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF912	Pena	CHE. Servicio de explotación 4	0,39	0,90	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF77	Moneva	CHE. Servicio de explotación 4	0,71	0,89	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF75	Torcas, Las	CHE. Servicio de explotación 4	1,01	1,47	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF913	Gallipuéñ	CHE. Servicio de explotación 4	0,29	0,34	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF61	Mansilla	CHE. Servicio de explotación 5	4,85	11,94	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF64	Pajares	CHE. Servicio de explotación 5	1,18	2,31	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF916	González Lacasa	CHE. Servicio de explotación 5	0,64	1,07	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF47_001	Grado - El Mediano	CHE. Servicio de explotación 6	65,84	85,28	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF62	Sotonera, La	CHE. Servicio de explotación 6	1,54	2,32	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF25	Búbal	CHE. Servicio de explotación 6	15,48	31,79	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF54	Montearagón	CHE. Servicio de explotación 6	1,61	3,42	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF19	Lanuza	CHE. Servicio de explotación 6	6,84	14,48	Jul-Feb	Mar-Jun
ES091MSPF51	Vadiello	CHE. Servicio de explotación 6	1,37	2,64	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF55	Ardisa	CHE. Servicio de explotación 6	45,46	61,30	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF380	Guara	CHE. Servicio de explotación 6	0,18	0,33	Jun-Oct	Nov-May

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	CAUDALES MÁXIMOS			
			Magnitud Periodo seco (P90)	Magnitud Periodo húmedo (P90)	Meses Periodo seco	Meses periodo húmedo
ES091MSPF134	Escuriza	Comunidad de Regantes de pantano Escuriza CHE. Servicio de explotación 4	0,34	0,40	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF71	Mezalocha	Comunidad de Regantes pantano Mezalocha	1,11	1,64	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	583,33	984,61	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF50	Talarn (Trempt)	Enel-Endesa	46,09	75,98	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF65_001	Camarasa	Enel-Endesa	51,99	82,04	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF43	Escales	Enel-Endesa	26,98	33,96	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF59	Terradets	Enel-Endesa	50,16	80,05	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	Enel-Endesa	6,30	2,40	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1053	Llauset	Enel-Endesa	1,20	0,15	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Enel-Endesa	1,77	0,45	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	Enel-Endesa	110,85	167,00	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF715	Torrassa, La	Enel-Endesa	16,00	13,00	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF72	Margalef	Generalitat de Catalunya	0,25	0,76	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF273	Yalde	Gobierno de la Rioja	0,38	0,79	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF805	Leiva	Gobierno de la Rioja	3,65	10,09	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF7	Ullivarri	Iberdrola	5,61	10,67	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF2	Urrúnaga	Iberdrola	3,99	10,76	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF22_001	Sobrón	Iberdrola	45,86	119,25	May-Oct	Nov-Abr
ES091MSPF44	Peña, La	Sindicato riegos La Peña CHE. Servicio de explotación 6	51,84	53,76	May-Oct	Nov-Abr

Tabla 21. Propuesta de caudales máximos preliminar para las reuniones con gestores

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	35,7	35,7
ES091MSPF1051	Escarra	Acciona	3,9	5,3
ES091MSPF766	Paso Nuevo	Acciona	27,6	27,6
ES091MSPF768	Línsoles (Eriste)	Acciona	41,8	41,8
ES091MSPF73	Ciurana	Agencia Catalana del Agua	6,7	6,6
ES091MSPF336	Parras, Las	Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES)	0,6	0,5
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	Aguas Municipales de Vitoria S.A. (AMVISA)	5,3	4,6
ES091MSPF1810	Albagés	ATL Comunidad de Regantes de l'Albi	0,7	0,6
ES091MSPF1	Ebro	CHE. Servicio de explotación 1	25,2	19,7
ES091MSPF1808	Enciso	CHE. Servicio de explotación 1	8,5	7,0
ES091MSPF68	Val	CHE. Servicio de explotación 1	6,3	4,7
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	CHE. Servicio de explotación 1	10,8	10,8
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 1	1,6	1,6
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	CHE. Servicio de explotación 2	58,7	42,2
ES091MSPF63	Rialb	CHE. Servicio de explotación 2	165,2	99,1
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	CHE. Servicio de explotación 2	130,2	123,5
ES091MSPF53	Oliana	CHE. Servicio de explotación 2	206,6	206,6
ES091MSPF79	Guiamets	CHE. Servicio de explotación 2	3,6	3,3
ES091MSPF37	Yesa	CHE. Servicio de explotación 3	132,1	108,7
ES091MSPF86	Itoiz	CHE. Servicio de explotación 3	55,8	35,9
ES091MSPF27	Alloz	CHE. Servicio de explotación 3	14,9	10,2
ES091MSPF6	Eugui	CHE. Servicio de explotación 3	15,3	11,5
ES091MSPF550	Urdalur	CHE. Servicio de explotación 3	2,6	2,3
ES091MSPF292	Mairaga	CHE. Servicio de explotación 3	0,6	0,5
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón - Puente	CHE. Servicio de explotación 4	17,3	13,1
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	CHE. Servicio de explotación 4	4,4	2,8
ES091MSPF76	Tranquera, La	CHE. Servicio de explotación 4	26,7	28,3
ES091MSPF78	Caspe	CHE. Servicio de explotación 4	244,2	244,2
ES091MSPF82	Calanda	CHE. Servicio de explotación 4	145,0	145,0
ES091MSPF80	Cueva Foradada	CHE. Servicio de explotación 4	15,1	12,6
ES091MSPF1804	Maidevera	CHE. Servicio de explotación 4	0,9	0,7
ES091MSPF87	Lechago	CHE. Servicio de explotación 4	9,5	8,3
ES091MSPF912	Pena	CHE. Servicio de explotación 4	18,2	16,4
ES091MSPF77	Moneva	CHE. Servicio de explotación 4	13,3	13,2
ES091MSPF75	Torcas, Las	CHE. Servicio de explotación 4	14,8	12,6
ES091MSPF913	Gallipuéñ	CHE. Servicio de explotación 4	3,7	3,2
ES091MSPF61	Mansilla	CHE. Servicio de explotación 5	33,0	26,3
ES091MSPF64	Pajares	CHE. Servicio de explotación 5	4,9	3,3
ES091MSPF916	González Lacasa	CHE. Servicio de explotación 5	11,6	8,2
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	CHE. Servicio de explotación 6	133,0	118,0
ES091MSPF62	Sotonera, La	CHE. Servicio de explotación 6	5,6	4,5
ES091MSPF25	Búbal	CHE. Servicio de explotación 6	67,3	64,1
ES091MSPF54	Montearagón	CHE. Servicio de explotación 6	11,2	9,2
ES091MSPF19	Lanuza	CHE. Servicio de explotación 6	22,8	22,8
ES091MSPF51	Vadiello	CHE. Servicio de explotación 6	12,0	9,5
ES091MSPF55	Ardisa	CHE. Servicio de explotación 6	99,8	99,8
ES091MSPF380	Guara	CHE. Servicio de explotación 6	0,8	0,5
ES091MSPF134	Escuriza	Comunidad de Regantes de pantano Escuriza CHE. Servicio de explotación 4	1,9	1,9
ES091MSPF71	Mezalocha	Comunidad de Regantes pantano Mezalocha	24,8	24,8

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	525,2	532,9
ES091MSPF50	Talarn (Trepmp)	Enel-Endesa	155,9	114,5
ES091MSPF65_001	Camarasa	Enel-Endesa	184,3	147,1
ES091MSPF43	Escales	Enel-Endesa	46,7	38,6
ES091MSPF59	Terradets	Enel-Endesa	207,9	207,9
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	Enel-Endesa	14,3	11,5
ES091MSPF1053	Llauset	Enel-Endesa	1,4	1,2
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	Enel-Endesa	2,3	1,8
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	Enel-Endesa	214,3	214,3
ES091MSPF715	Torrassa, La	Enel-Endesa	63,2	63,2
ES091MSPF72	Margalef	Generalitat de Catalunya	10,1	10,1
ES091MSPF273	Yalde	Gobierno de la Rioja	0,3	0,3
ES091MSPF805	Leiva	Gobierno de la Rioja	33,0	33,0
ES091MSPF7	Ullívarri	Iberdrola	75,8	62,2
ES091MSPF2	Urrúnaga	Iberdrola	80,5	80,5
ES091MSPF22_001	Sobrón	Iberdrola	53,8	53,8
ES091MSPF44	Peña, La	Sindicato riegos La Peña CHE. Servicio de explotación 6	151,9	151,9

Tabla 22. Propuesta de tasas de cambio preliminar para las reuniones con gestores

3. Caudal generador

Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm ³)	Gestor	CAUDAL GENERADOR									Volumen hidrograma (hm ³)	% respecto capacidad
				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			
ES091MSPF4	Irabia	14	Acciona	36,86	2,5	35,7	35,7	1	0,5	0,5	Mar-Jun	0,067	0,50%	
ES091MSPF1051	Escarra	5,2	Acciona	6,08	3,5	3,9	5,3	2,5	1	1,5	Mar-Jun	0,027	0,50%	
ES091MSPF766	Paso Nuevo	3	Acciona	28,12	3,5	27,6	27,6	1	0,5	0,5	May-Oct	0,050	0,50%	
ES091MSPF768	Línsoles (Eriste)	2,6	Acciona	43,18	3,5	41,8	41,8	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,079	0,50%	
ES091MSPF73	Ciurana	12	ACA	8,00	7	6,7	6,6	4,5	2	2,5	Nov-May	0,058	0,50%	
ES091MSPF336	Parras, Las	5,8	ACUAES	1,05	7	0,6	0,5	7	3	4	Nov-May	0,013	0,50%	
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	5,7	AMVISA	5,36	2,5	5,3	4,6	3	1	2	Nov-Abr	0,028	0,50%	
ES091MSPF1810	Albagés	80	ATL	3,15	3,5	0,7	0,6	12	5,5	6,5	Nov-May	0,064	0,08%	
ES091MSPF1	Ebro	540	CHE. S1	60,00	2,5	25,2	19,7	12	5,5	6,5	Nov-Abr	1,347	0,25%	
ES091MSPF1808	Enciso	46	CHE. S1	15,70	3,5	8,5	7,0	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,226	0,49%	
ES091MSPF68	Val	25	CHE. S1	7,10	3,5	6,3	4,7	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,122	0,49%	
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	8,2	CHE. S1	11,00	3,5	10,8	10,8	2	1	1	Nov-Abr	0,040	0,48%	
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	0,6	CHE. S1	1,71	3,5	1,6	1,6	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,003	0,51%	
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	915	CHE. S2	135,44	3,5	58,7	42,2	13	6	7	Nov-May	3,457	0,38%	
ES091MSPF63	Rialb	403	CHE. S2	225,80	3,5	165,2	99,1	8	3,5	4,5	Nov-May	3,684	0,91%	
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	85	CHE. S2	131,08	3,5	130,2	123,5	2	0,5	1,5	Nov-May	0,492	0,58%	
ES091MSPF53	Oliana	84	CHE. S2	210,91	3,5	206,6	206,6	1	0,5	0,5	Nov-May	0,466	0,55%	
ES091MSPF79	Guiamets	10	CHE. S2	4,13	7	3,6	3,3	7	3	4	Nov-May	0,052	0,50%	
ES091MSPF37	Yesa	447	CHE. S3	250,00	2,5	132,1	108,7	9	4,5	4,5	Nov-Abr	4,450	1,00%	
ES091MSPF86	Itoiz	418	CHE. S3	135,00	2,5	55,8	35,9	13	6	7	Nov-Abr	3,557	0,85%	
ES091MSPF27	Alloz	65	CHE. S3	22,81	2,5	14,9	10,2	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,357	0,55%	
ES091MSPF6	Eugui	22	CHE. S3	16,47	2,5	15,3	11,5	3,5	1,5	2	Mar-Jun	0,110	0,50%	
ES091MSPF550	Urdalur	5,4	CHE. S3	3,41	2,5	2,6	2,3	4,5	2	2,5	Nov-Abr	0,027	0,51%	
ES091MSPF292	Mairaga	2,4	CHE. S3	0,89	2,5	0,6	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,011	0,48%	
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón - Puente	106	CHE. S4	37,73	7	17,3	13,1	13	6	7	Nov-May	0,943	0,89%	
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	96	CHE. S4	10,53	5	4,4	2,8	13	6	7	Nov-May	0,277	0,29%	
ES091MSPF76	Tranquera, La	84	CHE. S4	40,00	5	26,7	28,3	6,5	3	3,5	Nov-May	0,421	0,50%	
ES091MSPF78	Caspe	82	CHE. S4	244,56	7	244,2	244,2	1	0,5	0,5	Nov-May	0,397	0,49%	
ES091MSPF82	Calanda	54	CHE. S4	145,64	7	145,0	145,0	1	0,5	0,5	Nov-May	0,280	0,52%	
ES091MSPF80	Cueva Foradada	22	CHE. S4	16,05	7	15,1	12,6	4	1,5	2,5	Nov-May	0,115	0,52%	
ES091MSPF1804	Maidevera	18	CHE. S4	2,29	5	0,9	0,7	12	5,5	6,5	Nov-May	0,049	0,27%	

Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm ³)	Gestor	CAUDAL GENERADOR									Volumen hidrograma (hm ³)	% respecto capacidad
				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			
ES091MSPF87	Lechago	18	CHE. S4	11,26	5	9,5	8,3	5	2	3	Nov-May	0,091	0,50%	
ES091MSPF912	Pena	18	CHE. S4	18,25	7	18,2	16,4	2,5	1	1,5	Nov-May	0,085	0,48%	
ES091MSPF77	Moneva	8	CHE. S4	13,31	7	13,3	13,2	1,5	0,5	1	Nov-May	0,043	0,53%	
ES091MSPF75	Torcas, Las	6,7	CHE. S4	15,00	7	14,8	12,6	1,25	0,5	0,75	Nov-May	0,033	0,49%	
ES091MSPF913	Gallipuéñ	3,5	CHE. S4	3,76	7	3,7	3,2	2,5	1	1,5	Nov-May	0,016	0,46%	
ES091MSPF61	Mansilla	68	CHE. S5	40,00	3,5	33,0	26,3	4,5	2	2,5	Nov-May	0,353	0,52%	
ES091MSPF64	Pajares	35	CHE. S5	9,34	3,5	4,9	3,3	9,5	4,5	5	Nov-Abr	0,180	0,51%	
ES091MSPF916	González Lacasa	33	CHE. S5	14,00	3,5	11,6	8,2	6	2,5	3,5	Nov-Abr	0,159	0,48%	
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	712	CHE. S6	285,79	3,5	133,0	118,0	13	6	7	Nov-May	6,631	0,93%	
ES091MSPF62	Sotonera, La	189	CHE. S6	12,00	3,5	5,6	4,5	13	6	7	Nov-May	0,295	0,16%	
ES091MSPF25	Búbal	64	CHE. S6	67,73	3,5	67,3	64,1	2,5	1	1,5	Mar-Jun	0,307	0,48%	
ES091MSPF54	Montearagón	43	CHE. S6	16,52	3,5	11,2	9,2	7	3	4	Nov-May	0,221	0,51%	
ES091MSPF19	Lanuza	17	CHE. S6	23,00	3,5	22,8	22,8	2	1	1	Mar-Jun	0,083	0,49%	
ES091MSPF51	Vadiello	16	CHE. S6	12,20	3,5	12,0	9,5	3	1	2	Nov-May	0,070	0,45%	
ES091MSPF55	Ardisa	5,0	CHE. S6	100,00	3,5	99,8	99,8	0,17	0,08	0,08	Nov-May	0,030	0,60%	
ES091MSPF380	Guara	3,7	CHE. S6	1,30	3,5	0,8	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,018	0,50%	
ES091MSPF134	Escuriza	3,5	C.R.Escuriza CHE. S4	1,91	2,5	1,9	1,9	2	1	1	Nov-May	0,007	0,50%	
ES091MSPF71	Mezalocha	4,5	C.R. Mezalocha	25,19	7	24,8	24,8	1	0,5	0,5	Nov-May	0,045	0,50%	
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	1.592	Enel-Endesa	1400,00	0,5	525,2	532,9	12,5	6	6,5	Nov-May	30,068	1,90%	
ES091MSPF50	Talarn (Tresp)	205	Enel-Endesa	205,09	3,5	155,9	114,5	5	2	3	Nov-May	1,899	1,00%	
ES091MSPF65_001	Camarasa	163	Enel-Endesa	220,33	3,5	184,3	147,1	4	1,5	2,5	Nov-May	1,552	1,00%	
ES091MSPF43	Escales	158	Enel-Endesa	91,71	3,5	46,7	38,6	9	4	5	Nov-May	1,483	1,00%	
ES091MSPF59	Terradets	33	Enel-Endesa	215,08	3,5	207,9	207,9	1	0,5	0,5	Nov-May	0,392	0,50%	
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	22	Enel-Endesa	17,38	3,5	14,3	11,5	4	1,5	2,5	Nov-Abr	0,124	0,50%	
ES091MSPF1053	Llauset	17	Enel-Endesa	3,15	3,5	1,4	1,2	11	5	6	Nov-Abr	0,061	0,50%	
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	16	Enel-Endesa	4,89	3,5	2,3	1,8	9	4	5	Nov-Abr	0,079	0,50%	
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	10	Enel-Endesa	226,00	3,5	214,3	214,3	1	0,5	0,5	Nov-May	0,420	0,50%	
ES091MSPF715	Torrassa, La	2,1	Enel-Endesa	64,79	3,5	63,2	63,2	1,5	0,5	1	Nov-Abr	0,170	0,50%	
ES091MSPF72	Margalef	3,0	Generalitat de Cataluña	10,23	7	10,1	10,1	1	0,5	0,5	Nov-May	0,018	0,50%	
ES091MSPF273	Yalde	3,6	Gobierno de la Rioja	0,89	3,5	0,3	0,3	9	4	5	Nov-Abr	0,018	0,50%	

Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm ³)	Gestor	CAUDAL GENERADOR							Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm ³)	% respecto capacidad
				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)			
ES091MSPF805	Leiva	3,4	Gobierno de la Rioja	35,30	3,5	33,0	33,0	1	0,5	0,5	Nov-May	0,066	0,50%
ES091MSPF7	Ullívarri	147	Iberdrola	86,16	2,5	75,8	62,2	4,5	1,5	3	Nov-Abr	0,676	1,00%
ES091MSPF2	Urrúnaga	72	Iberdrola	81,64	2,5	80,5	80,5	2	1	1	Nov-Abr	0,276	0,50%
ES091MSPF22_001	Sobrón	20	Iberdrola	60,00	2,5	53,8	53,8	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,117	1,90%
ES091MSPF44	Peña, La	15	C.R La Peña CHE. S6	152,90	3,5	151,9	151,9	0,25	0,08	0,17	Nov-Abr	0,073	0,48%

Tabla 23. Propuesta de caudales generadores preliminar para las reuniones con gestores

8. Reuniones con gestores

Actividad única de la FASE 2: Reuniones con gestores de infraestructuras de la Estrategia general, establecida en el trabajo y que da respuesta a la Tarea 10. Apoyo en el desarrollo de reuniones con gestores de infraestructuras del PPT.

Como se ha indicado con anterioridad, el objeto de este proceso es ajustar los caudales teóricos, 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, donde parte de los asistentes destacaron la necesidad de considerar en la definición de las componentes de caudales objeto de estudio, no solo los aspectos medioambientales, sino también los distintos usos del agua y la realidad de cada infraestructura, así como someter los valores al buen juicio y experiencia de los gestores de dichas infraestructuras.

Esta fase, por tanto, 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 (ver apartado anterior). Con objeto de mantener la efectividad de estas reuniones se preparó la documentación técnica necesaria referente a las masas de agua implicadas que como se ha comentado anteriormente, 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. El orden de las reuniones y las fechas de su realización se indican en la siguiente tabla.

Orden reuniones	Fecha Tipo	Entidad	Embalses
1	15/04/2024 9:30 PRESENCIAL	Iberdrola	Sobrón, Ullívarri, Urrúnaga
2	15/04/2024 13:00 PRESENCIAL	Acciona	Escarra, Irabia, Línsoles, Paso Nuevo
3	16/04/2024 10:00 VIDEO CONFERENCIA	Gobierno de la Rioja	Leiva, Yalde
4	17/04/2024 12:30 PRESENCIAL/ VIDEO CONFERENCIA	Acuaes	Las Parras
5	24/04/2024 9:30 h PRESENCIAL	CHE. Dirección Técnica	Varios (los correspondientes a los distintos servicios de explotación)
6	29/04/2024 11:00 h VIDEO CONFERENCIA	ACA	Ciurana
7	30/04/2024 10:00 h PRESENCIAL	Enel-Endesa	Baserca, Camarasa, Cavallers, Escales, La Torrassa, Llauset, Mequinenza-Ribarroja-Flix, San Lorenzo de Montgay, Talarn, Terradets
8	8/05/2024 CONVERSACIÓN TELFÓNICA	Comunidad Regantes Pantano Escuriza	Escuriza
9	27/05/2024 12:00 h PRESENCIAL / VIDEO CONFERENCIA	CHE. Servicio 6	El Grado, Guara, La Sotonera, Lanuza, Montearagón, Vadiello, La Peña, Ardisa, Búbal
10	03/06/2024 12:00 PRESENCIAL / VIDEO CONFERENCIA	CHE. Servicio 4	Mularroya, Calanda, Caspe, Cueva Foradada, Gallipuéñ, La Tranquera, Las Torcas, Lechago, Maidevera, Moneva, Pena, Santolea, Escuriza
11	10/06/2024 10:00 h PRESENCIAL / VIDEO CONFERENCIA	CHE. Servicio 5	González Lacasa, Mansilla, Pajares

Orden reuniones	Fecha Tipo	Entidad	Embalses
12	10/06/2024 13:00 h VIDEO CONFERENCIA	GENCAT - AGRICULTURA	Margalef
13	17/06/2024 10:00 h PRESENCIAL / VIDEO CONFERENCIA	CHE. Servicio 1	El Val, Ebro, Enciso, Soto-Terroba, S. Pedro Manrique
14	21/06/2024 12:00 h PRESENCIAL	CHE. Servicio 3	Eugui, Itoiz, Mairaga, Urdalur, Yesa, Alloz
15	Aportaciones correo electrónico	ATL	Albagés
16	17/07/2024 13:00 h PRESENCIAL	Comunidad Regantes Pantano Mezalocha	Mezalocha

Tabla 24. Fechas de las reuniones con los gestores de las infraestructuras

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 resúmenes mantienen la siguiente estructura:

- **Información de la Reunión:** donde se indica el lugar la fecha, hora y duración de la reunión, su objetivo, quien convoca la reunión, el listado de asistentes.
- **Agenda:** donde se realiza una breve descripción del objetivo de la reunión y los temas a tratar.
- **Resumen de la reunión:** Este apartado recoge el desarrollo de la reunión identificando los temas tratados relativos a: 1) la operativa del proyecto, 2) el contexto técnico y, 3) otros temas de aplicación, detallando los comentarios, discusiones, y cualquier otro aspecto que se considere oportuno documentar, de acuerdo a su aplicabilidad en el proyecto.
- **Acuerdos:** donde se recogen los acuerdos alcanzados y las acciones a llevar a cabo

Los resúmenes de las reuniones realizadas pueden consultarse en el **Anexo: 10: Apoyo en el desarrollo de reuniones con gestores de infraestructuras**.

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.
- 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 al 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.

En definitiva, las reuniones con los gestores de las infraestructuras fueron muy positivas, ya que al tener un amplio conocimiento de los sistemas y afrontar las reuniones de manera constructiva, se pudo alcanzar un consenso sobre la necesidad de la aplicación de estas componentes de los caudales ecológicos en la cuenca del Ebro.

9. Revisión y propuesta final de caudales

La revisión y propuesta final de caudales forma parte de FASE 3. Revisión de la propuesta en base al intercambio de información fruto de las reuniones con los gestores de las infraestructuras seleccionadas, definida en la Estrategia del Trabajo, coincidente con la Tarea 11: Elaboración de una propuesta final de caudales, del PPT que rige el presente proyecto.

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. Las fichas de la propuesta final de caudales se presentan en el **Anexo 11: Revisión y propuesta final de caudales**.

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 tras el proceso de revisión de la propuesta preliminar de caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la Demarcación del Ebro.



Figura 30. Distribución de los embalses propuestos en la Demarcación del Ebro.

9.1 Propuesta final

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

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	CAUDALES MÁXIMOS			
			Magnitud Periodo seco	Magnitud Periodo húmedo	Meses Periodo seco	Meses periodo húmedo
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	Gallipuéñ	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 (Trempe)	Enel-Endesa	46	76	Jun-Oct	Nov-May
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	Enel-Endesa	100	107	Jun-Oct	Nov-May
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 25. Propuesta final de caudales máximos

2. Tasas de cambio

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /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	Gallipuéñ	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
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	Lanuza	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	Mequinzenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	1250	1090
ES091MSPF74	Mequinzenza-Ribarroja-Flix	Enel-Endesa	820	714

Código de Masa	Nombre embalse	Gestor	Tasa de cambio máxima ascenso (m ³ /s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m ³ /s/h)
ES091MSPF50	Talarn (Trempe)	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 26. Propuesta final de tasas de cambio

3. Caudales generadores

Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm ³)	Gestor	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	14	Acciona	37	2,5	36	35,7	1	0,5	0,5	Mar-Jun	0,067
ES091MSPF1051	Escarra	5,2	Acciona	6	3,5	6	4	3	1	2	Mar-Jun	0,031
ES091MSPF766	Paso Nuevo	3	Acciona	28	3,5	28	28	0,33	0,17	0,17	May-Oct	0,017
ES091MSPF768	Línsoles (Eriste)	2,6	Acciona	43	3,5	42	42	0,17	0,08	0,08	Nov-Abr	0,013
ES091MSPF73	Ciurana	12	ACA	7	7	6	4	5	2	3	Nov-May	0,062
ES091MSPF336	Parras, Las	5,8	ACUAES	1,70	7	1,2	0,9	7	3	4	Nov-May	0,023
ES091MSPF5	Albiña (Albina)	5,7	AMVISA	5,36	2,5	5,3	4,6	3	1	2	Nov-Abr	0,028
ES091MSPF1810	Albagés	80	ATL	3,15	3,5	1,5	1,1	11,5	5	6,5	Nov-May	0,066
ES091MSPF1	Ebro	540	CHE. S1	50	2,5	10,7	8,3	24	11	13	Nov-Abr	2,242
ES091MSPF1808	Enciso	46	CHE. S1	16	3,5	8,6	7,2	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,229
ES091MSPF68	Val	25	CHE. S1	4	3,5	1,4	1,3	15	7	8	Nov-Abr	0,109
ES091MSPF1812	Soto-Terroba	8,2	CHE. S1	11	3,5	10,8	10,8	2	1	1	Nov-Abr	0,040
ES091MSPF560	San Pedro Manrique (en construcción)	0,6	CHE. S1	1,7	3,5	1,6	1,6	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,003
ES091MSPF66	Santa Ana - Canelles	915	CHE. S2	35	3,5	16	7	24	5	8	Nov-May	2,233
ES091MSPF63	Rialb	403	CHE. S2	225,8	3,5	165,2	99,1	8	3,5	4,5	Nov-May	3,684
ES091MSPF56	Barasona (Joaquín Costa)	85	CHE. S2	131,1	3,5	130,2	123,5	2	0,5	1,5	Nov-May	0,492
ES091MSPF53	Oliana	84	CHE. S2	210,9	3,5	206,6	206,6	1	0,5	0,5	Nov-May	0,466
ES091MSPF79	Guiamets	10	CHE. S2	4,1	7	3,6	3,3	7	3	4	Nov-May	0,052
ES091MSPF37	Yesa	447	CHE. S3	250	2,5	132	109	9	4,5	4,5	Nov-Abr	4,450
ES091MSPF86	Itoiz	418	CHE. S3	100	2,5	52	40	8	3,5	4,5	Nov-Abr	1,455
ES091MSPF27	Alloz	65	CHE. S3	20	2,5	13	9	8	3,5	4,5	Nov-Abr	0,312
ES091MSPF6	Eugui	22	CHE. S3	16,5	2,5	15	14,5	3	1,5	1,5	Sep-Jun	0,098
ES091MSPF550	Urdalur	5,4	CHE. S3	8	2,5	8	7	2	0,75	1,25	Sep-Jun	0,029
ES091MSPF292	Mairaga	2,4	CHE. S3	1	2,5	0,7	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,013
ES091MSPF85	Santolea - Presa Cañón	89	CHE. S4	25	7	16,6	12,1	8	3,5	4,5	Nov-May	0,381
ES091MSPF113	Mularroya (en construcción)	96	CHE. S4	10,5	5	6,3	4,1	8	3,5	4,5	Nov-May	0,170

Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm³)	Gestor	CAUDALES GENERADORES								
				Magnitud (m³/s)	Periodo retorno (años)	Tasa de cambio máxima ascenso (m³/s/h)	Tasa de cambio máxima descenso (m³/s/h)	Duración hidrograma (h)	Duración ascenso (h)	Duración descenso (h)	Estacionalidad	Volumen hidrograma (hm³)
ES091MSPF76	Tranquera, La	84	CHE. S4	25	5	12,1	12,1	9,5	4,5	5	Nov-May	0,408
ES091MSPF78	Caspe	82	CHE. S4	50	7	45,5	41,2	4,5	2	2,5	Nov-May	0,402
ES091MSPF82	Calanda	45	CHE. S4	50	7	49,5	46,5	2,5	1	1,5	Nov-May	0,228
ES091MSPF80	Cueva Foradada	22	CHE. S4	10	7	8,2	6,5	6	2,5	3,5	Nov-May	0,108
ES091MSPF1804	Maidevera	18	CHE. S4	5	5	3,5	2,5	8	3,5	4,5	Nov-May	0,076
ES091MSPF87	Lechago	18	CHE. S4	6	5	3,2	2,8	9	4	5	Nov-May	0,091
ES091MSPF912	Pena	17,9	CHE. S4	18	7	18	16,4	2,5	1	1,5	Nov-May	0,085
ES091MSPF77	Moneva	8	CHE. S4	3	7	2,3	2,3	8	3,5	4,5	Nov-May	0,040
ES091MSPF75	Torcas, Las	6,7	CHE. S4	15	7	14,8	12,6	1,25	0,5	0,75	Nov-May	0,033
ES091MSPF913	Gallipué	3,5	CHE. S4	4	7	3,7	3,2	2,5	1	1,5	Nov-May	0,016
ES091MSPF61	Mansilla	68	CHE. S5	40	3,5	35,6	28,9	4,5	2	2,5	Nov-May	0,353
ES091MSPF64	Pajares	35	CHE. S5	11	3,5	6,6	4,3	8	3,5	4,5	Nov-May	0,177
ES091MSPF916	González Lacasa	33	CHE. S5	11	3,5	7,5	5,2	8	3	5	Nov-May	0,165
ES091MSPF47_001	Grado, El - Mediano	712	CHE. S6	286	3,5	133	118	13	6	7	Nov-May	6,631
ES091MSPF62	Sotonera, La	189	CHE. S6	12	3,5	5,6	4,5	13	6	7	Nov-May	0,295
ES091MSPF25	Búbal	64	CHE. S6	60	3,5	59	52	3,25	1,25	2	Mar-Jun	0,350
ES091MSPF54	Montearagón	43	CHE. S6	16,5	3,5	11,2	9,2	7	3	4	Nov-May	0,221
ES091MSPF19	Lanuz	17	CHE. S6	23	3,5	22,8	22,8	2	1	1	Mar-Jun	0,083
ES091MSPF51	Vadiello	16	CHE. S6	12,2	3,5	11,5	9,5	3,5	1,5	2	Nov-May	0,083
ES091MSPF55	Ardisa	1,9	CHE. S6	68,7	3,5	68,5	68,5	0,17	0,08	0,08	Nov-May	0,021
ES091MSPF380	Guara	3,7	CHE. S6	1,3	3,5	0,8	0,5	6,5	3	3,5	Nov-May	0,018
ES091MSPF134	Escuriza	2,5	C. R. Escuriza CHE. S4	1,2	7	0,8	0,7	5,5	2,5	3	Nov-May	0,012
ES091MSPF71	Mezalocha	3,2	C.R. Mezalocha	14	7	13,9	13,9	0,7	0,3	0,4	Nov-Jun	0,016
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	1.592	Enel-Endesa	1400	1	1250	1090	5,5	1	1,5	Abr-May	21,059
ES091MSPF74	Mequinenza-Ribarroja-Flix	1.592	Enel-Endesa	900	1	820	714	4	1	1,5	Nov-Ene	9,252
ES091MSPF50	Talam (Trep)	205	Enel-Endesa	100	3,5	50	26	10	4	6	Nov-May	2,009
ES091MSPF65_001	Terradets-Camarasa	197	Enel-Endesa	120	3,5	60	48	8	3,5	4,5	Nov-May	1,700
ES091MSPF43	Escales-Sopeira	158	Enel-Endesa	92	3,5	46,7	38,6	9	4	5	Nov-May	1,483

CAUDALES GENERADORES												
Código de Masa	Nombre embalse	Capacidad (hm ³)	Gestor	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)
ES091MSPF34	Baserca (Senet)	22	Enel-Endesa	17	3,5	14,3	11,5	4	1,5	2,5	Nov-Abr	0,124
ES091MSPF1043	Estany de Cavallers	16	Enel-Endesa	4,9	3,5	2,3	1,8	9	4	5	Nov-Abr	0,079
ES091MSPF67	S. Lorenzo de Montgay (Sant Llorenç de Montgai)	9,5	Enel-Endesa	120	3,5	60	48	8	3,5	4,5	Nov-May	1,700
ES091MSPF715	Torrassa, La	2,1	Enel-Endesa	25	3,5	24	17	0,25	0,08	0,17	Nov-Abr	0,010
ES091MSPF72	Margalef	2,1	Generalitat de Catalunya	7	7	6,9	6,8	0,9	0,3	0,6	Nov-May	0,012
ES091MSPF273	Yalde	3,6	Gobierno de la Rioja	2,5	3,5	2	1,3	4	1,5	2,5	Nov-Abr	0,018
ES091MSPF805	Leiva	2,4	Gobierno de la Rioja	15	3,5	13	12,2	2,5	1	1,5	Nov-May	0,065
ES091MSPF7	Ullívarri	147	Iberdrola	30	2,5	13	10	11,5	5	6,5	Nov-Abr	0,619
ES091MSPF2	Urrúnaga	72	Iberdrola	15	2,5	8	7	7,5	3,5	4	Nov-Abr	0,201
ES091MSPF22_001	Sobrón	20	Iberdrola	60	2,5	54	54	1	0,5	0,5	Nov-Abr	0,118
ES091MSPF44	Peña, La	15,5	C.R. La Peña CHE. S6	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.
- 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.
- 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.
- Para el procedimiento de aplicación de las crecidas controladas se tendrán en cuenta las recomendaciones recogidas en el plan hidrológico.

Tabla 27. Propuesta final de caudales generadores

10. 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 a través de correo electrónico, de la página web del Ebro y redes sociales (Facebook, Instagram y Twitter). Una vez realizado el seminario las sugerencias recibidas, tras su análisis y selección, se integraron en el trabajo.

El día 24/07/2024, previo a su realización desde la CHE se envió un correo electrónico informativo indicando la fecha de su celebración (03/09/2024), su horario (12:00-14:00), los ponentes y su forma de realización (semipresencial). Posteriormente, el día previo a la realización del seminario se envió información referente al Proyecto:

- Borradores de las presentaciones a realizar.
- Metodología (Estrategia y plan de trabajo).
- Resultados propuestos para el Seminario final.

El seminario técnico se realizó en la hora y fechas previstas. Las ponencias y debate realizados durante el seminario siguieron el siguiente orden:

1. “Presentación de la jornada”. Realizada por el Presidente de la CHE, durante aproximadamente cinco minutos.
2. “Metodología aplicada y trabajos realizados”. Efectuada en dos partes por representantes de la consultora (NTTDATA), con una duración aproximada de las ponencias de treinta y cinco minutos.
3. “Resultados”. Realizada por el Jefe de Sección de Estudios Ambientales de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE, durante aproximadamente veinte minutos.
4. Debate, comentarios y aportaciones de los participantes. Con una duración de una (1) hora, el debate fue moderado por la Jefa de Área de Planes y Estudios de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE. En el debate estuvo presente además el Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica.



Fotografía 18. Diferentes momentos del seminario final realizado en la sede de la CHE. (03/10/2024)

Al seminario final se inscribieron ciento catorce personas (114), de las cuales treinta y siete (37) se inscribieron para asistir a la ponencia de manera presencial, el resto, setenta y siete (77), para asistir “on-

line”. El grupo de interesados fue muy variado, quedando representados todos los grupos de interés: MITECO, confederaciones, comunidades autónomas y ayuntamientos, gestores de infraestructuras, empresas hidroeléctricas, comunidades y sindicatos de regantes, universidades y entidades conservacionistas, aunque también se unieron otros usuarios a título particular.

En actividad se ha generado un informe que contiene las ponencias realizadas y aportaciones recibidas, correspondiente con el **Anexo 12: Apoyo para el desarrollo del seminario técnico final**, del presente documento.

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.
- 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 ([Grabación jornada final caudales máximos, generadores y tasas de cambio](#)).

De la misma manera las presentaciones realizadas están disponibles en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro ([Trabajos en marcha para el plan de cuarto ciclo](#)).

11. 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.

En el **Anexo 13: Comunicación**, puede consultarse al detalle las vías empleadas para su realización (web, notas y noticias de presa, entrevistas, presentaciones, redes sociales, etc.). De manera resumida en los siguientes epígrafes se presentan las vías utilizadas.

11.1 Web de la Confederación de Hidrográfica del Ebro

Se trata de medio más relevante en la tarea de comunicación, ya que contiene las principales actividades, informes, resultados y ponencias efectuadas en el marco del Proyecto.

En la web de la confederación hidrográfica del Ebro, en el área de [Planificación](#), se ha dispuesto una sección informativa sobre los [Trabajos en marcha para el Plan del Cuarto ciclo](#), donde pueden consultarse todos los [Estudios previos para el cuarto ciclo de planificación](#), Entre estos Estudios previos se encuentra una **sección exclusiva para el presente trabajo: [Estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la Demarcación del Ebro](#)**.

Como ya se ha indicado, esta sección es la más relevante desde el punto de vista de la comunicación...



Figura 31. Portal web de la CHE referente al Proyecto

...esta sección presenta contenidos significativos del Proyecto. Como ejemplo, en la siguiente figura se presentan alguno de ellos:

En enero de 2023 se iniciaron los trabajos del estudio titulado "**Estudio para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la demarcación del Ebro**". La finalización está prevista para junio de 2023.

A continuación se muestra la documentación de interés que se ha ido generando durante el desarrollo del estudio.

- Jornada sobre "**Planteamiento metodológico de los estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la demarcación del Ebro**" en Zaragoza el 18/5/2023
 - Programa
 - Presentaciones
 - "**Presentación de la jornada y plan de trabajo del estudio**". Sergio Zurdo de Pedro (Jefe de Sección de Estudios Ambientales de la Oficina de Planificación Hidrológica)
 - "**Recopilación de información básica para el planteamiento metodológico**". Rafael Minaya González (NTTDATA)
 - "**Propuesta metodológica para el estudio de caudales máximos, generadores y tasas de cambio**". Mariano Cebrian del Moral (NTTDATA)
 - Documentación previa a la jornada: [borrador preliminar](#)
 - [Informe Resumen](#)
 - [Grabación](#)

- [Estrategia y Plan de trabajo](#). Julio 2023

- Presentación del proyecto realizada en "**Jornadas internas sobre digitalización de los organismos de cuenca**" en Avilés el 29/5/2024
 - Programa
 - [Presentación en pdf](#)
 - [Video de la presentación](#)

Figura 32. Contenidos del portal web referente al Proyecto

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.

11.2 Comunicaciones y notas de prensa

Siguiendo con el compromiso de informar y mantener una constante comunicación con todos los interesados en los asuntos competencia de la CHE, se han elaborado una serie de comunicaciones y notas de prensa informando sobre actividades relacionadas con el Proyecto.

A modo de ejemplo, en la siguiente imagen, se muestra la cabecera de la nota de prensa realizada para comunicar la realización del Seminario Técnico Inicial, que daba pie al arranque del Proyecto.

NOTA DE PRENSA

SEMINARIO INICIAL EN LA CHE SOBRE LOS ESTUDIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS, GENERADORES Y TASAS DE CAMBIO DE LA DEMARCACIÓN DEL EBRO

- * La CHE celebra el Seminario “Planteamiento metodológico de los estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la demarcación del Ebro” el lunes 18/5/2023
- * El seminario es de carácter mixto (presencial y por videoconferencia) y será abierto a todos aquellos interesados en la planificación hidrológica de la cuenca del Ebro.
- * El resultado del trabajo será la base de la toma de decisiones del próximo plan hidrológico de cuenca (2028-2033).

Figura 33. Nota de prensa informativa de la realización del Seminario Técnico inicial

Posteriormente a esta primera nota de prensa, se ha mantenido este tipo de comunicación a lo largo del Proyecto, realizándose, por ejemplo, notas de prensa cuando se efectuaban crecidas controladas (Urdalur, Bajo Ebro o El Grado).



NOTA DE PRENSA

La CHE realiza una crecida controlada para gestionar la avenida en el río Cinca, aprovechando la crecida natural y el buen estado de reservas en el sistema de embalses de El Grado y Mediano

- *La maniobra se realiza para el control de la avenida, estableciendo un caudal generador del río*
- *Las crecidas controladas forman parte de la planificación hidrológica del organismo para el periodo 2022/2027 y tienen como objetivo mantener los caudales y realizar otros estudios*

Figura 34. Nota de prensa informativa de la realización de la crecida controlada desde el embalse de El Grado

Como se ha comentado en la introducción las notas de prensa más relevantes durante la realización del trabajo se presentan en el **Anexo 13: Comunicación**.

11.3 Entrevistas en medios de comunicación

Con motivo de las crecidas controladas efectuadas en el Bajo Ebro, aguas abajo del embalse de Flix, y en el río Cinca, aguas abajo del embalse de El Grado, se realizaron una serie de entrevistas para distintos medios televisivos y radiofónicos.



Figura 35. Noticia del desembalse de El Grado recogida en la plataforma de televisión española rtve play.

A continuación, como ejemplo, se facilitan una serie de enlaces donde pueden visualizarse alguna de las entrevistas realizadas.

<https://alacarta.aragontelevision.es/informativos/aragon-noticias-1-02042024-1359>

<https://alacarta.aragontelevision.es/programas/aqui-y-ahora/martes-2-de-abril-02042024-1101>

<https://www.rtve.es/play/videos/noticias-aragon/noticias-aragon-2-02-04-24/16041737/>

<https://www.cartv.es/aragonradio/radio?play=podcast/153702>

11.4 Redes sociales

En paralelo a las comunicaciones anteriores no se ha obviado el informar a los interesados a través de redes sociales. En particular, para informar de los principales eventos del Proyecto, se han empleado como medio de comunicación las redes sociales X, Facebook e Instagram.

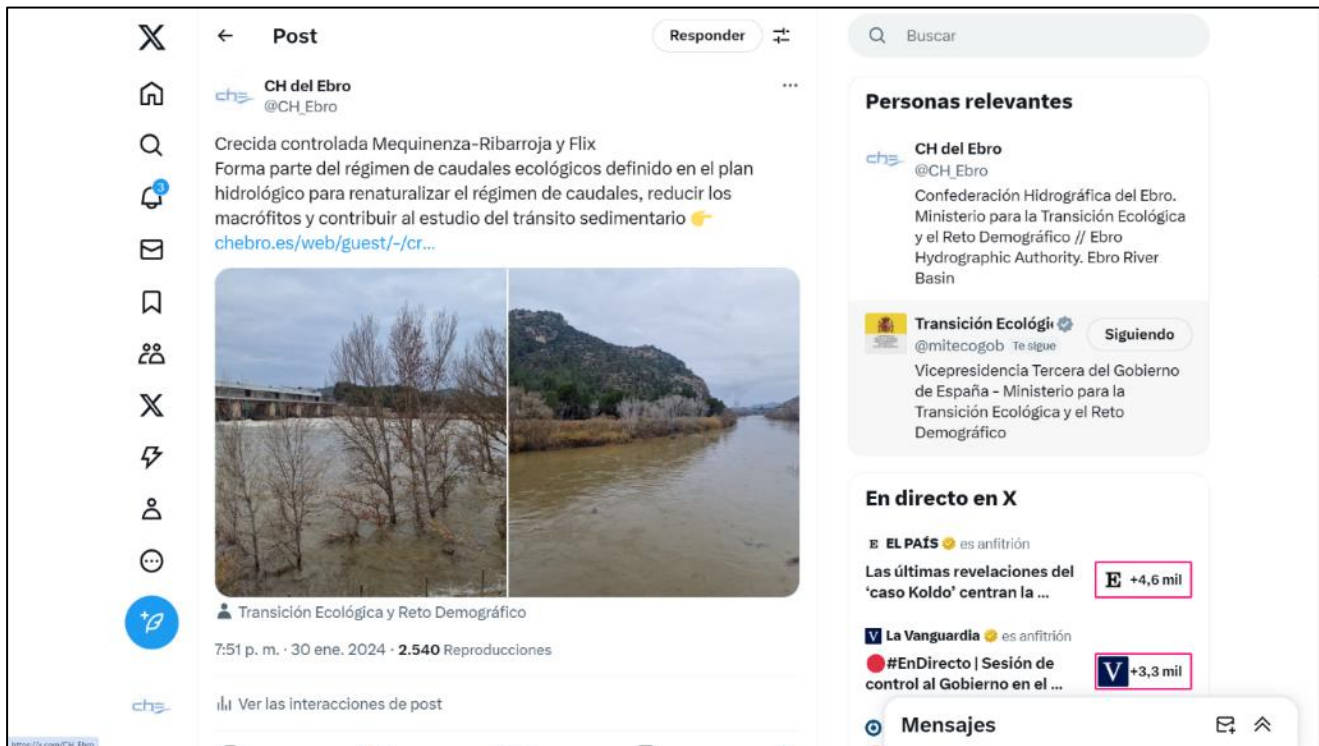


Figura 36. Información en X de la crecida controlada en el bajo Ebro (30/01/2024)

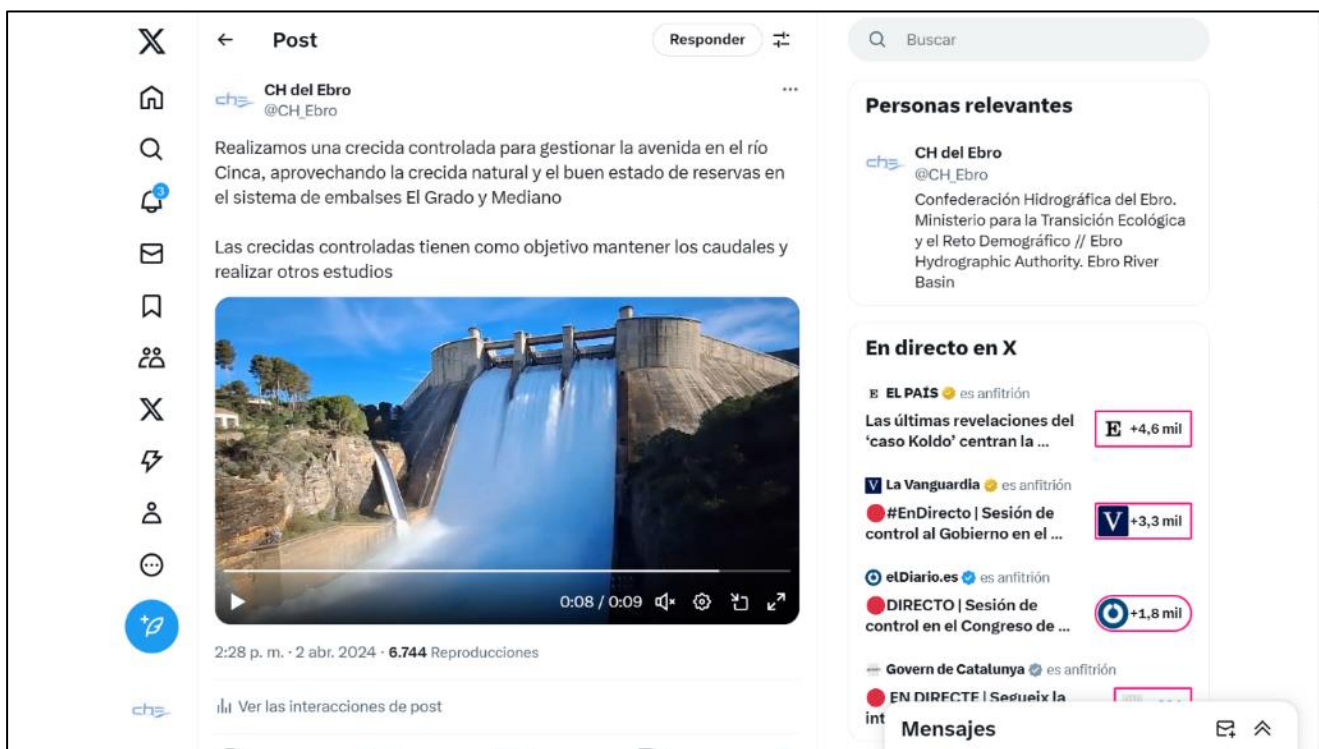


Figura 37. Información en X de la crecida controlada en el río Cinca (02/04/2024)

11.5 Otros medios

Además de todos los medios descritos anteriormente, la comunicación del Proyecto se ha realizado a través de intervenciones en otros foros, como es el caso de su presentación en las “**Jornadas internas sobre digitalización de los organismos de cuenca**”, realizado en Avilés el día 29/5/2024.

La presentación realizada en este evento se incluye en el ya mencionado **Anexo 13: Comunicación**, que también puede consultarse en el portal web del Trabajo.

The image shows the cover of a presentation titled "JORNADAS INTERNAS DE DIGITALIZACIÓN DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA". The cover features a background image of a river valley with a city and a large dam. The text on the cover includes the date "29 y 30 de mayo" and the location "Centro Niemeyer (Avilés)". Logos at the top include the Spanish Government, the Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge, the Avilés logo, the coat of arms of the Canary Islands, and the Consorcio de Aguas de Canarias. At the bottom, there are logos for the Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, the European Union (NextGenerationEU), and various regional water authorities from Andalusia, Catalonia, and the Canary Islands.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

AVILÉS

Consorcio de Aguas de Canarias

JORNADAS INTERNAS DE DIGITALIZACIÓN DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA

29 y 30 de mayo
Centro Niemeyer (Avilés)

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural

Agència Catalana de l'Aigua

Gobierno de Canarias
Consejería de Política Territorial, Cohesión Territorial y Aguas

Ura
SERVICIO TERRITORIAL DE AGUAS

CONSEJERÍA DE INICIATIVAS Y TERRITORIO
SERVICIO GENERAL DE RECURSOS-OROS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CHD

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Júcar, O.A.

CHG

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA, O.A.

CHT

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Tago, O.A.

CHS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Suroeste, O.A.

CHL

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Lugo, O.A.

CHM

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Miño-Sil, O.A.

CHN

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Noreste, O.A.

CHO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Orense, O.A.

CHP

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Pisuerga, O.A.

CHR

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Ródano, O.A.

CHS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Suroeste, O.A.

CHT

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Tago, O.A.

CHU

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Utiel, O.A.

CHV

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Vago, O.A.

CHW

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL Guadalquivir, O.A.



14:00-16:30 Comida con jornada pública.

16:30-18:30 Sesión de trabajo 2.

- **Mesa 4. Caudales ecológicos: herramientas de definición y establecimiento en los Organismos de cuenca (SALA CINE)**
- **Mesa 5. Avances en la gestión administrativa del DPH. (SALA 1)**
- **Mesa 6. Desafíos en el control de los vertidos de aguas residuales y retornos de regadío. (SALA 2)**

PROGRAMA DETALLADO DE LA MESA 4.

Caudales ecológicos: herramientas de definición y establecimiento en los Organismos de cuenca (SALA CINE)

2 horas

Modera: Alejandra Puig

A. Definición de los caudales ecológicos en los planes hidrológicos. **Luis Martínez Cortina. 20 minutos**

B. Casos particulares:

a. Caudales ecológicos en la CH Miño-Sil. **Carlos Ruiz del Portal. 10 minutos.**

b. Procesos de concertación en la CH Cantábrico. **Tomás Durán. 10 minutos**

c. Definición de caudales generadores, tasas de cambio y caudales máximos en la CH Ebro. **Sergio Zurdo. 10 minutos**

d. Curvas de referencia y nuevos modelos hidráulicos. **Belén Calleja. 10 minutos.**

C. Debate general sobre determinación de caudales ecológicos y cambios en la IPH (60 minutos)



Figura 38. Jornadas internas sobre digitalización de los organismos de cuenca. Avilés. Mayo 2024

12. 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 y a la realidad de las infraestructuras hidráulicas, sin obviar en ningún momento el rigor de la metodología utilizada. 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.

La recopilación de información previa ha permitido comprobar que las metodologías que se han utilizado son las más adecuadas para llevar a cabo estos trabajos. Se apreció que existe un amplio consenso científico sobre el papel que desempeña el régimen hidrológico que incluye todos los componentes de los caudales ecológicos en la estructura física de los ríos, que a su vez determina y sustenta la composición biótica, la producción y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.

En la revisión normativa realizada para distintos países se observó que en el resto de países analizados, por norma general, se encuentran regulados los caudales mínimos, no detectándose normativa asociada a los caudales máximos o generadores, excepto en Australia.

A nivel español se apreció un avance en el establecimiento de caudales máximos y generadores, junto con sus tasas de cambio, para este tercer ciclo de planificación (2022-2027). También se observó un incremento en la realización de estudios de seguimiento ambiental de los caudales generadores dispuestos en la Normativa, entre los que destaca los realizados en el río Ebro aguas abajo del embalse de Flix. Por último, se destacó, respecto al cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio, que prácticamente todas las Demarcaciones han atendido al articulado de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

El sistema de cálculo de caudales máximos se ha mostrado adecuado, aunque en determinadas presas ha tenido que ser acompañado a la explotación de las mismas, ya que impedía mantener el funcionamiento de las infraestructuras de regulación.

Los caudales generadores también han tenido que ser limitados en varios puntos, para evitar un riesgo potencial: pérdida vidas humanas, servicios esenciales, daños materiales, etc.

Durante el transcurso de los trabajos se han ido aplicando una serie de mejoras 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.

En relación con las tasas de cambio, la que se muestra como más útil para los fines de este trabajo ha sido el método QBM, que permite flexibilidad en el cálculo además de ajusten en la curva para garantizar el menor sufrimiento de la biota.

Abundando con el punto de vista metodológico, la transparencia y la participación no han sido un problema para alcanzar los objetivos, aunque han exigido mayores esfuerzos que los planificados (de ahí el retraso en la finalización del estudio), han garantizado que el estudio no se convierta en papel para las estanterías, sino sea una propuesta que pueda llegar al siguiente plan hidrológico y se acepte por todas las partes interesadas.

En relación con los resultados de caudales máximos los menores valores se encuentran en el embalse de Las Parras, 0,19 m³/s, lo cual es concordante con la aportación media anual de 4,69 hm³/año, valores muy similares tiene el siguiente embalse de la lista: Gallipué, 0,2 m³/s con una aportación media anual de 4,69 hm³/año. En el otro extremo, lógicamente, está el complejo Mequinenza-Ribarroja-Flix con el valor de 985 m³/s con una aportación media anual de 16602,3 hm³/año.

Con respecto a los resultados de caudales generadores, los mayores valores de magnitud también se encuentran en el complejo Mequinenza-Ribarroja-Flix, último sistema de embalses antes de la desembocadura, donde se obtiene unos valores de 1400 m³/s, valor que casi multiplica por 5 el del siguiente: 286 m³/s en el complejo El Grado-Mediano, disparidad que no es tan grande si tenemos en cuenta que la aportación media anuales es casi 10 veces mayor. Las menores magnitudes de caudal generador 1 y 1,2 m³/s, las encontramos en los pequeños embalse de Mairaga y Escuriza, con una capacidad de almacenamiento de 2,4 y 2,5 hm³, respectivamente. También es muy reducida su aportación: 1,5 y 3,76 hm³/año.

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 plan del tercer 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).

13. Líneas de trabajo

La realización del Estudio y el alto nivel participativo obtenido, permite realizar una serie de reflexiones y recomendaciones.

- Se ha apreciado la necesidad de realizar un protocolo de actuación para la realización de las maniobras del caudal generador (preparación, ejecución y evaluación). Así como que el establecimiento de estos caudales (generadores) se realice de una manera paulatina, definiéndolos con la práctica, para así evitar al máximo los posibles daños que puedan causar aguas abajo de las presas donde serán implantados.
- Actualmente, la Instrucción de Planificación se encuentra en fase de revisión, según se prevé en el Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarios, por lo que deberá estudiarse la inclusión de las nuevas determinaciones que se incluya en esta futura revisión.
- Se considera adecuado la revisión de los criterios de selección de embalses, con el objeto de aumentar el número de puntos con las componentes del régimen de caudales ecológicos tratados en el presente trabajo.
- Este incremento en el número de embalses puede generar la inclusión de tramos no vadeables en los trabajos de campo, lo que condicionará el empleo de modelos hidrobiológicos 2D en futuros estudios de hábitat.
- Los caudales generadores propuestos deberán aplicarse de forma progresiva, tanto en magnitud como en frecuencia, de forma acorde con la realidad morfológica de cada tramo de río.
- Convendría analizar a través de qué órgano de desagüe se solicitará la suelta del caudal generador, ya que es un tema destacable, tanto para los gestores de presas como para el propio ecosistema fluvial.
- Los caudales generadores, si se pretende que sean una componente efectiva de los caudales ecológicos, no pueden ser ajenos al transporte de sedimentos y a los fenómenos derivados de las alteraciones de los caudales sólidos, ya que se pueden inducir fenómenos de incisión del río aguas abajo de la presa, es decir de arrastre sin reemplazo de los sedimentos que configuran el lecho y que son la base o sustrato del ecosistema fluvial. Por lo que se recomienda realizar estudios de detalle que permitan determinar estos aspectos.
- Por último, se debe resaltar que los caudales propuestos en este estudio 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. Un caso concreto es cuando se hagan realidad las previsiones de cambio climático, entonces debería ser necesaria una revisión, ya que este fenómeno puede favorecer los fenómenos extremos, que afectarían a los indicadores hidrológicos utilizados para determinar estas componentes de los caudales ecológicos.

14. Bibliografía de referencia

Arthington, A.H. (2002). Environmental flows: ecological importance, methods and lessons from Australia. Mekong Dialogue Workshop. International transfer of river basin development experience: Australia and the Mekong Region, 2 September 2002.

Agencia Catalana del Agua (2005). Plan Sectorial de caudales de mantenimiento de las cuencas internas de Cataluña.

Agencia Catalana del Agua (2008). Propuesta de del régimen de caudales ambientales en el tramo final del río Ebro y validación biológica preliminar.

Agencia Catalana del Agua (2008). Propuesta de del régimen de caudales ambientales en las cuencas del Segre, Matarranya, Senia y afluentes del bajo Ebro tramo final del río Ebro y validación biológica.

Agencia Catalana del Agua (2021). Mejora en la gestión del caudal generador. Pruebas piloto aguas abajo de los embalses de la Baells y de Susqueda Pastoral.

Agencia Catalana del Agua (2023). Propuesta gestión de los desembalses desde la presa de Ciurana.

BOE. (2015). Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

BOE (2008) IPH Ministerio de Medio Ambiente. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

BOE (2023). Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

BOE (2023). Real Decreto 48/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa.

BOE (2023). Real Decreto 49/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears.

Bovee, K.D. y T. Cochnauer. (1978). Development and evaluation of weighted criteria, probability of use curves for instream flow assessments: fisheries. Instream Flow information paper nº 3, US. Fish and Wildlife Service Biological Report FWS/OBS 77/63, 38 pp.

Bovee, K. D. (1982). A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper No. 12. U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/26. Fort Collins, Colorado.

Brizga S., Arthington A., (2001). Guidelines for Environmental Flow Management for Queensland Rivers. Centre for Catchment and In-Stream Research, Griffith University and Department of Natural Resources and Mines, Queensland.et al.

Calleja, J. A., (2009). 91E0 Bosques aluviales arbóreos y arborescentes de cursos generalmente altos y medios, dominados o codominados por alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos de montaña (*Fraxinus excelsior*), abedules (*Betula alba* o *B. pendula*), avellanos (*Corylus avellana*) o álamos negros (*Populus nigra*) (*). En: VV.AAAA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 88 p.

CEDEX (2011) Estudio comparativo y de transferibilidad de las curvas de preferencia para el establecimiento de caudales ecológicos. Clave 51-407-1-001.

CEDEX (2011) Mapa de Caudales Máximos. Memoria Técnica.

CEDEX (2019). Crecidas controladas en el río Manzanares para la mejora del régimen de caudales ecológicos.

Collier K.J. y Sacrsbrook M.K., (2000). Use of riparian and hyporheic habitats. EN New Zealand Stream Invertebrates: ecology and implications for management. Collier K.J. y Winterborn M.J. New Zealand Limnological Society. NIWA.

Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Propuesta de caudales generadores y de conectividad para la presa de Itoiz.

Confederación Hidrográfica del Ebro (2019). Diseño de crecidas de mantenimiento: aplicación en el río Cinca.

Confederación Hidrográfica del Ebro-CEDEX (2022). Campaña de muestreo de sedimentos en suspensión en el curso bajo del río Ebro durante la avenida controlada del 5 de mayo de 2022. (Nota técnica).

Confederación Hidrográfica del Ebro (2022). Proyecto de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo (2022-2027).

Confederación Hidrográfica del Duero (2015). Establecimiento del régimen de caudales ecológicos para el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero, del año 2015.

Confederación Hidrográfica del Duero (2015). Primer ensayo de evaluación de caudal generadore en la cuenca del Duero aguas abajo de la presa de Requejada (río Pisuerga, Palencia).

Costa, M. J. (1988). Utilização das curvas de probabilidade de uso de habitat em estudos de determinação do impacto ambiental nos peixes. Actas do Colóquio Luso Espanhol sobre Ecologia das Bacias Hidrográficas e Recursos Geológicos, 73-79. Instituto de Zoologia e Estação de Zoologia Marítima "Dr. Augusto Nobre". Faculdade de Ciências do Porto. Oporto.

DOGC (2023) 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.

Escudero Alcántara A. & al. (2008). Guía básica para la interpretación de los hábitats de interés comunitario en Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid. 432 pág.

Fernández Yuste & Martínez Santa-María (2006) Índices de alteración hidrológica en ecosistemas fluviales. Monografías CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. 178 páginas ISBN 847790426X, 9788477904267.

Fukuda S. & Hiramatsu, K. (2008) Prediction ability and sensitivity of artificial intelligence-based habitat preference models for predicting spatial distribution of Japanese medaka (*Oryzias latipes*). Ecological Modelling. 215, 301-315.

García de Jalón D., González del Tánago M., Casado C. (1992) Ecology of regulated streams in Spain: An overview. Limnetica, 8: 161-166

Gonçalves Moreira de Jesús, M.T., (2002). Impacto de centrais mini-hídricas na qualidade biológica da água: a "Cascata" do Alva (Portugal). III Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua." La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros". Sevilla, 13 a 17 de noviembre de 2003.

Gumbel, E. J., 1941. The return period of flood flows. The annals of mathematical statistics, 12(2), pp. 163-190.

Hampton, H. (1988). Development of Habitat Preference Criteria for Anadromous Salmonids of the Trinity River. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv., Div. Ecol. Serv., Sacramento, California. 93 pp.

Heggenes, J. (1990). Habitat utilization and preferences in juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) in streams. Regulated Rivers: Research and Management, 5: 341-354.

Heggenes, J.; S.J. Salveit; K.A. Vaskin y O. Lingaas. (1994). Predicting fish habitat use responses to changes in waterflow regime modelling critical, minimum flows for atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a heterogeneous stream. Pp.: 124-141. En: Proceedings of the 1st International Symposium on Habitat Hydraulics. I.A.H.R.-SINTEF NHL, Editores. Trondheim, Noruega.

Jowett. I.G; Hayes. J.W.; Duncan. M.J. (2008). A guide To instream habitat survey methods and analysis. NIWA Science and Technology' Series No. 54. 121 p.

Jowett I. Payne T. Milhous R. (2017) SEFA System for Environmental Flow Analysis. Version 1.5 build 1. Aquatic Habitat Analysts Inc.

Lamouroux N., Olivier J.M., Persat H., Pouilly M., Souchon Y. y Statzner B. (1999). Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. Freshwater Biology, 42: 275-299.

MAGRAMA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2008). "Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos". Borrador no publicado.

MAPAMA. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Zonas Inundables de Normas De Explotación. <https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServicios/ZIExplotPresas.pdf>

MARM. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2013). Consultoría y asistencia para la realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y las de las necesidades ecológicas de agua de las masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro, y de las demarcaciones hidrográficas del Segura y del Júcar.

MARM, (2019). Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. M-R-HMF-2019. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/protocolo-caracterizacion-hmf-abril-2019_tcm30-496596.pdf

MOPT. (1992). Propuesta del proyecto de Directrices. Tomo I. Principales problemas hidrológicos de la cuenca. I.1.2.2. Régimen fluvial (pg 58-68)

Manly. B.F.J. McDonald. L.L. Thomas. D.L. (1993). Resource selection by animals. London. Chapman and Hall.

Martinez-Capel, F. 2000. Preferencias de microhábitat de *Barbus bocagei*, *Chondrostoma polylepis* y *Leuciscus pyrenaicus* en la cuenca del río Tajo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Martínez Capel F., García de Jalón D. & Rodilla-Alamá M. (2004), On the estimation of nose velocities and their influence on the physical habitat simulation for *Barbus bocagei*. Hydroécologie Appliquée 14(1): 139-159.

Martínez-Capel, F., García de Jalón, D., Werenitzky, D., Baeza, D. y Rodilla, M. (2006). "Microhabitat use by three Iberian cyprinids and practical considerations for habitat suitability spatial analysis. Symposium on Ecology of Stream Fish: State of the art and future prospects—II. Leon (Spain)".

Martínez Capel (2009). Curvas de idoneidad de microhábitat en las cuencas del Tajo y Duero y estudio específico de curvas para la bermejuela y trucha común adulta. Informe para Infraestructura y Ecología. 109 pp.

Martínez, C. & Fernández-Yuste, J.A. (2010). IAHRIS 2.2 Índices de Alteración Hidrológica en Ríos. Manual de Usuario.

Martínez, C.; Fernández-Yuste, J.A. (2010) IAHRIS 2.2. Índices de alteración hidrológica. Manual de referencia metodológica. UPM. 127 p. Madrid.

Mayo, M.; Gallego, B.; García de Jalón, D. & Brotóns, P.A. (1995). "Preferencias de hábitat de la trucha común en la época de freza. Río Dulce. Guadalajara". *Limnetica*, 11(1):49-54.

Merritt D.M., Scott M.L., Poff N.L., Auble G.T. y Lytle D.A. (2010) Theory, methods and tools for determining environmental flows for riparian vegetation: riparian vegetation-flow response guilds. *Freshwater Biology* 55, 206–225.

Milhous, R.T.; D.L. Wegner y T.J. Waddle. (1981). User's guide to the Physical Habitat Simulation System. FWS/OBS-81/43. Office of Biological Services. United States Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.

Nykänen & Huusko, (2004). Transferability of habitat preference criteria for larval European grayling (*Thymallus thymallus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61 (2), 185-192.

M Nykänen, A Huusko, M Lahti (2004). Changes in movement, range and habitat preferences of adult grayling from late summer to early winter. *Journal of fish biology* 64 (5), 1386-1398

Ollero, A., Ibisate, A. & Elso, J., 2009. El territorio fluvial y sus dificultades de aplicación. *Geographicalia*, pp. 37-62.

Payne, T. R. (1995). IFIM: In Fact It's Magic. *Rivers*, nº 5 (1), 56-57.

Payne, T. R. Eggers, S.D.; Parkinson, D.B. (2004). The number of transects required to compute a robust PHABSIM habitat index. *Hydroécologie appliquée* 14: 27-54.

Pisabarro Pérez, A., 2019. Tesis Doctoral: Cambio global y respuestas ambientales en la cordillera Cantábrica. el Alto Pisuerga. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Poff, N.L.; Allan, J.D; Bain M.B; Karr, J.R.; Prestegaaer K.L.; Richter, B.D.; Sparks, R.E.; Stromberg, J.C. (1997). The natural flow regime. *BioScience* 47: 769-784.

Raleigh. R.F.: Zuckerman, L.D.; Nelson. P.C. (1986). Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: brown trout, revised. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 82 (10.124).

Richter B.D. y Richter H.E., (2000). Prescribing Flood Regimes to Sustain Riparian Ecosystems along Meandering Rivers. *Conservation Biology*, pages 1467-1478. Volume 14, No.5, October 2000.

Santos J.M., Godinho F.N., Ferreira M.T. (2004). Microhabitat use by Iberian nase *Chondrostoma toxostoma* and Iberian chub *Squalius carolitertii* in three small streams, north-west Portugal. *Ecology of Freshwater Fish* 13: 223-230.

Santos J. M., Silva A., Katopodis C., Pinheiro P., Pinheiro A., Bochechas J. and Ferreira M. T. (2012). Ecohydraulics of pool-type fishways: getting past the barriers. *Ecological Engineering*, 48, 38-50

Strange E.M., Fausch K.D. Y Covich A.P., (1999). Sustaining Ecosystem Services in Human-Dominated Watersheds: Biohydrology and Ecosystem Processes in the South Platte River Basin. *Environmental Management* Vol. 24, No. 1, pp.39-54.

Stalnaker, C.B., B.L. Lamb, L. Henrikson, K.D. Bovee y J. Bartholow (1995). The Instream Flow Incremental Methodology. A Primer for IFIM. Biological Report 29, National Biological Service. Washington D.C.

Stalnaker, C.B. (1979). The use of habitat structure preferenda for establishing flow regimes necessary for maintenance of fish habitat. Pages 321-327 in J.V Ward and J. Estanford, editor. The ecology of regulated streams. Plenum, New York.

Tennant D.L., (1976). Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation, and related environmental resources. IN: Osborn, J.F.; Allman, C.H. eds., Proceedings of the symposium and speciality conference on instream flow needs II. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp. 359-373.

Unión Europea (2015). Caudales ecológicos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua Documento No. 31- Grupo de trabajo de caudales ecológicos de la CIS (Estrategia común de Implantación).

Unión Europea (2023). Gestión integrada de los sedimentos. Directrices y buenas prácticas en el contexto de la Directiva Marco del Agua. Grupo de trabajo de la CIS (Estrategia común de Implantación).

White, R.G. (1976) A methodology for recommending stream resource maintenance flows for large rivers. Procs. on Instream flow needs Symp. 376-386.