

**ANEXO V**

**ESTUDIOS PREVIOS PARA LA  
APROXIMACIÓN TÉCNICA A LOS  
CAUDALES ECOLÓGICOS DE LA  
CUENCA DEL EBRO**

Versión 2.0

Zaragoza, marzo de 2010

# ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Base normativa .....	2
2.1.	Texto Refundido de la Ley de Aguas.....	2
2.2.	Reglamento de Planificación Hidrológica .....	2
2.3.	Instrucción de Planificación hidrológica.....	3
3.	Metodología.....	4
3.1.	Objetivos .....	4
3.2.	Ámbito espacial .....	5
3.3.	Componentes del régimen de caudales ecológicos .....	5
3.3.1.	Distribución temporal de caudales mínimos .....	6
3.3.2.	Distribución temporal de caudales máximos .....	13
3.3.3.	Tasa de cambio .....	15
3.3.4.	Caracterización del régimen de crecidas.....	15
3.4.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente.....	16
3.5.	Régimen de caudales durante sequías prolongadas .....	17
3.6.	Requerimientos hídricos de lagos y zonas húmedas .....	17
3.6.1.	Identificación y priorización de lagos y zonas húmedas.....	17
3.6.2.	Determinación de las necesidades hídricas en los humedales seleccionados .....	21
4.	Resultados.....	23
4.1.	Regímenes de caudales ecológicos .....	23
4.1.1.	Métodos hidrológicos.....	23
4.1.2.	Modelización del hábitat.....	25
4.1.3.	Alteración hidrológica de las masas de agua .....	32
4.1.4.	Distribución temporal de caudales mínimos .....	34
4.1.5.	Distribución temporal de caudales máximos .....	36
4.1.6.	Tasa de cambio .....	36
4.1.7.	Régimen de crecidas .....	37
4.2.	Regímenes de caudales durante sequías prolongadas .....	37
4.3.	Requerimientos hídricos de lagos y zonas húmedas .....	38
4.3.1.	Identificación y priorización de lagos y zonas húmedas.....	38
Apéndice 1	Estimación preliminar de caudales mínimos obtenidos por algunos métodos hidrológicos para cada masa de agua de la cuenca y pendientes de validar con métodos biológicos	
Apéndice 2	Caudales mínimos obtenidos por modelización del hábitat en 70 puntos de la cuenca del Ebro	
Apéndice 3	Propuesta de distribución temporal de caudales ecológicos mínimos en las principales estaciones de aforo de la cuenca del Ebro	
Apéndice 4	Propuesta preliminar de la distribución temporal de caudales máximos en 33 tramos de la cuenca del Ebro	

- Apéndice 5 Recopilación preliminar de información básica para la determinación de las tasas de cambio en la cuenca del Ebro
- Apéndice 6 Tanteo preliminar de caudales generadores por algunos métodos para cada masa de agua de la cuenca del Ebro
- Apéndice 7 Propuesta preliminar del régimen de caudales durante sequías prolongadas en las principales estaciones de aforo de la cuenca del Ebro no afectadas por espacios de la Red Natura 2000

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Criterios y fuentes de información empleadas en este estudio para la selección de humedales .....	20
Tabla 2.	Selección de especies objetivo para la modelización del hábitat.....	28
Tabla 3.	Masas de agua consideradas como hidrológicamente alteradas .....	32
Tabla 4.	Criterios y tipos de humedales objeto de exclusión previa en la Demarcación del Ebro.....	38
Tabla 5.	Resultados generales del proceso de selección de humedales en la Demarcación del Ebro.....	38
Tabla 6.	Humedales clasificados para la clase M1-T1 en la Demarcación del Ebro .....	39
Tabla 7.	Humedales clasificados para la clase M1-T2 en la Demarcación del Ebro.....	39
Tabla 8.	Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1 en la Demarcación del Ebro.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema metodológico par la selección de especies piscícolas para la modelización de hábitat en las masas de agua seleccionadas de la Demarcación del Ebro .....	11
Figura 2.	Procedimiento de identificación y priorización de zonas húmedas para el estudio de sus necesidades hídricas .....	19
Figura 3.	Aforos de referencia e hidrorregiones para la construcción de series de caudales naturales diarias ...	24
Figura 4.	Masas seleccionadas para la modelización de hábitat en la Demarcación del Ebro .....	25
Figura 5.	Estaciones de aforo con régimen de caudales ecológicos mínimos en la Demarcación del Ebro.....	35
Figura 6.	Estaciones de aforo con régimen de caudales durante sequías prolongadas.....	37

## 1. INTRODUCCIÓN

En el artículo 42 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) se establece, que entre otros, el contenido de los planes hidrológicos de cuenca será:

*b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*

*c') La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural. . A este efecto se determinarán:*

*Los caudales ecológicos, entendiendo como tales los que mantiene como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.*

...

Y en el artículo 4 b) c') de su Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), se concreta lo siguiente:

*b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*

*c') La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural. A este efecto determinarán los caudales ecológicos y las reservas naturales fluviales, con la finalidad de preservar, sin alteraciones, aquellos tramos de ríos con escasa o nula intervención humana.*

El presente anejo recoge el régimen de caudales ecológicos de las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Ebro, y se ha estructurado en los siguientes apartados:

- Introducción
- Base normativa
- Metodología
- Resumen de los resultados

Información más detallada sobre el régimen de caudales ecológicos en la demarcación hidrográfica del Ebro se encuentra en los trabajos de “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”, elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).

## 2. BASE NORMATIVA

### 2.1. TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS

El texto refundido de la Ley de Aguas, TRLA en adelante, aprobado por RD Legislativo 1/2001, de 20 de julio, señala en su artículo 40 los objetivos de la planificación hidrológica:

*La planificación hidrológica tendrá por objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta Ley, la satisfacción de 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 en su artículo 42 b) c'), sobre "El contenido de los planes hidrológicos de cuenca", hace referencia a la asignación y reserva de recursos:

*1. Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

*b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*

*c') La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural.*

Posteriormente, la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, en su Disposición Final Primera modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, de modo que el apartado 1.b.c' del artículo 42 queda redactado en los siguientes términos:

*c') La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural. A este efecto se determinarán:*

*Los caudales ecológicos, entendiéndolos como tales los que mantiene como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.*

...

### 2.2. REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

El Reglamento de Planificación Hidrológica, RPH en adelante, aprobado mediante el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, recoge el articulado y detalla las disposiciones del TRLA relevantes para la planificación hidrológica.

En su artículo 4 transcribe el artículo 42.b) c') del TRLA referente a la asignación y reserva de recursos en el contenido obligatorio de los planes hidrológicos de la Demarcación:

*Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

*b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*

*c') La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural. A este efecto determinarán los caudales ecológicos y las reservas naturales fluviales, con la finalidad de preservar, sin alteraciones, aquellos tramos de ríos con escasa o nula intervención humana. Estas reservas se circunscribirán estrictamente a los bienes de dominio público hidráulico.*

Además, en su artículo 18 recoge lo relativo a los caudales ecológicos en el plan hidrológico:

- 1. El plan hidrológico determinará el régimen de caudales ecológicos en los ríos y aguas de transición definidos en la demarcación, incluyendo también las necesidades de agua de los lagos y de las zonas húmedas.*
- 2. Este 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. Para su establecimiento los organismos de cuenca realizarán estudios específicos en cada tramo de río.*
- 3. El proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos se desarrollará conforme a un proceso de concertación que tendrá en cuenta los usos y demandas actualmente existentes y su régimen concesional, así como las buenas prácticas.*
- 4. En caso de sequías prolongadas podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua. Esta excepción no se aplicará en las zonas incluidas en la red Natura 2000 o en la Lista de humedales de importancia internacional de acuerdo con el Convenio de Ramsar, de 2 de febrero de 1971. En estas zonas se considerará prioritario el mantenimiento del régimen de caudales ecológicos, aunque se aplicará la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones.*
- 5. En la determinación del flujo interanual medio requerido para el cálculo de los recursos disponibles de agua subterránea se tomará como referencia el régimen de caudales ecológicos calculado según los criterios definidos en los apartados anteriores.*

### 2.3. INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

El apartado 2.4 de la Instrucción de Planificación Hidrológica, IPH en adelante, aprobada por la Orden Ministerial ARM 2656/2008, recoge y desarrolla los contenidos del Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) y del Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y detalla el proceso para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos:

*El establecimiento del régimen de caudales ecológicos se realizará mediante un proceso que se desarrollará en tres fases:*

- a) Una primera fase de desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua. Los estudios a desarrollar deberán identificar y caracterizar aquellas masas muy alteradas hidrológicamente, sean masas de agua muy modificadas o no, donde puedan existir conflictos significativos con los usos del agua. Durante esta fase se*

*definirá un régimen de caudales mínimos menos exigente para sequías prolongadas.*

*b) Una segunda fase consistente en un proceso de concertación, definido por varios niveles de acción (información, consulta pública y participación activa), en aquellos casos que condicionen significativamente las asignaciones y reservas del plan hidrológico.*

*c) Una tercera fase consistente en el proceso de implantación concertado de todos los componentes del régimen de caudales ecológicos y su seguimiento adaptativo.*

*El plan hidrológico recogerá una síntesis de los estudios específicos efectuados por el organismo de cuenca para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.*

La IPH desarrolla en su apartado 3.4.1 la metodología necesaria para realizar estos estudios específicos, en su apartado 3.4.2 la identificación y caracterización de las masas muy alteradas hidrológicamente y en su apartado 3.4.3 la definición del régimen de caudales mínimos menos exigente para sequías prolongadas.

### 3. METODOLOGÍA

El proceso de establecimiento del régimen de caudales ecológicos se realiza, tal y como se recoge en el apartado 3.4 de la IPH, mediante un proceso que se desarrolla en tres fases:

- Una primera fase de desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua.
- Una segunda fase consistente en un proceso de concertación, definido por varios niveles de acción (información, consulta pública y participación activa), en aquellos casos que condicionen significativamente las asignaciones y reservas del plan hidrológico.
- Una tercera fase consistente en el proceso de implantación concertado de todos los componentes del régimen de caudales ecológicos y su seguimiento adaptativo.

El presente capítulo describe la metodología empleada para realizar estos estudios técnicos específicos de determinación del régimen de caudales ecológicos de las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Ebro. Esta metodología se basa en la que se expone en la IPH en sus apartados 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3.

#### 3.1. OBJETIVOS

El régimen de caudales ecológicos se ha de establecer 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.

Para alcanzar estos objetivos el régimen de caudales ecológicos debe cumplir los requisitos siguientes:

- Proporcionar condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante el mantenimiento de los procesos ecológicos y geomorfológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos.
- Ofrecer un patrón temporal de los caudales que permita la existencia, como máximo, de cambios leves en la estructura y composición de los ecosistemas acuáticos y hábitat asociados y permita mantener la integridad biológica del ecosistema.

Los regímenes de caudales ecológicos obtenidos en el marco de estos estudios, pasan a formar parte de la propuesta Normativa del Plan, una vez hayan sido validados por métodos de simulación de hábitat y por registros de estaciones de aforo operativas.

### 3.2. ÁMBITO ESPACIAL

El ámbito espacial para la caracterización del régimen de caudales ecológicos se extiende a todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría ríos que no están muy modificadas por la presencia de un embalse ni son masas artificiales, o de la categoría de transición asimilables a ríos de la demarcación del Ebro.

### 3.3. COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

A la hora de calcular los regímenes de caudales, la IPH hace distinción entre ríos permanentes, temporales, intermitentes y efímeros, y aguas de transición:

En ríos permanentes, el régimen de caudales ecológicos define, desde el punto de vista temporal, al menos, las siguientes características:

- Caudales mínimos que deben ser superados
- Caudales máximos que no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras
- Distribución temporal de los anteriores caudales mínimos y máximos
- Caudales de crecida
- Tasa de cambio

En ríos temporales, ríos intermitentes y ríos efímeros se determina además el periodo de cese de caudal y su tasa de recesión.

En el caso de las aguas de transición el régimen de caudales ecológicos definirá, desde el punto de vista temporal, al menos, las siguientes características:

- a) Caudales mínimos y su distribución temporal
- b) Caudales altos y crecidas

Con carácter general, los resultados obtenidos para ríos son aplicables a las aguas de transición, siempre y cuando se cumplan las funciones ambientales de las mismas. Estos resultados pueden ser ajustados mediante la utilización de modelos de salinidad, que reflejen las preferencias ecológicas de determinadas especies objetivo.

### 3.3.1. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS

La distribución temporal de caudales mínimos se obtiene aplicando métodos hidrológicos y sus resultados deben ser ajustados mediante la modelación de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río.

#### 3.3.1.1. MÉTODOS HIDROLÓGICOS

En la obtención de caudales ambientales mínimos por métodos hidrológicos se ha considerado el grupo de metodologías que propone la IPH:

- a) La definición de variables de centralización móviles anuales, de orden único o variable. Las variables analizadas han sido las siguientes:
  - QBM media y mediana: el caudal mínimo ecológico corresponde con el caudal en el que los incrementos relativos de los valores mínimos de dos intervalos consecutivos de medias móviles, es máximo, obteniéndose de este modo un caudal mínimo para cada año de la serie estudiada y tomando finalmente como valor de caudal mínimo ecológico alguna medida de centralización (media, mediana) de esa serie de caudales mínimos.
  - Q pendiente: el caudal mínimo se obtiene de aquel caudal a partir del cual la curva de la relación caudal-tamaño del intervalo, cambia significativamente de pendiente.
  - Q 25 d: el caudal mínimo se obtiene calculando la media móvil de los caudales que han circulado durante 25 días consecutivos, tomando finalmente la media de los mínimos de todos los años estudiados.
- b) La definición de percentiles entre el 5 y el 15% a partir de la curva de caudales clasificados, que permitirán definir el umbral habitual del caudal mínimo, para lo que se han calculado los percentiles P5 y P15.

Las metodologías propuestas necesitan de una serie hidrológica representativa de al menos 20 años en régimen natural que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos. Esta serie debe estar caracterizada a escala diaria, por lo que se ha determinado de la siguiente forma:

- Utilización directa de la red de aforos, de encontrarse las masas de agua en régimen natural.
- Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala mensual (SIMPA V2) con la posterior aplicación del patrón de distribución diario correspondiente a estaciones

de control en régimen natural o cuasi-natural situadas en tramos pertenecientes al mismo tipo fluvial, para lo que se han empleado las hidrorregiones definidas por el CEDEX.

En algunas ocasiones, no obstante, se ha optado por agregar caudales de ríos próximos en cabecera hasta llegar a un caudal próximo al natural que pueda servir de patrón para la masa de agua en la que se quiere construir la serie. Esto se ha hecho en los casos en los que la estación de aforo de referencia es de una magnitud hidrológica muy distinta a la de la serie a generar.

Las series diarias se han obtenido para los últimos 20 años, es decir, para el periodo 1987-2006, que se caracteriza por una alternancia equitativa de periodos secos y húmedos y permite que los resultados puedan ser comparables con los utilizados para la asignación de reservas y recursos.

### 3.3.1.2. MÉTODOS DE MODELACIÓN DEL HÁBITAT

La modelación de la idoneidad del hábitat se basa en la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat físico para la especie o especies objetivo, obteniéndose curvas que relacionen el hábitat potencial útil con el caudal en los tramos seleccionados.

La determinación de caudales ecológicos por modelación del hábitat físico se realiza a partir de una cuantificación del hábitat de una especie de referencia (normalmente piscícola) y del análisis de su relación con el caudal mediante simulación hidráulica, para lo que hay que realizar las siguientes tareas:

- Selección de tramos de estudio.
- Selección de especies objetivo
- Generación de curvas de preferencia de microhábitat como elemento esencial en la generación de los modelos de hábitat.
- Trabajos de campo destinados a la construcción y calibración de los modelos de hábitat.
- Análisis de resultados y contraste con los métodos hidrológicos.

#### 3.3.1.2.1. SELECCIÓN DE TRAMOS Y ESPECIES

##### **SELECCIÓN DE TRAMOS**

Los caudales ecológicos determinados serán validados exclusivamente para estos tramos seleccionados para la modelización del hábitat.

La selección de tramos a modelizar se realiza en un número suficiente de masas de agua, recomendándose un mínimo del 10% del total. Además, debe ser suficiente para cubrir, al menos, un tramo en cada uno de los tipos más representativos, especialmente en lo que se refiere a diferencias en el régimen de caudales. Los tramos representativos se seleccionan dando prioridad a las masas de agua con mayor importancia ambiental o que estén situadas

aguas abajo de grandes presas o derivaciones importantes y que puedan condicionar las asignaciones y reservas de recursos del plan hidrológico.

Los tramos se han seleccionado en base a los siguientes criterios:

- a) Tramos que dispongan de estaciones de aforo en funcionamiento, en la medida de lo posible.
- b) Tramos estratégicos, en los que el establecimiento del caudal ecológico pueda tener repercusiones en las asignaciones y reservas de recursos que se establecerán en los planes hidrológicos.
- c) Tramos de mayor importancia ambiental, prestando especial atención a los elementos de la Red Natura 2000 o con cualquier figura de protección, así como los que alberguen especies en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat, vulnerables o de interés especial.
- d) Tramos que pertenezcan a masas que se encuentren en un buen estado de conservación, que sean representativos de las condiciones naturales del río.
- e) Otros tramos identificados como clave en la gestión de las sequías, incluidos como punto de definición de caudal ecológico en el Plan Hidrológico anterior, los que por la confluencia de ríos se consideren importantes y los relacionados con el desarrollo de importantes infraestructuras y que vengan recogidos en el Esquema de Temas Importantes.

Así mismo se ha seleccionado al menos un tramo de cada tipo de río de los establecidos en la IPH, y siempre quedando representados todos los sistemas de explotación de la demarcación.

En la selección de tramos de importancia estratégica, para cubrir el criterio a) y el criterio d), cada masa se ha caracterizado en función de los siguientes criterios:

- Presa que afecta a la masa de agua (aguas arriba)
- Capacidad de embalse
- Índice regulación calculado por el CEDEX para el IMPRESS 2005<sup>1</sup>
- Otros elementos de regulación: presencia de centrales hidroeléctricas significativas, azudes con afección significativa al flujo y otros elementos singulares, como canales de riego.
- Tramos incluidos como prioritarios en la presentación del esquema de Temas Importantes realizada por la OPH (con el apoyo de las áreas de Calidad y Vertidos) a la Comisión de Planificación del Consejo del Agua (diciembre de 2007), y tramos con problemas de caudal identificado por el Área de Calidad.
- Aforos en funcionamiento

---

<sup>1</sup> Para la valoración de la presión derivada de la regulación de flujo debida de la presencia de embalses se ha hecho uso del indicador de regulación de flujo por embalse, que compara en cada punto de la red de drenaje de la cuenca, la capacidad de embalse acumulada aguas arriba, en hm<sup>3</sup>, con la aportación total en régimen natural acumulada aguas arriba de la masa, en hm<sup>3</sup>.

- Estación de la red de vigilancia de CEMAS

La selección se ha realizado de acuerdo a la siguiente jerarquía de criterios:

- Inclusión en la Propuesta de la CHE (Esquema de Temas Importantes o Área de Calidad).
- Masas caracterizadas como muy modificadas por regulación.
- Masas condicionadas por embalses en función de la capacidad de éste y el índice de regulación.
- Otros condicionantes singulares.

En la selección de tramos de importancia ambiental, para cubrir los criterios b) y c), cada masa se ha caracterizado en función de los siguientes criterios:

- Masa incluida en LIC
- Masa incluida en ZEPA
- Masa que coincide con tramo piscícola
- Masa incluida en la red de referencia
- Masa incluida en la propuesta de reservas fluviales del MARM
- Masa identificada de forma preliminar como tramo de alta naturalidad para el Esquema de Temas Importantes de la CH Ebro
- Aforos en funcionamiento
- Estación de la red de vigilancia de CEMAS

La selección se ha realizado de acuerdo a la siguiente jerarquía de criterios:

- Inclusión en la Red de referencia.
- Mayor número de figuras de protección actuales (LIC, ZEPA, tramos piscícolas) y potenciales (reserva natural fluvial).

Una vez seleccionadas las masas de agua sobre las que se van a realizar los trabajos de modelización, mediante el reconocimiento de campo se ha realizado la selección de tramos representativos dentro de la propia masa, de modo que estos cuenten con la longitud suficiente para cubrir la variabilidad física y ecológica y que incluyan los distintos mesohábitats (hábitats lénticos y lóticos) presentes en el río.

### **SELECCIÓN DE LAS ESPECIES**

La selección de las especies se basa en la consideración de especies autóctonas, dando prioridad a las especies recogidas en los Catálogos de Especies Amenazadas dentro de las categorías de En Peligro de Extinción, Vulnerables, Sensibles a la Alteración de su Hábitat y de Interés Especial, así como a las especies recogidas en los anexos II y IV de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992. Se ha tenido en cuenta, además, la viabilidad en la elaboración de sus curvas de preferencia, y su sensibilidad a los cambios en el régimen de caudales, en particular al tipo de alteración hidrológica que sufre la masa de agua.

El trabajo de selección de especies se ha realizado en dos fases fundamentales:

## FASE 1: ANÁLISIS DE ESPECIES POR CUENCAS

En primera instancia se ha hecho un censo de las comunidades piscícolas presentes en cada la cuenca, y más concretamente en los tramos seleccionados. La información ha procedido en todo caso del Inventario Nacional de Biodiversidad. Versión 3.0 y del Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España.

Después se han identificado las autóctonas, así como el grado de protección en cada caso, evaluándose para cada una de ellas los aspectos considerados en la IPH.

A partir de esta información, teniendo en cuenta también la abundancia de especies presentes en las masas de agua seleccionadas y el criterio de experto, se ha realizado una selección de especies a modo de propuesta, para contrastar con lo que se establece en la Fase 2.

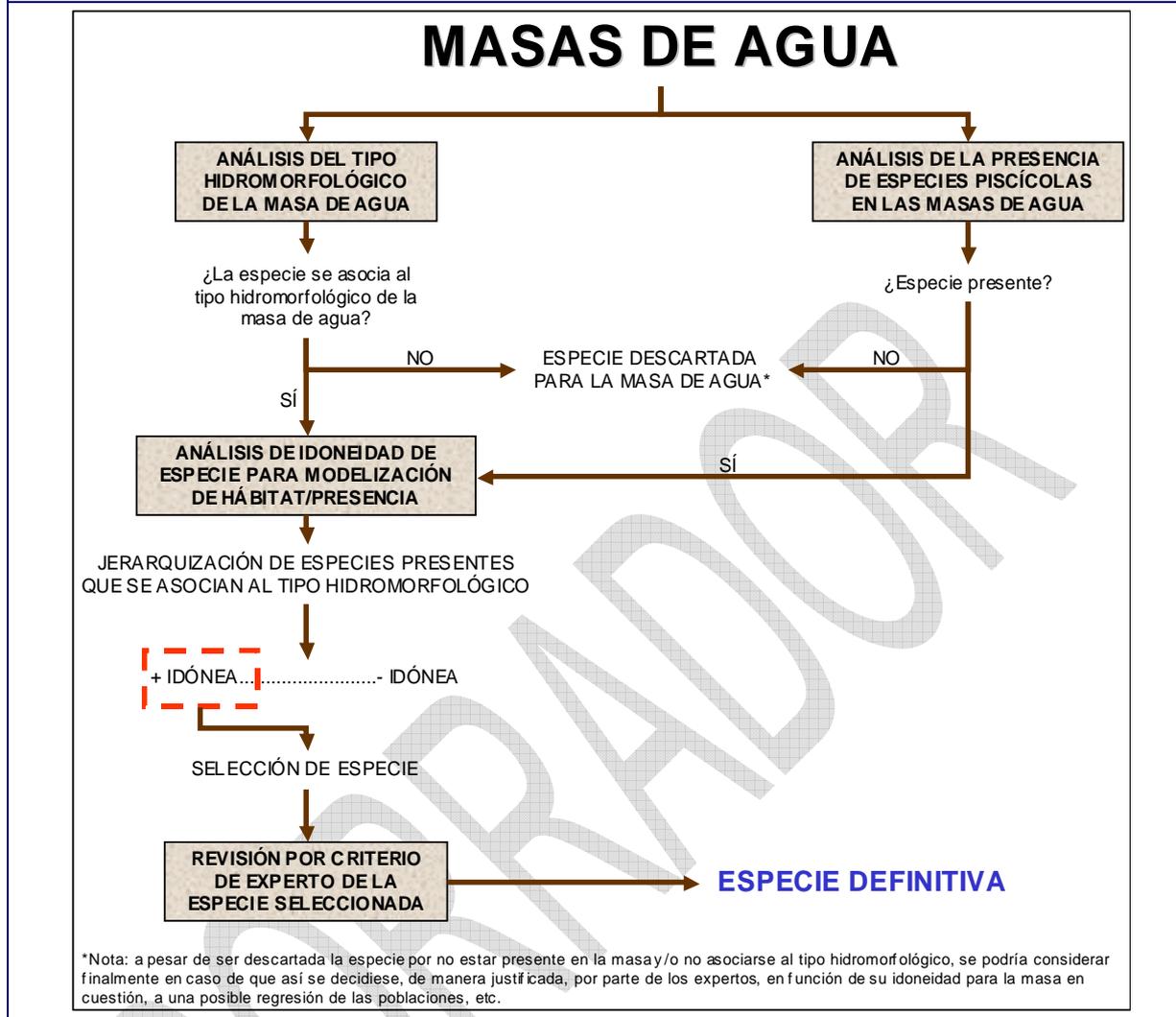
## FASE 2: ANÁLISIS DE ESPECIES POR MASAS DE AGUA SELECCIONADAS

En esta fase se ha procedido a analizar, en las masas seleccionadas, cuales son las especies autóctonas presentes en cada caso, para seleccionar en cada una la especie o especies concretas que se utilizarán. Este análisis de mayor detalle permite identificar aquellas masas en las que no existan especies seleccionadas en la fase 1, de modo que se deba ampliar dicho listado de especies objetivo para que exista al menos una especie representativa por masa de agua.

Como resultado de ambas fases se obtiene un listado definitivo de especies objetivo sobre las que centrar los trabajos de modelización de hábitat.

La selección de la especie concreta a utilizar por masa de agua en los trabajos de determinación de los caudales ecológicos por modelización de hábitat se ha realizado de acuerdo al siguiente esquema:

**Figura 1. Esquema metodológico par la selección de especies piscícolas para la modelización de hábitat en las masas de agua seleccionadas de la Demarcación del Ebro**



### 3.3.1.2.2. ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LAS CURVAS DE HÁBITAT POTENCIAL ÚTIL-CAUDAL

Para las especies objetivo se desarrollan curvas que relacionen el hábitat potencial útil (APU) con el caudal, a partir de las simulaciones de idoneidad del hábitat. En el caso de las especies piscícolas se desarrollan para, al menos, dos estadios del ciclo vital de la especie objetivo: talla grande, talla pequeña o adulto-juvenil-alevín.

Las curvas que se han empleado en los estudios de la demarcación del Ebro son la de *Barbus haasi* elaborada por Grossman y Sostoa (1994), la de *Salmo trutta* de García de Jalón et al. (1997), la de *Barbus bocagei* de Martínez Capel (2000) y la de *Chondrostoma miegii* de Martínez Capel (2004).

A partir de estas curvas se puede generar una curva combinada para facilitar la toma de decisiones y la concertación sobre un único elemento, donde se puede reflejar el régimen

propuesto correspondiente al estadio más restrictivo o más sensible. Esta curva se ha generado mediante la combinación ponderada y adimensional de hábitat potenciales útiles, determinados para los estadios predominantes en los periodos temporales considerados.

La curva combinada viene referida a un periodo húmedo y a otro de estiaje, considerando en cada uno de ellos la predominancia de los estadios de la especie objetivo. A falta de estudios más detallados, en época de estiaje se consideran prioritarios los alevines y en época húmeda los juveniles frente al estadio adulto, persistente durante todo el año.

La generación de las curvas combinadas para la Demarcación del Ebro se ha realizado de la siguiente manera:

- Periodo húmedo: 0,6 Juveniles + 0,4Adultos
- Periodo de estiaje: 0,6 Alevines + 0,4Adultos

La simulación de la idoneidad del hábitat se ha realizado mediante modelos bidimensionales, utilizando el programa RIVER 2D, modelo hidrodinámico bidimensional por elementos finitos que caracteriza la velocidad media de la columna de agua para uso en cauces naturales, y sólo en casos muy concretos se ha realizado mediante modelos unidimensionales, mediante el programa RHYHABSIM, modelo hidrodinámico de resolución mediante el método del paso hidráulico calibrado en cada transepto para el ajuste del perfil de velocidades.

### 3.3.1.3. OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS

La distribución de caudales mínimos se determina ajustando los caudales obtenidos por métodos hidrológicos al resultado de la modelación de la idoneidad del hábitat, de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

- a) Considerar el caudal correspondiente a un umbral del hábitat potencial útil comprendido en el rango 50-80% del hábitat potencial útil máximo.
- b) Considerar el caudal correspondiente a un cambio significativo de pendiente en la curva de hábitat potencial útil-caudal.

En el caso de que la curva de hábitat potencial sea creciente y sin aparentes máximos, se ha adoptado como valor máximo el hábitat potencial útil correspondiente al caudal definido por el rango de percentiles 10-25 % de los caudales medios diarios en régimen natural, obtenido de una serie hidrológica representativa de, al menos, 20 años.

Por lo tanto, para la obtención de la distribución de caudales mínimos se analizan tanto los distintos caudales mínimos obtenidos por métodos hidrológicos (QBM media y mediana, Q 25 d, Q pendiente, P5 y P15) como los resultados de la modelización del hábitat (Q 80% APU máximo, Q 50% APU máximo, y en el caso de las masas alteradas hidrológicamente, Q 30% APU máximo). Estos valores se modulan mensualmente de acuerdo a un factor que presente una modulación que se adapte al cambio natural del flujo pero algo más plana. Dicho factor es el siguiente:

$$\sqrt[3]{\frac{Q_i}{Q_{\min}}}$$

El índice mensual resulta de dividir el caudal medio de cada mes entre el caudal medio del mes mínimo, a lo que se aplica como exponente la raíz cúbica.

La propuesta de régimen de mínimos se obtiene de analizar conjuntamente y combinar estos resultados. En el caso de las masas no alteradas se han establecido regímenes que fluctúen entre el 50% y el 80% del APU máximo, y en el caso de las alteradas entre el 30 y 50% del APU máximo. Estos rangos son mínimos, pudiendo ser más altos si otros elementos de análisis lo aconsejan, de manera que los porcentajes de APU son sensiblemente superiores cuando los mínimos se cubren con caudales muy bajos.

En esta propuesta se ha procurado dar un caudal ecológico que suponga una mejora ambiental, pero siempre teniendo en cuenta el cumplimiento de garantías con el caudal en régimen natural todos los meses del año, por lo que en la elección del régimen más adecuado se ha realizado un análisis de cumplimiento de dichas garantías, ya que se entiende que el régimen de mínimos no debe entrar en incumplimientos significativos con el natural.

Además, para no comprometer los usos existentes, se ha procedido a analizar el caudal diario circulante por las estaciones de aforo. En el caso de que existan caudales aforados, este análisis permite anticipar los problemas que puedan derivarse de la aplicación del régimen, con la estructura de usos de los últimos años. Dicho análisis se ha realizado mediante el estudio de los percentiles de las series diarias registradas en las estaciones de aforo en los últimos años, para hacer una propuesta que, dentro de los criterios expuestos anteriormente, no resulte inasumible. Esto ha llevado en muy pocos casos a modificar el factor de variación.

### 3.3.2. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS

En condiciones extraordinarias, riesgo de avenidas, desembalses, conducciones forzadas, es necesario evacuar por un tramo de un río un caudal de una magnitud mayor al que correspondería en condiciones habituales en el tramo en esa época del año. Estos caudales pueden producir efectos negativos sobre el comportamiento y evolución del sistema fluvial, especialmente si la situación de caudales altos se prolonga durante un tiempo largo. Por esta razón es interesante conocer cuáles pueden ser los caudales máximos que podrían hacerse circular de forma artificial por un tramo fluvial, poniendo como valor límite aquel que pueda producir daños graves en el ecosistema.

En el diseño de regímenes de caudales que pretendan minimizar los daños ocasionados por la alteración de caudales en un sistema fluvial, se incluye como uno de sus componentes una distribución estacional de caudales máximos, entendiendo por caudales máximos aquellos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas.

Los caudales máximos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas se definen en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año.

Su caracterización se realiza 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, no se utilizan percentiles superiores al 90%, en consonancia con los umbrales propuestos en apartados posteriores para los índices de alteración hidrológica.

Este régimen máximo de caudales máximos debe ser 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. A falta de estudios de más detalle, se debe 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.

Las velocidades admisibles se extraen de curvas que relacionen el tamaño del individuo con la velocidad máxima admisible. En caso de no disponer de dichas curvas y de tratarse de especies piscícolas, se utilizan los siguientes intervalos de velocidades máximas limitantes: alevines (0,5-1 m/s), juveniles (1,5-2 m/s) y adultos (<2,5 m/s).

Para el diseño de la distribución de caudales máximos se ha utilizado como condicionante la velocidad limitante (velocidad crítica) para la evolución y desarrollo de la fauna piscícola. Las velocidades producidas en el cauce con un determinado caudal circulante se obtienen de los programas hidráulicos que se han generado al modelizar el hábitat. Se ha utilizado como criterio para fijar el caudal máximo en el periodo seco la velocidad para alevines de 1 m/s, y para el periodo húmedo la velocidad para juveniles de 2 m/s.

El procedimiento de verificación ha consistido en lo siguiente:

- Se ha realizado una simulación de caudales comenzando por aquellos en los que se observa una disminución del hábitat (en las curvas APU-Q ya generadas en los tramos) de alevines o juveniles.
- La simulación continúa con valores crecientes de caudal hasta alcanzar el caudal máximo medio anual, según los datos hidrológicos obtenidos para ese tramo.
- Para cada caudal simulado se ha obtenido del programa la serie de velocidades medias de la trama de puntos que utiliza el programa para la simulación.
- Sobre esta serie se ha calculado el porcentaje de superficie en el tramo que supera los valores de 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 m/s, y se ha dispuesto en una tabla de doble entrada velocidad-caudal.
- Sobre la serie de porcentajes obtenidos se ha elegido el caudal en el que se observa se supera el 50 % de superficie de velocidad crítica en la velocidad de 1 m/s, que se asigna a periodo seco y, de 2 m/s que se asigna a húmedo.

La definición de estos dos periodos se realiza en función de las emergencias de alevines de las especies de peces condicionantes en cada tramo. Si son ciprínidos se considera que el periodo seco va desde mayo-octubre y el húmedo de noviembre a abril; en el caso de la trucha el periodo seco comprende marzo-agosto y el húmedo septiembre-febrero.

### 3.3.3. TASA DE CAMBIO

La 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, se estima considerando la distribución de variaciones temporales sucesivas en régimen natural.

Esto se realiza 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 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 puede 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.

Los parámetros analizados han sido por tanto los valores medios de los incrementos o descensos diarios de caudal en la serie de caudales diarios característica del tramo correspondientes al percentil 70 y al 90.

### 3.3.4. CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE CRECIDAS

En aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación la crecida asociada al caudal generador se asocia al caudal de sección llena del cauce y se define 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 magnitud de la crecida asociada al caudal generador se ha calculado para distintos periodos de retorno:

- Caudal ecológico máximo media móvil 30 días
- Caudal máximo con periodo de retorno  $T= 2$
- Caudal máximo con periodo de retorno  $T= 1,5$
- Caudal máximo con periodo de retorno del estudio de periodos de retorno asociados al caudal generador realizado por el CEDEX

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

La validación del caudal generador se debe llevar 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.

### 3.4. MASAS DE AGUA MUY ALTERADAS HIDROLÓGICAMENTE

En los ríos y estuarios identificados como masas de agua se analiza su grado de alteración hidrológica mediante el cálculo de índices de alteración hidrológica, identificándose aquellas masas que se encuentren en un grado severo de alteración hidrológica en la situación actual presentando conflictos entre los usos existentes y el régimen de caudales ecológicos.

Con estos índices se comparan las condiciones del régimen natural de referencia con las condiciones actuales, utilizando para ello un conjunto de parámetros que caracterizan estadísticamente la variación hidrológica inter e intraanual. Los parámetros utilizados deben basarse en las características fundamentales de los regímenes hidrológicos, como magnitud, duración, frecuencia, estacionalidad y tasa de cambio.

Se entiende que una masa de agua está muy alterada hidrológicamente cuando presenta una desviación significativa en la magnitud de los parámetros que caracterizan las condiciones mensuales y anuales del régimen hidrológico, repercutiendo de manera importante sobre la disponibilidad de hábitat tanto para los organismos acuáticos como para los organismos terrestres asociados. Se considera que la desviación es significativa cuando la magnitud del parámetro anual o mensual se desvía significativamente de los valores del percentil del 10% al 90% de la serie en régimen natural.

Para realizar este análisis se ha utilizado el programa IAHRIS, que mediante la comparación de la serie diaria de caudales en régimen natural utilizada para el estudio hidrológico con otra en régimen alterado obtenida de las estaciones de aforo de la demarcación, permite caracterizar el régimen natural, como estado de referencia, y evaluar la alteración hidrológica gracias a una serie de índices que permiten valorar el grado de alteración del régimen hidrológico en aquellos aspectos de mayor significación ambiental. Los resultados obtenidos con el programa IAHRIS han sido posteriormente analizados y corregidos por criterio de experto.

En las masas de agua muy alteradas hidrológicamente se define un régimen de caudales con los criterios indicados en los apartados anteriores, en lo que se refiere a la distribución temporal de máximos y mínimos, tasa de cambio y caudal generador, ajustando los caudales mediante la simulación de la idoneidad del hábitat para las especies objetivo identificadas. Cuando se comprueba que la diferencia entre el régimen de caudales reales y el determinado por estos procedimientos es muy significativa, se realiza una estimación en la que el umbral utilizado para fijar el régimen de mínimos en las masas muy alteradas hidrológicamente esté comprendido entre el 30 y el 80% del hábitat potencial útil máximo de la masa de agua, para las especies objetivo analizadas. Para las demás características del régimen de caudales se proponen escenarios adecuados a la intensidad de la alteración que presentan y, en su caso, se contemplan las condiciones específicas que para las masas designadas como muy modificadas se hayan establecido.

### 3.5. RÉGIMEN DE CAUDALES DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

En caso de sequías prolongadas se puede aplicar un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 del RPH sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua, y de conformidad con lo determinado en el correspondiente Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía.

Esta excepción no se aplica en las zonas incluidas en la red Natura 2000 o en la lista de humedales de importancia internacional de acuerdo con el Convenio de Ramsar. En estas zonas se considera prioritario el mantenimiento del régimen de caudales ecológicos, aunque se aplicará la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones, según lo establecido por la normativa vigente.

El régimen de caudales durante sequías prolongadas se caracteriza por una distribución mensual de mínimos y se determina mediante simulación de la idoneidad del hábitat. La simulación del hábitat se basa en un umbral de relajación con el objetivo de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo.

La distribución mensual de los caudales correspondientes a este régimen es proporcional a la distribución mensual correspondiente al régimen ordinario de caudales ecológicos establecida, con el fin de mantener el carácter natural de la distribución de mínimos, conservando las características hidrológicas de la masa de agua.

### 3.6. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

#### 3.6.1. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

##### 3.6.1.1. PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN

La determinación de las necesidades hídricas de los lagos y humedales se debe realizar en aquellos que hayan sido identificados como masas de agua, además de aquellos otros incluidos en el Registro de Zonas Protegidas, es decir:

- Lagos y humedales de la Red Natura 2000
- Humedales recogidos en el Plan de cuenca en régimen de protección especial
- Humedales de importancia internacional de la Lista del Convenio de Ramsar
- Humedales incluidos en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas de acuerdo con el Real Decreto 435/2004.

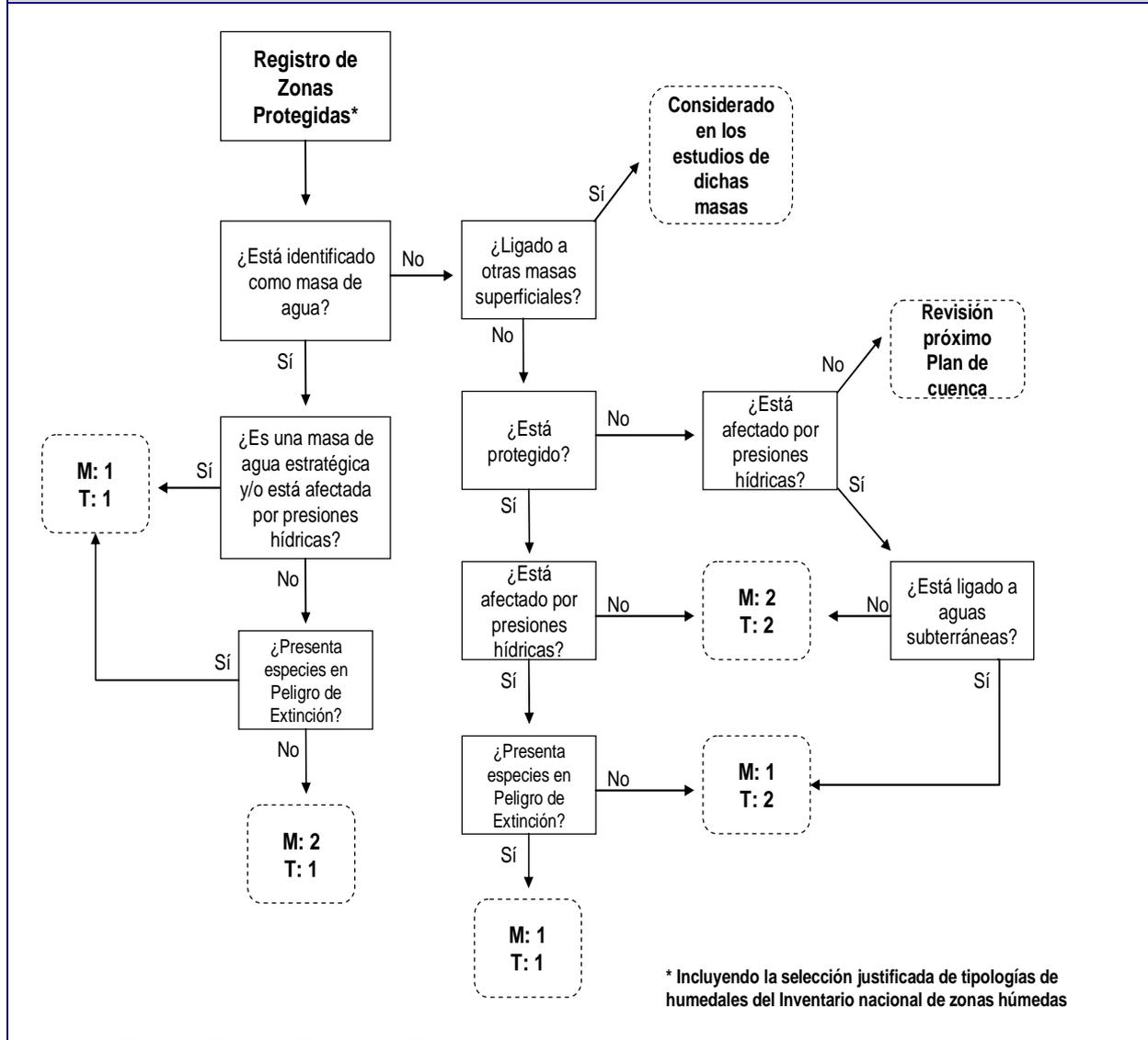
En la Demarcación del Ebro existen numerosas zonas húmedas de variada naturaleza y de reducida extensión la mayor parte de ellas. De éstas, un total de 664 se consideran lagos y humedales, e incluyen pequeños lagos oligotróficos de origen glaciar (ibones, estanys), depresiones en zonas próximas a la semiaridez con espejos de agua temporales y elevada salinidad (saladas), depresiones aluviales que facilitan el afloramiento del nivel freático generadas por mecanismos sedimentarios (galachos, ox-bows) o estructurales no diastróficos (dolinas), surgencias procedente de acuíferos regionales (ojos), depresiones endorreicas más

o menos extensas que dan lugar a la existencia de conjuntos lagunares esteparios, y también espacios costeros generados por la subsidencia o la dinámica sedimentaria en el delta del Ebro (lagunas deltaicas).

Teniendo en cuenta la cantidad, variedad y complejidad de los humedales sujetos a estudio, así como el escaso nivel de conocimiento actual, la determinación de sus necesidades hídricas supone un gran reto difícil de acometer cuando se trata de plazos y recursos limitados. Resulta necesario pues racionalizar el estudio de las necesidades hídricas de los lagos y humedales, estableciendo un orden de prioridades según la urgencia de su determinación.

El procedimiento de selección se realiza sobre la base de un árbol de decisión donde paso a paso se van incorporando los diferentes criterios (ver figura adjunta). Como resultado final, el conjunto de humedales de cada demarcación quedarán diferenciados según:

- El momento temporal dentro del proceso de planificación en el que se van a desarrollar los estudios:
  - M1: prioridad 1 en el estudio durante el desarrollo del programa de Medidas del Plan Hidrológico de cuenca.
  - M2: prioridad 2 para la determinación integrada en el programa de medidas del Plan Hidrológico de cuenca.
- El tipo de estudio a desarrollar:
  - T1: estudio en detalle, incluyendo la caracterización de diferentes parámetros establecidos en la IPH.
  - T2: estudio que comprende básicamente el balance hídrico del lago o zona húmeda.

**Figura 2. Procedimiento de identificación y priorización de zonas húmedas para el estudio de sus necesidades hídricas**

### 3.6.1.2. CRITERIOS E INFORMACIÓN EMPLEADA.

La identificación de humedales y su posterior selección de nivel de estudios requiere tres pasos diferenciados. En primer lugar se identifican los humedales potencialmente inscribibles en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas. Posteriormente se descartan aquellos casos no sujetos a estudio (exclusión previa) por la escasa importancia de las aguas continentales, naturaleza del humedal (artificiales) y el tamaño mínimo. Finalmente se aplican los criterios establecidos en el árbol de decisión para la selección del nivel de detalle y momento de estudio. La siguiente tabla recoge el conjunto de criterios necesarios y las fuentes empleadas:

<b>Tabla 1. Criterios y fuentes de información empleadas en este estudio para la selección de humedales</b>		
	<b>CRITERIO</b>	<b>FUENTE</b>
<b>EXCLUSIÓN PREVIA</b>	Vinculación a aguas continentales	Interpretación hidrológica y ecológica
	Masas artificiales o muy modificadas	Interpretación hidrológica y ecológica
	Tamaño mínimo (2 ha)	Fichas DGOH; Inventarios CCAA; etc.
<b>APLICACIÓN ÁRBOL DE DECISIÓN</b>	Masa de agua (criterio ampliado DMA)	Base cartográfica CEDEX
	Masa estratégica	Nivel de uso, conflicto. OPH
	Nivel de presiones	Informes IMPRESS.
	Espacio protegido	Pertenencia a Red Natura 2000.
	Vinculación a masas superficiales	Interpretación ecológica (riberas, encharcamientos temporales de ríos, cauces abandonados, etc.)
	Vinculación a aguas subterráneas	Estudios IGME
	Especies en peligro de extinción	Listado del CNEA. Fichas por especies en los Libros Rojos.

### 3.6.1.3. HUMEDALES DE PARTIDA

Con objeto de considerar los humedales que en su caso pudieran ser inscritos en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, se ha procedido a configurar un listado de base partiendo del inventario elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro y actualizado en 2003.

### 3.6.1.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN PREVIA

Un primer criterio de exclusión se refiere a la importancia de las aguas continentales en la dinámica hidrológica y ecológica del humedal, de tal forma que aquellos donde no exista una influencia significativa de las mismas quedarán excluidos del estudio (por ejemplo, la bahía de Alfacs en el Delta del Ebro).

Según los criterios facilitados por la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua, sólo serán objeto de estudio dentro de los humedales artificiales los lagos muy modificados y las graveras que se encuentren en desuso y en los que se hayan identificado especies protegidas. El resto de los humedales incluidos en esta tipología (como pueden ser los embalses o los estanques de acuicultura), quedan excluidos del presente estudio.

Finalmente se ha procedido a excluir los humedales que en su máximo nivel de inundación no alcanzan el tamaño mínimo (establecido en 2 ha). Esta exclusión se ha realizado a partir de la información disponible en la base cartográfica del inventario, la información de fichas descriptivas y la base cartográfica de la CHE.

### 3.6.1.5. CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL Y MOMENTO DE ESTUDIO.

- Identificación como masa de agua
- Nivel de presiones
  - Resultados de los informes IMPRESS para aquellos lagos y humedales identificados como masa de agua.
  - Para aquellos humedales dependientes total o parcialmente de las aguas subterráneas, nivel de presión la masa de agua subterránea de la que dependen.
  - Para aquellos humedales donde no existe cuantificación del nivel de presiones, se ha considerado la información cualitativa de las fichas de cada humedal, estudios técnicos y científicos, etc.
- Espacio protegido: lagos y humedales designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE como Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves y Zonas Especiales de Conservación.
- Vinculación a aguas subterráneas: estudios desarrollados por el IGME para determinar la relación de las aguas subterráneas con los humedales.

### 3.6.2. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN LOS HUMEDALES SELECCIONADOS

Para la determinación de los requerimientos hídricos de los lagos y zonas húmedas se han de tener en cuenta los siguientes criterios:

- a) El régimen de aportes hídricos debe contribuir a conseguir los objetivos ambientales.
- b) Si son dependientes de las aguas subterráneas, se debe mantener un régimen de necesidades hídricas relacionado con los niveles piezométricos, de tal forma que las alteraciones debidas a la actividad humana no tengan como consecuencia:
  - Impedir alcanzar los objetivos medioambientales especificados para las aguas superficiales asociadas.
  - Cualquier perjuicio significativo a los ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea.
- c) Si están registrados como zonas protegidas, el régimen de aportes hídricos debe ser tal que no impida el cumplimiento de las normas y objetivos en virtud del cual haya sido establecida la zona protegida.

### 3.6.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN LOS HUMEDALES M1-T1

Algunos de los humedales clasificados en la clase M1-T1 forman parte de complejos de humedales que presentan problemáticas y características funcionales muy similares. Con la finalidad de profundizar mejor en los estudios de modelización, estos se agrupan para desarrollar un análisis con mayor detalle. Los resultados así obtenidos serán extrapolados a los humedales restantes de cada complejo.

Para la selección de los humedales objeto de un estudio de mayor detalle se han empleado los siguientes criterios:

- Importancia ecológica del humedal en el contexto del complejo de humedales
- Información disponible
- Figuras de protección
- Representatividad de los diferentes tipos de humedales

En el proceso de determinación de las necesidades hídricas de los humedales seleccionados se han desarrollado las siguientes tareas:

- Recopilación de información
- Consulta de expertos
- Análisis metodológicos:
  - Análisis de viabilidad en la aplicación del modelo SIMPA para la determinación de los balances hídricos mensuales de los humedales
  - Análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo SIMPA en una serie temporal de balances hídricos de un humedal
  - Calibración del modelo SIMPA a partir de imágenes de satélite
  - Análisis comparativo de los resultados obtenidos por diferentes modelos en un humedal complejo: el caso de Gallocanta.
  - Modelos aproximativos para la determinación rápida de las necesidades hídricas de los humedales.
  - Aplicación de modelos conceptuales hidroecológicos para la determinación de las necesidades hídricas de los humedales.
  - Formulación de propuestas de necesidades hídricas de los humedales apoyadas en lecturas de niveles piezométricos.
  - Análisis de respuestas de la vegetación frente a diferentes regímenes de inundación: selección de indicadores.
- Visitas de campo
- Elaboración de los informes de cada humedal

### 3.6.2.2. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN LOS HUMEDALES M1-T2

Los humedales pertenecientes a la clase M1-T2 se identifican y se agrupan por complejos o sistemas funcionales cuando sea el caso. De forma individual o agrupada se analiza su vulnerabilidad en el contexto del sistema hidrológico. Para ello se describen los mismos y se elabora un conjunto de recomendaciones generales para garantizar su buen funcionamiento hidrológico y evitar presiones significativas en el horizonte del plan de cuenca.

**Dada la complejidad del estudio de los humedales M1-T1 y M1-T2 y la necesidad de disponer de información de campo no existente por el momento, se considera que su estudio se realizará durante el periodo de vigencia del Plan (2010-2015) y de forma prioritaria en los humedales M1-T1, siempre y cuando existan presiones que amenacen al estado ecológico de estos humedales.**

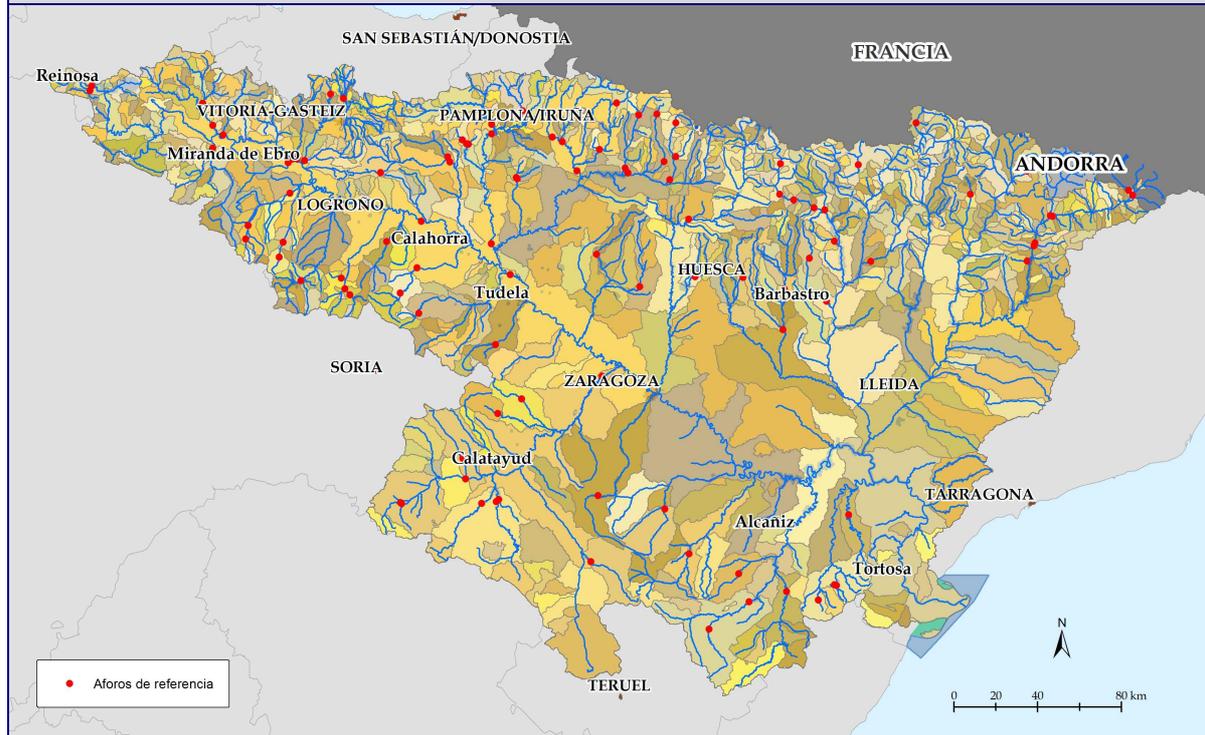
## 4. RESULTADOS

### 4.1. REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS

#### 4.1.1. MÉTODOS HIDROLÓGICOS

El cálculo de los caudales mínimos por métodos hidrológicos se ha realizado en un total de 644 masas de agua, que son aquellas de la categoría río que no están muy modificadas por la presencia de un embalse ni son masas artificiales o de la categoría transición asimilables a ríos.

Los aforos de referencia e hidrorregiones empleados para la construcción de las series diarias han sido los que se pueden observar en la siguiente figura:

**Figura 3. Aforos de referencia e hidrorregiones para la construcción de series de caudales naturales diarias**

En el apéndice 1 se recoge una tabla con los resultados obtenidos, en la que se incluyen los siguientes datos:

- Nombre y código de la masa de agua
- Serie de aforos utilizada para generar los caudales diarios
- Serie de datos SIMPA utilizada
- Ecorregión del CEDEX
- Periodo de datos analizado
- Resultado preliminar de los métodos hidrológicos siguientes:
  - QBM media
  - QBM mediana
  - Q 25 d
  - Q pendiente
  - P 5
  - P 15

El resultado obtenido por métodos hidrológicos está pendiente de validar con los métodos de modelización de hábitat.

## 4.1.2. MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT

### 4.1.2.1. SELECCIÓN DE MASAS DE ESTUDIO

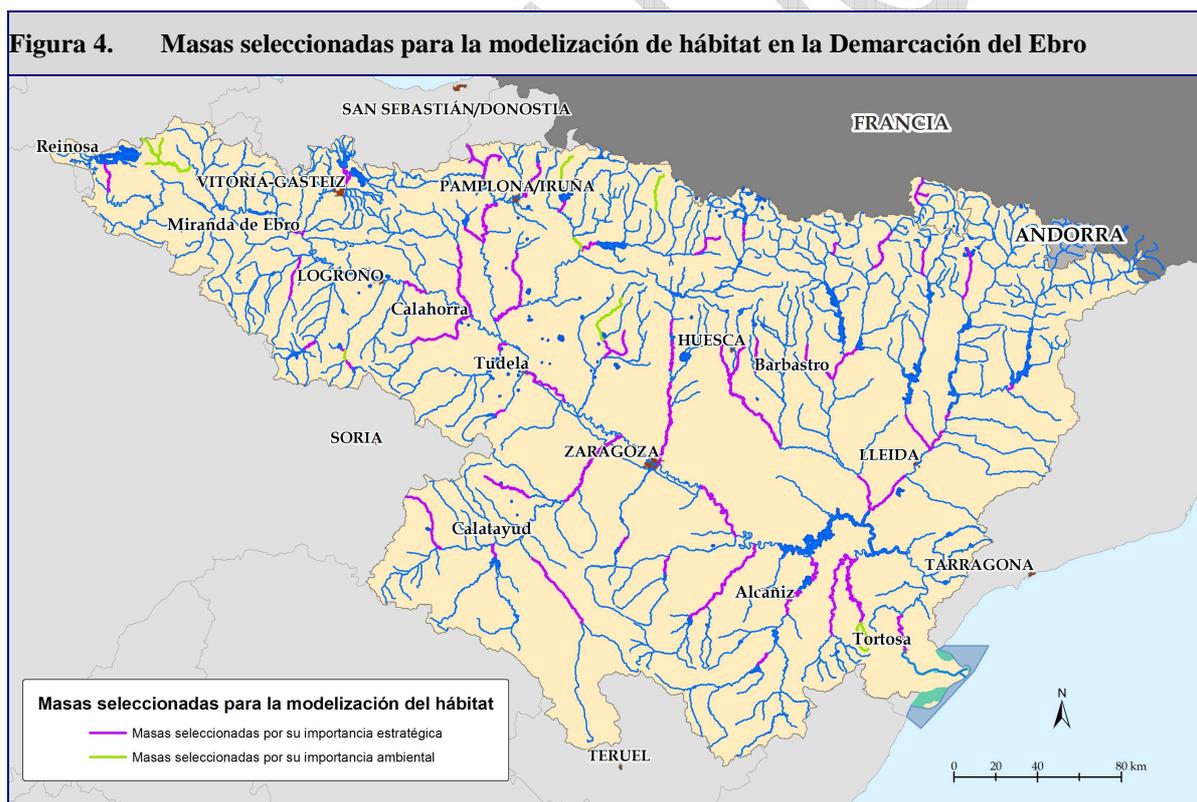
La Cuenca del Ebro cuenta con un total de 699 masas de agua tipo río, de las que se han seleccionado un total de 70 masas, lo que corresponde al 10% de masas totales, tal y como recomienda la IPH.

Para determinar los tramos se ha trabajado en dos líneas: tramos de importancia estratégica y tramos de importancia ambiental. Se ha sistematizado la información disponible, estableciendo jerarquías por masas de agua en aplicación de criterios que se corresponden con los enunciados en la IPH.

Además de los criterios específicos que se presentan en los siguientes epígrafes, se han aplicado dos criterios adicionales:

- Que estén representadas la totalidad de las tipologías presentes en la DH Ebro.
- Que estén representadas la totalidad de las 17 Juntas de Explotación.

Las masas seleccionadas se recogen en la siguiente figura:



De estas masas, 6 de ellas cuentan con los trabajos realizados por la Agencia Catalana del Agua (ACA) de “Elaboración y redacción de los trabajos del cálculo de caudales ambientales en las cuencas del Segre, Senia, Algás y afluentes del Bajo Ebro en Cataluña y validación biológica en tramos significativos de la red fluvial de Cataluña” (2008), por lo que no se ha realizado la modelización de hábitat en los mismos y se han aprovechado los resultados obtenidos en estos trabajos.

## MASAS DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA:

Un total de 63 masas de agua han sido seleccionadas por su importancia estratégica, tal y como se puede observar en la siguiente relación, de las cuales 5 han sido estudiadas en los trabajos de la ACA (sombreadas en gris):

94	Río Zidacos desde el río Cembroain hasta su desembocadura en el río Aragón.
97	Río Alhama desde el cruce con el Canal de Lodosa hasta su desembocadura en el río Ebro.
102	Río Arba de Luesia desde el río Farasdues hasta el río Arba de Biel (final del tramo canalizado).
125	Río Aguas Vivas desde la Presa de Moneva hasta el río Cámaras.
133	Río Martín desde la Presa de Cueva Foradada hasta el río Ecuriza.
135	Río Martín desde el río Ecuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.
145	Río Guadalope desde el río Mezquín hasta la cola del Embalse de Caspe.
153	Río Vero desde el puente junto al camping de Alquézar hasta su desembocadura en el río Cinca.
158	Río Guatizalema desde la estación de aforos número 192 de Siétamo hasta el río Botella.
162	Río Flumen desde la Presa de Montearagón hasta el río Isuela.
164	Río Flumen desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Alcanadre (incluye barranco de Valdabra).
167	Río Matarraña desde el río Tastavins hasta el río Algás
168	Río Algás desde el río Estret hasta su desembocadura en el río Matarraña.
195	Río Najerilla desde el río Urbión hasta el puente de la carretera a Brieva y la confluencia de otro río también llamado Urbión.
201	Río Lumbreras desde la Presa de Pajares hasta su desembocadura en el río Iregua.
243	Río Zadorra desde la Presa de Ullivarri-Gamboia hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria, e incluye tramo final río Sta. Engracia).
264	Río Glera desde el río Santurdejo hasta su desembocadura en el río Tirón.
274	Río Najerilla desde el río Yalde hasta su desembocadura en el río Ebro.
288	Río Cidacos desde el río Manzanares y el inicio de la canalización de Armedillo hasta su desembocadura en el río Ebro.
309	Río Nájima desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.
320	Río Piedra desde la Presa de La Tranquera hasta su desembocadura en el río Jalón.
323	Río Jiloca desde el río Pancrudo hasta la estación de aforos número 55 de Morata de Jiloca.
403	Río Ebro desde el río Oroncillo hasta el río Bayas.
406	Río Zadorra desde el río Ayuda hasta su desembocadura en el río Ebro (final del tramo modificado de Miranda de Ebro)
412	Río Ebro desde el río Leza hasta el río Linares (tramo canalizado).
414	Río Ega I desde la estación de medidas en la cola del Embalse de Oteiza -en proyecto- hasta su desembocadura en el río Ebro.
417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
421	Río Aragón desde el río Zidacos hasta el río Arga.
422	Río Arga desde el río Araquil hasta el río Salado.
425	Río Gállego desde el barranco de San Julián hasta la cola del Embalse de Ardisa.
426	Río Gállego desde el río Sotón hasta su desembocadura en el río Ebro.
428	Río Segre desde el río Cervera hasta el río Corp.
431	Río Noguera Ribagorzana desde la toma de canales en Alfarrás hasta su desembocadura en el río Segre (incluye el tramo del río Segre entre la confluencia del río Corp y del Ribagorzana).
433	Río Segre desde el río Sed hasta la cola del Embalse de Ribarroja.
434	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.

435	Río Cinca desde el río Ésera hasta el río Vero.
441	Río Cinca desde el barranco de Tamarite hasta su desembocadura en el río Segre.
446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el río Ebro.
449	Río Ebro desde el río Queiles hasta el río Huecha.
455	Río Ebro desde el río Ginel hasta el río Aguas Vivas.
463	Río Ebro desde el río Canaleta hasta la estación de aforos número 27 de Tortosa (en el puente más alto).
468	Río Ebro desde la Presa del río Ebro hasta el río Polla.
509	Río Aragón desde el río Ijuez hasta el río Gas (final del tramo canalizado de Jaca e incluye río Ijuez)
534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
541	Río Arga desde la Presa de Eugui hasta el río Ulzama (inicio del tramo canalizado de Pamplona).
554	Río Larraun desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Araquil (incluye barrancos Iribas y Basabunia).
638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
646	Río Flamisell desde su nacimiento hasta el río Sarroca.
662	Río Noguera Ribagorzana desde el río San Juan hasta el puente de la carretera.
706	Río Gállego desde la Presa de Búbal hasta el río Sía (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II.
735	Río Noguera Ribagorzana desde el río Llauset hasta el inicio de la canalización de El Pont de Suert
750	Río Cinca desde el río Cinqueta hasta el río Irués.
768	Río Ésera desde el río Aslos hasta el río Barbaruens, la central de Seira y las tomas para la central de Campo.
788	Río Garona desde el río Jueu hasta su entrada en el Embalse de Torán (incluye ríos Margalida y Toran).
810	Río Albercos desde la Presa de Ortigosa hasta su desembocadura en el río Iregua.
823	Río Aranda desde su nacimiento hasta la población de Brea de Aragón.
836	Río Huerva desde la Presa de las Torcas hasta el azud de Villanueva de Huerva.
950	Río Salado desde la toma de la central de Alloz hasta el retorno de la central de Alloz.
951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
954	Río Queiles desde el río Val hasta Tarazona (incluye río Val desde la Presa del Embalse de El Val hasta su desembocadura en río Queiles).
962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardisa y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.
963	Río Guadalupe desde la Presa de Caspe hasta el azud de Rimer.
1048	Río Segre desde la Presa del Embalse de Balaguer hasta la confluencia con el río Sió.

En el eje del Ebro se proponen 6 masas repartidas a lo largo de su transcurso y que se corresponden con las siguientes estaciones de aforo: embalse del Ebro, Miranda, Mendavia, Pignatelli, Gelsa y Ascó.

#### MASAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL:

Tal y como se puede ver en la siguiente relación, éstas suman un total de 7 masas, una de ellas incluida en los trabajos de la ACA (sombreada en gris):

100	Río Arba de Luesia desde el puente de la carretera hasta el río Farasdues.
202	Río Iregua desde el río Lumbreras hasta el río Albercos.
398	Río Algás desde su nacimiento hasta el río Estret (incluye río Estret).
418	Río Irati desde el río Salazar hasta su desembocadura en el río Aragón.
474	Río Nela desde su nacimiento hasta el río Trema (incluye río Engaña y arroyo Gándara).

533 Río Urrobi desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Itoiz.

694 Río Veral desde su nacimiento hasta la población de Ansó.

#### 4.1.2.2. SELECCIÓN DE ESPECIES OBJETIVO

Tal y como se ha comentado en el apartado de metodología, se ha seleccionado para cada masa de agua la especie que presenta mayor valoración y que se adscriba al tipo hidromorfológico de la masa de agua. Esta selección ha sido revisada y en una de las masas ha sido modificada por criterio de experto.

Las especies objetivo seleccionadas son las que se exponen a continuación:

<b>Tabla 2. Selección de especies objetivo para la modelización del hábitat</b>			
<b>Código</b>	<b>Nombre de la masa de agua</b>	<b>Tipo</b>	<b>Especie seleccionada</b>
94	Río Zidacos desde el río Cembroain hasta su desembocadura en el río Aragón.	2	<i>Barbus graellsii</i>
97	Río Alhama desde el cruce con el Canal de Lodosa hasta su desembocadura en el río Ebro.	2	<i>Salaria fluviatilis</i>
100	Río Arba de Luesia desde el puente de la carretera hasta el río Farasdues.	2	<i>Chondrostoma miegii</i>
102	Río Arba de Luesia desde el río Farasdues hasta el río Arba de Biel (final del tramo canalizado).	2	<i>Chondrostoma miegii</i>
125	Río Aguas Vivas desde la Presa de Moneva hasta el río Cámaras.	2	<i>Barbus graellsii</i>
133	Río Martín desde la Presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza.	2	<i>Barbus graellsii</i>
135	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.	2	<i>Barbus graellsii</i>
145	Río Guadalupe desde el río Mezquín hasta la cola del Embalse de Caspe.	2	<i>Barbus graellsii</i>
153	Río Vero desde el puente junto al camping de Alquézar hasta su desembocadura en el río Cinca.	2	<i>Barbus graellsii</i>
158	Río Guatizalema desde la estación de aforos número 192 de Siétamo hasta el río Botella.	2	<i>Barbus graellsii</i>
162	Río Flumen desde la Presa de Montearagón hasta el río Isuela.	2	<i>Barbus graellsii</i>
164	Río Flumen desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Alcanadre (incluye barranco de Valdabra).	2	<i>Barbus graellsii</i>
167	Río Matarraña desde el río Tastavins hasta el río Algás.	2	<i>Barbus graellsii</i>
168	Río Algás desde el río Estret hasta su desembocadura en el río Matarraña.	2	<i>Squalius cephalus</i>
195	Río Najerilla desde el río Urbión hasta el puente de la carretera a Brieva y la confluencia de otro río también llamado Urbión.	3	<i>Salmo trutta</i>
201	Río Lumbreras desde la Presa de Pajares hasta su desembocadura en el río Iregua.	3	<i>Salmo trutta</i>
202	Río Iregua desde el río Lumbreras hasta el río Albercos.	3	<i>Barbus haasi</i>
243	Río Zadorra desde la Presa de Ullivarri-Gamboa hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria, e incluye tramo final río Sta. Engracia).	3	<i>Salmo trutta</i>
264	Río Glera desde el río Santurdejo hasta su desembocadura en el río Tirón.	3	<i>Salmo trutta</i>

<b>Tabla 2. Selección de especies objetivo para la modelización del hábitat</b>			
<b>Código</b>	<b>Nombre de la masa de agua</b>	<b>Tipo</b>	<b>Especie seleccionada</b>
274	Río Najerilla desde el río Yalde hasta su desembocadura en el río Ebro.	3	<i>Barbus haasi</i>
288	Río Cidacos desde el río Manzanares y el inicio de la canalización de Arnedillo hasta su desembocadura en el río Ebro.	3	<i>Chondrostoma arcasii*</i>
309	Río Nájima desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	3	<i>Barbus haasi</i>
320	Río Piedra desde la Presa de La Tranquera hasta su desembocadura en el río Jalón.	3	<i>Barbus haasi</i>
323	Río Jiloca desde el río Pancrudo hasta la estación de aforos número 55 de Morata de Jiloca.	3	<i>Barbus haasi</i>
403	Río Ebro desde el río Oroncillo hasta el río Bayas.	2	<i>Barbus graellsii</i>
406	Río Zadorra desde el río Ayuda hasta su desembocadura en el río Ebro (final del tramo modificado de Miranda de Ebro).	2	<i>Barbus graellsii</i>
412	Río Ebro desde el río Leza hasta el río Linares (tramo canalizado).	2	<i>Barbus graellsii</i>
414	Río Ega I desde la estación de medidas en la cola del Embalse de Oteiza -en proyecto- hasta su desembocadura en el río Ebro.	2	<i>Barbus graellsii</i>
417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.	2	<i>Barbus graellsii</i>
418	Río Irati desde el río Salazar hasta su desembocadura en el río Aragón.	2	<i>Barbus graellsii</i>
421	Río Aragón desde el río Zidacos hasta el río Arga.	2	<i>Barbus graellsii</i>
422	Río Arga desde el río Araquil hasta el río Salado.	2	<i>Barbus graellsii</i>
425	Río Gállego desde el barranco de San Julián hasta la cola del Embalse de Ardisa.	2	<i>Barbus graellsii</i>
426	Río Gállego desde el río Sotón hasta su desembocadura en el río Ebro.	2	<i>Barbus graellsii</i>
428	Río Segre desde el río Cervera hasta el río Corp.	2	<i>Barbus graellsii</i>
433	Río Segre desde el río Sed hasta la cola del Embalse de Ribarroja.	2	<i>Barbus graellsii</i>
434	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.	2	<i>Barbus graellsii</i>
435	Río Cinca desde el río Ésera hasta el río Vero.	2	<i>Barbus graellsii</i>
441	Río Cinca desde el barranco de Tamarite hasta su desembocadura en el río Segre.	2	<i>Salaria fluviatilis</i>
446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el río Ebro.	1	<i>Barbus graellsii</i>
449	Río Ebro desde el río Queiles hasta el río Huecha.	1	<i>Barbus graellsii</i>
455	Río Ebro desde el río Ginel hasta el río Aguas Vivas.	1	<i>Barbus graellsii</i>
463	Río Ebro desde el río Canaleta hasta la estación de aforos número 27 de Tortosa (en el puente más alto).	1	<i>Barbus graellsii</i>
468	Río Ebro desde la Presa del río Ebro hasta el río Polla.	3	<i>Salmo trutta</i>
474	Río Nela desde su nacimiento hasta el río Trema (incluye río Engaña y arroyo Gándara).	3	<i>Salmo trutta</i>
509	Río Aragón desde el río Ijuez hasta el río Gas (final del tramo canalizado de Jaca e incluye río Ijuez).	3	<i>Barbus haasi</i>
533	Río Urrobi desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Itoiz.	3	<i>Salmo trutta</i>

<b>Tabla 2. Selección de especies objetivo para la modelización del hábitat</b>			
<b>Código</b>	<b>Nombre de la masa de agua</b>	<b>Tipo</b>	<b>Especie seleccionada</b>
534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.	3	<i>Barbus haasi</i>
541	Río Arga desde la Presa de Eugui hasta el río Ulzama (inicio del tramo canalizado de Pamplona).	3	<i>Salmo trutta</i>
554	Río Larraun desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Araquil (incluye barrancos Iribas y Basabunia).	3	<i>Salmo trutta</i>
662	Río Noguera Ribagorzana desde el río San Juan hasta el puente de la carretera.	3	<i>Barbus haasi</i>
694	Río Veral desde su nacimiento hasta la población de Ansó.	4	<i>Salmo trutta</i>
706	Río Gállego desde la Presa de Búbal hasta el río Sía (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II.	4	<i>Barbus haasi</i>
735	Río Noguera Ribagorzana desde el río Llauset hasta el inicio de la canalización de El Pont de Suert.	4	<i>Salmo trutta</i>
750	Río Cinca desde el río Cinqueta hasta el río Irués.	4	<i>Barbus haasi</i>
768	Río Ésera desde el río Aslos hasta el río Barbaruens, la central de Seira y las tomas para la central de Campo.	4	<i>Barbus haasi</i>
810	Río Albercos desde la Presa de Ortigosa hasta su desembocadura en el río Iregua.	3	<i>Barbus haasi</i>
823	Río Aranda desde su nacimiento hasta la población de Brea de Aragón.	3	<i>Barbus haasi</i>
836	Río Huerva desde la Presa de las Torcas hasta el azud de Villanueva de Huerva.	3	<i>Barbus haasi</i>
950	Río Salado desde la toma de la central de Alloz hasta el retorno de la central de Alloz.	2	<i>Barbus graellsii</i>
951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.	2	<i>Barbus graellsii</i>
954	Río Queiles desde el río Val hasta Tarazona (incluye río Val desde la Presa del Embalse de El Val hasta su desembocadura en río Queiles).	3	<i>Barbus haasi</i>
962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardisa y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.	2	<i>Barbus graellsii</i>
963	Río Guadalupe desde la Presa de Caspe hasta el azud de Rimer.	2	<i>Barbus graellsii</i>

\*Corrección de la especie por criterio de experto: se dispone de información procedente de pescas que indican que es la especie dominante en el tramo, además de haber presentado una valoración alta en la selección, justo por detrás del *Barbus haasi* (especie seleccionada inicialmente).

#### 4.1.2.3. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN DE HÁBITAT

La modelización del hábitat se ha realizado en un total de 64 masas de agua, pues las 6 restantes de las 70 masas seleccionadas cuentan ya con estudios realizados por la ACA. En estas 6 masas no se han realizado por tanto los trabajos de modelización sino que se han utilizado los resultados de dicho estudio.

De las 64 masas modelizadas, en todas ellas se han realizado los trabajos de modelización del hábitat en dos dimensiones, excepto en 6 de ellas, en las que se han realizado en una dimensión por presentar caudales muy altos en el momento de los trabajos de campo y no ser vadeables. Estas masas son las siguientes:

320	Río Piedra desde la Presa de La Tranquera hasta su desembocadura en el río Jalón.
414	Río Ega I desde la estación de medidas en la cola del Embalse de Oteiza -en proyecto- hasta su desembocadura en el río Ebro.
509	Río Aragón desde el río Ijuez hasta el río Gas (final del tramo canalizado de Jaca e incluye río Ijuez)
534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
750	Río Cinca desde el río Cinqueta hasta el río Irués.
951	Río Guadalope desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.

En el apéndice 2 se recoge una tabla con los resultados obtenidos en los 64 tramos modelizados, para los que se incluyen los siguientes datos:

- Nombre y código de la masa de agua
- Resultados de las curvas Hábitat potencial útil (APU)-Caudal (Q) para adultos, juveniles y alevines, incluyéndose para cada uno de estos estadíos los siguientes valores:
  - Caudal correspondiente al APU máximo (Q APU max)
  - Caudal correspondiente al 80% del APU máximo (Q80% APU max)
  - Caudal correspondiente al 50% del APU máximo (Q50% APU max)
  - Caudal correspondiente al 30% del APU máximo (Q30% APU max)
- Resultados de las curvas combinadas Hábitat potencial útil (APU)-Caudal (Q) para el periodo húmedo y el periodo seco, incluyéndose para cada uno de estos periodos los siguientes valores:
  - Caudal correspondiente al APU máximo (Q APU max)
  - Caudal correspondiente al 80% del APU máximo (Q80% APU max)
  - Caudal correspondiente al 50% del APU máximo (Q50% APU max)
  - Caudal correspondiente al 30% del APU máximo (Q30% APU max)

También se recogen en el Apéndice 2 los resultados obtenidos en el estudio de la ACA en las 6 masas seleccionadas que se incluyen en dicho estudio, para las que se incluyen los siguientes datos:

- Nombre y código de la masa de agua
- Código del tramo en el estudio de la ACA
- Especie piscícola objetivo
- Resultados de las curvas Hábitat potencial útil (APU)-Caudal (Q) para adultos, juveniles, alevines y freza/incubación, incluyéndose para cada uno de estos estadíos, en caso de que se disponga de datos, los siguientes valores:
  - Caudal correspondiente al 80% del APU máximo (Q80% APU max)
  - Caudal correspondiente al 50% del APU máximo (Q50% APU max)
  - Caudal correspondiente al 30% del APU máximo (Q30% APU max)

#### 4.1.3. ALTERACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS MASAS DE AGUA

Las masas en las que se han realizado los trabajos de modelización del hábitat han sido analizadas con el programa IAHRIS, mediante el que se ha comparado la serie diaria de caudales en régimen natural con, en caso de estar disponible, la serie alterada, que se corresponde con la registrada en la estación de aforo situada en la masa. La propuesta de masas alteradas ha sido revisada y, en el caso de algunas masas, corregida por criterio de experto, considerándose como masas alteradas las que se incluyen en la siguiente tabla:

<b>Tabla 3. Masas de agua consideradas como hidrológicamente alteradas</b>		
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Alteración</b>
94	Río Zidacos desde el río Cembroain hasta su desembocadura en el río Aragón.	sin datos
97	Río Alhama desde el cruce con el Canal de Lodosa hasta su desembocadura en el río Ebro.	no alterada
100	Río Arba de Luesia desde el puente de la carretera hasta el río Farasdues	no alterada
102	Río Arba de Luesia desde el río Farasdues hasta el río Arba de Biel (final del tramo canalizado).	sin datos
125	Río Aguas Vivas desde la Presa de Moneva hasta el río Cámaras.	alterada
133	Río Martín desde la Presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza.	alterada
135	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.	alterada
145	Río Guadalupe desde el río Mezquín hasta la cola del Embalse de Caspe.	alterada
153	Río Vero desde el puente junto al camping de Alquézar hasta su desembocadura en el río Cinca.	alterada
158	Río Guatizalema desde la estación de aforos número 192 de Siétamo hasta el río Botella.	alterada
162	Río Flumen desde la Presa de Montearagón hasta el río Isuela.	alterada
164	Río Flumen desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Alcanadre (incluye barranco de Valdabra).	alterada
167	Río Matarraña desde el río Tastavins hasta el río Algás	alterada
168	Río Algás desde el río Estret hasta su desembocadura en el río Matarraña.	alterada
195	Río Najerilla desde el río Urbión hasta el puente de la carretera a Brieva y la confluencia de otro río también llamado Urbión.	alterada
201	Río Lumbreras desde la Presa de Pajares hasta su desembocadura en el río Iregua.	alterada
202	Río Iregua desde el río Lumbreras hasta el río Albercos	no alterada
243	Río Zadorra desde la Presa de Ullivarri-Gamboa hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria, e incluye tramo final río Sta. Engracia).	no alterada
264	Río Glera desde el río Santurdejo hasta su desembocadura en el río Tirón.	sin datos
274	Río Najerilla desde el río Yalde hasta su desembocadura en el río Ebro.	no alterada
288	Río Cidacos desde el río Manzanares y el inicio de la canalización de Arnedillo hasta su desembocadura en el río Ebro.	alterada
309	Río Nájima desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	alterada

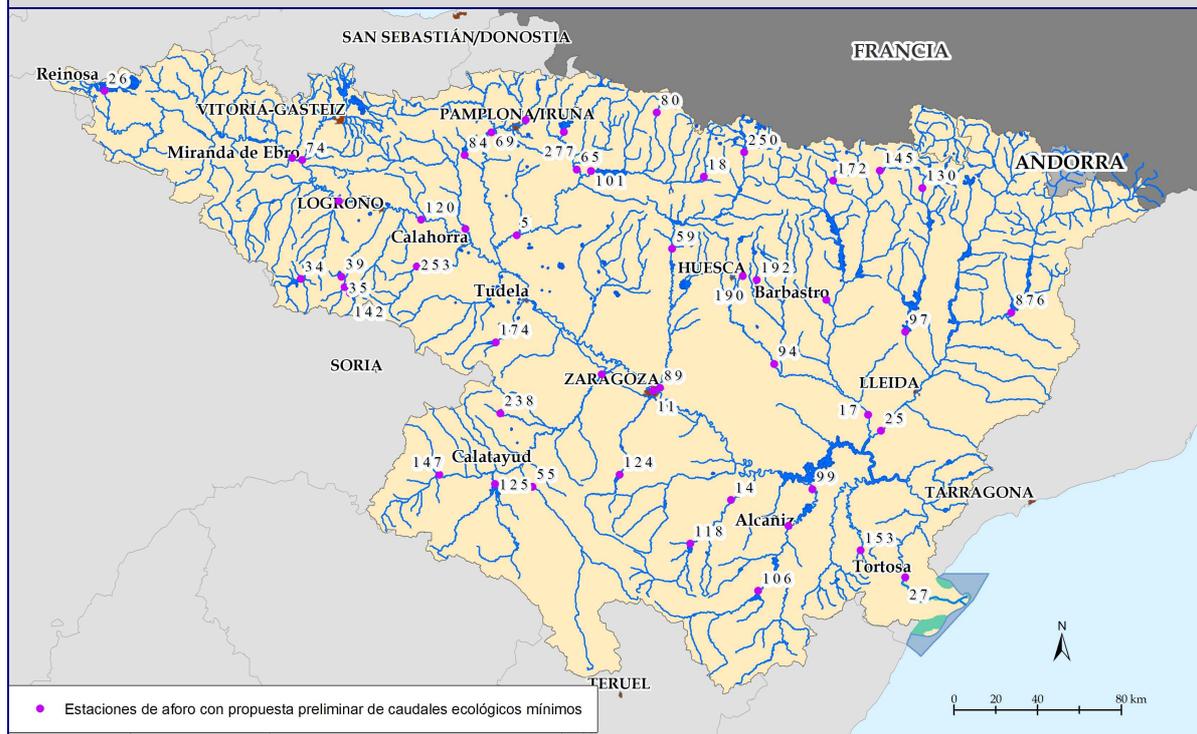
<b>Tabla 3. Masas de agua consideradas como hidrológicamente alteradas</b>		
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Alteración</b>
320	Río Piedra desde la Presa de La Tranquera hasta su desembocadura en el río Jalón.	alterada
323	Río Jiloca desde el río Pancrudo hasta la estación de aforos número 55 de Morata de Jiloca.	alterada
398	Río Algás desde su nacimiento hasta el río Estret (incluye río Estret).	sin datos
403	Río Ebro desde el río Oroncillo hasta el río Bayas.	no alterada
406	Río Zadorra desde el río Ayuda hasta su desembocadura en el río Ebro (final del tramo modificado de Miranda de Ebro)	no alterada
412	Río Ebro desde el río Leza hasta el río Linares (tramo canalizado).	alterada
414	Río Ega I desde la estación de medidas en la cola del Embalse de Oteiza -en proyecto- hasta su desembocadura en el río Ebro.	no alterada
417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.	alterada
418	Río Irati desde el río Salazar hasta su desembocadura en el río Aragón	no alterada
421	Río Aragón desde el río Zidacos hasta el río Arga.	no alterada
422	Río Arga desde el río Araquil hasta el río Salado.	alterada
425	Río Gállego desde el barranco de San Julián hasta la cola del Embalse de Ardisa.	no alterada
426	Río Gállego desde el río Sotón hasta su desembocadura en el río Ebro.	alterada
428	Río Segre desde el río Cervera hasta el río Corp.	sin datos
431	Río Noguera Ribagorzana desde la toma de canales en Alfarrás hasta su desembocadura en el río Segre (incluye el tramo del río Segre entre la confluencia del río Corp y del Ribagorzana).	sin datos
433	Río Segre desde el río Sed hasta la cola del Embalse de Ribarroja.	alterada
434	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.	no alterada
435	Río Cinca desde el río Ésera hasta el río Vero.	sin datos
441	Río Cinca desde el barranco de Tamarite hasta su desembocadura en el río Segre.	no alterada
446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el río Ebro.	alterada
449	Río Ebro desde el río Queiles hasta el río Huecha.	no alterada
455	Río Ebro desde el río Ginel hasta el río Aguas Vivas.	sin datos
463	Río Ebro desde el río Canaleta hasta la estación de aforos número 27 de Tortosa (en el puente más alto).	alterada
468	Río Ebro desde la Presa del río Ebro hasta el río Polla.	alterada
474	Río Nela desde su nacimiento hasta el río Trema (incluye río Engaña y arroyo Gándara)	sin datos
509	Río Aragón desde el río Ijuez hasta el río Gas (final del tramo canalizado de Jaca e incluye río Ijuez)	no alterada
533	Río Urrobi desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Itoiz	sin datos
534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.	no alterada

<b>Tabla 3. Masas de agua consideradas como hidrológicamente alteradas</b>		
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Alteración</b>
541	Río Arga desde la Presa de Eugui hasta el río Ulzama (inicio del tramo canalizado de Pamplona).	no alterada
554	Río Larraun desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Araquil (incluye barrancos Iribas y Basabunia).	sin datos
638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.	alterada
646	Río Flamisell desde su nacimiento hasta el río Sarroca.	sin datos
662	Río Noguera Ribagorzana desde el río San Juan hasta el puente de la carretera.	alterada
694	Río Veral desde su nacimiento hasta la población de Ansó	no alterada
706	Río Gállego desde la Presa de Búbal hasta el río Súa (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II.	alterada
735	Río Noguera Ribagorzana desde el río Llauset hasta el inicio de la canalización de El Pont de Suert	no alterada
750	Río Cinca desde el río Cinqueta hasta el río Irués.	no alterada
768	Río Ésera desde el río Aslos hasta el río Barbaruens, la central de Seira y las tomas para la central de Campo.	alterada
788	Río Garona desde río Jueu hasta Embalse de Torán (ríos Margalida y Toran).	no alterada
810	Río Albercos desde la Presa de Ortigosa hasta su desembocadura en el río Iregua.	alterada
823	Río Aranda desde su nacimiento hasta la población de Brea de Aragón.	alterada
836	Río Huerva desde la Presa de las Torcas hasta el azud de Villanueva de Huerva.	alterada
950	Río Salado desde la toma de la central de Alloz hasta el retorno de la central de Alloz.	alterada
951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.	alterada
954	Río Queiles desde el río Val hasta Tarazona (incluye río Val desde la Presa del Embalse de El Val hasta su desembocadura en río Queiles).	alterada
962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardiya y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.	alterada
963	Río Guadalupe desde la Presa de Caspe hasta el azud de Rimer.	alterada
1048	Río Segre desde la Presa del Embalse de Balaguer hasta la confluencia con el río Sió.	alterada

#### 4.1.4. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS

La distribución temporal de caudales mínimos se ha obtenido para un total de 49 masas de la demarcación. Éstas son aquellas que cuentan con resultados por métodos hidrológicos y de modelización del hábitat y que además disponen de una estación de aforo para el control de los mismos.

**Figura 5. Estaciones de aforo con régimen de caudales ecológicos mínimos en la Demarcación del Ebro**



En el Apéndice 3 se recogen los resultados de la distribución temporal de caudales mínimos de dichas masas de agua, para las que se incluyen los siguientes datos:

- Nombre y código de la masa de agua
- Clasificación de la masa de agua según su temporalidad
- Alteración hidrológica de la masa de agua
- Régimen de caudales ecológicos mínimos:
  - Distribución mensual de los caudales mínimos
  - Media anual
- Porcentaje del hábitat potencial útil que supone el caudal medio
- Aportación:
  - En régimen natural
  - Aforada
  - Del régimen propuesto
  - Relación entre la aportación del régimen propuesto con el natural
- Garantías:
  - Con el caudal natural
  - Con el caudal aforado

#### 4.1.5. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS

La distribución temporal de caudales máximos se ha realizado para las 64 masas de agua en las que se han hecho los trabajos de modelización.

En el marco del Estudio del MARM se ha llevado a cabo el cálculo de los caudales máximos de acuerdo a las especificaciones de la IPH. No obstante, de cara a una aplicación normativa de dichos caudales deben establecerse algunas reservas:

- En primer lugar, ante la ausencia de curvas que relacionen tamaño del individuo y velocidad máxima admisible, se han aplicado los intervalos de velocidad fijados por la instrucción para los diferentes estadios.
- Por otra parte las herramientas de simulación hidráulica empleadas no permiten discriminar variaciones de velocidad en la columna de agua por lo que los valores obtenidos pueden enmascarar que en las proximidades del lecho se estén dando condiciones de velocidad propicias al refugio de los estadios o especies más sensibles.

Por tanto, en aquéllos casos en los que la aplicación del régimen de máximos obtenido pueda condicionar sustancialmente la gestión de los sistemas de explotación, se ha optado por su no inclusión, a la espera que el seguimiento adaptativo de los caudales ecológicos ofrezca criterios empíricos más sólidos.

En el Apéndice 4 se recogen los resultados de la distribución temporal de caudales máximos, considerando dos periodos: húmedo y seco.

#### 4.1.6. TASA DE CAMBIO

Para el cálculo de la tasa de cambio se ha realizado una recopilación preliminar de información, y se ha estimado en las 644 masas de agua en las que se ha llevado a cabo la determinación de caudales mínimos por métodos hidrológicos.

En el Apéndice 5 se incluye una tabla que recoge los resultados del análisis de la tasa de cambio, en la que incluyen los siguientes parámetros:

- Valor medio de los incrementos diarios de caudal en la serie de caudales diarios característica del tramo
  - Percentil 70 de incrementos diarios
  - Percentil 90 de incrementos diarios
- Valor medio de los descensos diarios de caudal en la serie de caudales diarios característica del tramo
  - Percentil 70 de descensos diarios
  - Percentil 90 de descensos diarios
- Número de días sin cambio

Además de los valores medios, en la tabla se incluyen el coeficiente de variación y el coeficiente de dispersión de dichos valores.

#### 4.1.7. RÉGIMEN DE CRECIDAS

La magnitud de la crecida asociada al caudal generador se ha calculado, por distintas metodologías, en las 644 masas de agua en las que se ha llevado a cabo la determinación de caudales mínimos por métodos hidrológicos.

En el Apéndice 6 se incluye una tabla que recoge los resultados de la magnitud de crecida para los distintos periodos de retorno analizados.

### 4.2. REGÍMENES DE CAUDALES DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

Este régimen menos exigente se aplica en 6 de las 49 masas que cuentan con un régimen de caudales ecológicos, y su distribución mensual es proporcional a los regímenes de mínimos en dichas masas, pero siempre por encima del 25% del APU máximo.

En la figura adjunta se muestran las estaciones de aforo que cuentan con un régimen de caudales durante sequías prolongadas.



En el apéndice 7 se recoge una tabla con los resultados obtenidos para las 6 masas de agua, para las que incluyen los siguientes datos:

- Nombre y código de la masa de agua

- Régimen de caudales durante sequías prolongadas
  - Distribución mensual
  - Media anual
- Porcentaje de aportación con respecto al caudal en régimen natural

### 4.3. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

#### 4.3.1. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

##### 4.3.1.1. HUMEDALES DE PARTIDA

En el caso de la Demarcación del Ebro, se ha partido de un total de 1.203 humedales existentes en la base de datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, habiendo sido complementada esta lista de base con los inventarios autonómicos correspondientes.

##### 4.3.1.2. HUMEDALES EXCLUIDOS DEL ESTUDIO

En la tabla se muestran el número total de humedales excluidos del estudio, indicando los criterios de exclusión. Como se puede observar, han sido excluidos 329 humedales de los 1203 de partida (27%). El criterio de exclusión que ha seleccionado un mayor número de humedales es el referido al tamaño mínimo.

Criterio	Nº
Humedales sin influencia significativa de las aguas continentales	1
Humedales artificiales o muy modificados	57
Humedales que no alcanzan el tamaño mínimo (2 has)	270
	328

##### 4.3.1.3. HUMEDALES A ESTUDIAR

Una vez realizada la exclusión de los humedales no sujetos a estudio, se ha procedido a seleccionar el nivel de detalle en los estudios y el momento de realización de los mismos.

En las tablas siguientes se muestran los resultados generales de la selección y la relación de los humedales a estudiar.

Humedales	Nº	
Humedales de partida	1.203	
Humedales excluidos previamente	328	
Humedales ligados a otras masas superficiales	498	
Humedales no afectados por presiones	68	
Humedales en estudio	M1-T1 (prioridad 1, estudio de detalle)	20
	M1-T2 (prioridad 1, estudio básico)	56
	M2-T1 (prioridad 2, estudio de detalle)	30
	M2-T2 (prioridad 2, estudio básico)	203
	1.203	

<b>Tabla 6. Humedales clasificados para la clase M1-T1 en la Demarcación del Ebro</b>	
Estany Romedo	El Canal Vell
Estany d'Airoto	Els Calaixos
Estany Major	L'Encanyissada
Estany Tort de Rius	L'Alfacada
Lac de Rús	La Tancada
Estany de Sant Maurici	La Platjola
Laguna de Carralagroño	Laguna de Sariñena
Laguna de Carravalseca	Laguna Salada de Chiprana
Ullals de Baltasar	La Salabrosa o la Laguna de las Rocas
Erms de Casablanca o Vilacoto	Laguna de Gallocanta

<b>Tabla 7. Humedales clasificados para la clase M1-T2 en la Demarcación del Ebro</b>	
Balsa de Cortinas	El Lagunazo
La Badina de Escudera	Laguna de la Madrileña
Lago Llauset	La Laguna
Salada de la Jabonera de las Torrazas	El Aislado
Balsa del Planerón	El Saladar
Estany de Mar	Lagunazo de Moncayuelo
Estany Tort	Mejana de Cadreita
Balsa de Cardete	Balsa de Loza
Soto de Gil	La Lagunica
Estany d'Amitges Mitjá	Balsa de Agua Salada
Ibón de Millás	Balsete de Agua Salada
Ibones del Arriel 2	Hoya de Manolet
Ibón inferior del Brazato	Hoya del Codino
Las Lagunas 1	Hoya del Vinagrero 1
Las Lagunas 2	Hoya del Correo
La Salada	Mas del Pecado
Balsa La Salada	Paridera de las Rozas
Salada Pequeña	Hoya de Bernabé
Salada Grande o Laguna de Alcañiz	Hoya del Correo 2
Estanys de Saboredó 1	Hoya del Vinagrero 2
Estany de Montcasau	Hoya de Lupón
Estany del Ribanegra	Hoya de Rafelez
Estany Naorte	Hoya de los Berzas
Estany de la Restanca	Laguna de Hervíyas
Laguna de los Patos	Laguna Seca
Laguna de la Cascada	Les Olles
Ojos de Monreal	Fuente del Encino
La Laguneta	Estany d'Ibars

Algunos de los humedales clasificados en la clase M1-T1 se han agrupado en complejos con la finalidad de profundizar mejor en los estudios de modelización, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

<b>Tabla 8. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1 en la Demarcación del Ebro</b>		
<b>Complejos de humedales</b>	<b>Estudios en detalle</b>	<b>Resultados extrapolados</b>
Aigües Tortes	Estany de Sant Maurici	Estany Major Estany Tort de Rius Lac de Rius
Laguardia	Laguna de Carralagroño	Laguna de Carravalseca
Delta del Ebro	Ullals de Baltasar L' Encanyissada	Erms de Casablanca o Vilacoto El Canal Vell Els Calaixos L'Alfacada La Tancada La Platjola
Chiprana	Laguna Salada de Chiprana	La Salabrosa
<b>Humedales singulares</b>	Estany Romedo Estany d'Airoto Laguna de Gallocanta Laguna de Sariñena	

**Dada la complejidad del estudio de los humedales M1-T1 y M1-T2 y la necesidad de disponer de información de campo no existente por el momento, se considera que su estudio se realizará durante el periodo de vigencia del Plan (2010-2015) y de forma prioritaria en los humedales M1-T1, siempre y cuando existan presiones que amenacen al estado ecológico de estos humedales.**

**APÉNDICE 1:**  
**ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE**  
**CAUDALES MÍNIMOS OBTENIDOS POR**  
**ALGUNOS MÉTODOS HIDROLÓGICOS**  
**PARA CADA MASA DE AGUA DE LA**  
**CUENCA Y PENDIENTES DE VALIDAR**  
**CON MÉTODOS BIOLÓGICOS**

**APÉNDICE 2:**  
**CAUDALES MÍNIMOS OBTENIDOS POR**  
**MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT EN 70**  
**PUNTOS DE LA CUENCA DEL EBRO**

**APÉNDICE 3:**  
**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN**  
**TEMPORAL DE CAUDALES ECOLÓGICOS**  
**MÍNIMOS EN LAS PRINCIPALES**  
**ESTACIONES DE AFORO DE LA CUENCA**  
**DEL EBRO**

**APÉNDICE 4:**  
**PROPUESTA PRELIMINAR DE LA**  
**DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE**  
**CAUDALES MÁXIMOS EN 33 TRAMOS DE**  
**LA CUENCA DEL EBRO**

**APÉNDICE 5:**  
**RECOPILOCIÓN PRELIMINAR DE**  
**INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA**  
**DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE**  
**CAMBIO EN LA CUENCA DEL EBRO**

**APÉNDICE 6:**  
**TANTEO PRELIMINAR DE CAUDALES**  
**GENERADORES POR ALGUNOS**  
**MÉTODOS PARA CADA ASA DE AGUA DE**  
**LA CUENCA DEL EBRO**

**APÉNDICE 7:**  
**PROPUESTA PRELIMINAR DEL RÉGIMEN  
DE CAUDALES DURANTE SEQUÍAS  
PROLONGADAS EN LAS PRINCIPALES  
ESTACIONES DE AFORO DE LA CUENCA  
DEL EBRO NO AFECTADAS POR  
ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000**