

## ANEJO V. CAUDALES ECOLÓGICOS

---

Parte española de la Demarcación Hidrográfica  
del Cantábrico Oriental.  
Ámbito de competencias del Estado

Junio de 2013



## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BASE NORMATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL Y LEY 11/2005 POR LA QUE SE MODIFICA LA LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4</b>	<b>INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANTECEDENTES EN LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>ESTUDIOS REALIZADOS POR LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Comunidad Autónoma del País Vasco .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Comunidad Autónoma de Navarra .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Comunidad Autónoma de Castilla y León .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>OBLIGACIONES ESTABLECIDAS EN EL PLAN HIDROLÓGICO DE 1998.....</b>	<b>8</b>

<b>3.3</b>	<b>CONCLUSIONES EXTRAÍDAS DEL ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDIOS TÉCNICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2</b>	<b>REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA RÍO.....</b>	<b>17</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Obtención del régimen natural a escala diaria .....</b>	<b>18</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Régimen de caudales mínimos.....</b>	<b>19</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Régimen de caudales ecológicos máximos.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Tasa de cambio.....</b>	<b>36</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Caracterización del régimen de crecidas.....</b>	<b>36</b>

<b>6.2.6</b>	<b>Estado de la vegetación de ribera .....</b>	<b>37</b>
<b>6.3</b>	<b>REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS .....</b>	<b>43</b>
<b>7.1</b>	<b>MASAS DE AGUA RÍO .....</b>	<b>43</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales mínimos .....</b>	<b>44</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Régimen de caudales en situaciones de emergencia por sequía declarada .....</b>	<b>48</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales máximos .....</b>	<b>50</b>
<b>7.1.4</b>	<b>Resultados de los estudios de caracterización del régimen de crecidas .....</b>	<b>51</b>
<b>7.2</b>	<b>LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>53</b>
<b>8.1</b>	<b>REPERCUSIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA .....</b>	<b>53</b>
<b>8.2</b>	<b>PROCESO DE IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO.....</b>	<b>55</b>



## ÍNDICE DETALLADO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BASE NORMATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL Y LEY 11/2005 POR LA QUE SE MODIFICA LA LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4</b>	<b>INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANTECEDENTES EN LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>ESTUDIOS REALIZADOS POR LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Comunidad Autónoma del País Vasco .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Comunidad Autónoma de Navarra .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Comunidad Autónoma de Castilla y León .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>OBLIGACIONES ESTABLECIDAS EN EL PLAN HIDROLÓGICO DE 1998.....</b>	<b>8</b>

<b>3.3</b>	<b>CONCLUSIONES EXTRAÍDAS DEL ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDIOS TÉCNICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2</b>	<b>REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA RÍO.....</b>	<b>17</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Obtención del régimen natural a escala diaria .....</b>	<b>18</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Régimen de caudales mínimos.....</b>	<b>19</b>
6.2.2.1	Métodos hidrológicos .....	20
6.2.2.1.1	Métodos hidrológicos empleados.....	21
6.2.2.2	Métodos de modelación del hábitat.....	21
6.2.2.2.1	Selección de tramos y especies .....	22
6.2.2.2.2	Desarrollo de las curvas de preferencia .....	25
6.2.2.2.3	Modelización .....	26
6.2.2.2.4	Obtención del caudal asociado al Hábitat Potencial Útil máximo .....	27

6.2.2.3	Extrapolación de resultados y obtención de la distribución del régimen de caudales mínimos .....	28
6.2.2.4	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente.....	29
6.2.2.5	Régimen de caudales mínimos durante situaciones de emergencia por sequía declarada .....	29
<b>6.2.3</b>	<b>Régimen de caudales ecológicos máximos.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Tasa de cambio .....</b>	<b>36</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Caracterización del régimen de crecidas .....</b>	<b>36</b>
<b>6.2.6</b>	<b>Estado de la vegetación de ribera .....</b>	<b>37</b>
6.2.6.1	Metodología.....	38
6.2.6.2	Resultados .....	39
<b>6.3</b>	<b>REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS .....</b>	<b>43</b>
<b>7.1</b>	<b>MASAS DE AGUA RÍO.....</b>	<b>43</b>
7.1.1	Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales mínimos .....	44
7.1.2	Régimen de caudales en situaciones de emergencia por sequía declarada.....	48
7.1.3	Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales máximos .....	50
7.1.4	Resultados de los estudios de caracterización del régimen de crecidas .....	51
<b>7.2</b>	<b>LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....</b>	<b>53</b>

<b>8.1</b>	<b>REPERCUSIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA .....</b>	<b>53</b>
<b>8.2</b>	<b>PROCESO DE IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.	Tipología de las masas de agua río simuladas .....	23
Tabla 2.	Coordenadas de los puntos de inicio de los tramos de estudio en las masas de agua río.....	25
Tabla 3.	Especies objetivo para cada una de las masas de agua río simuladas.....	25
Tabla 4.	Masas de agua río incluidas en la Red Natura 2000 .....	31
Tabla 5.	Coordenadas de los puntos inicio de los tramos con estudios de caudales máximos.....	34
Tabla 6.	Estado de la vegetación de ribera.....	39
Tabla 7.	Lagos y Zonas húmedas para las que se han estimado los requerimientos hídricos.....	41
Tabla 8.	Resultados de caudal mínimo obtenidos mediante métodos de simulación del hábitat e hidrológicos en las 9 masas de agua río seleccionadas. Resultados para los puntos de estudio .....	45
Tabla 9.	Factores de extrapolación obtenidos .....	46
Tabla 10.	Valores del régimen de caudales mínimos en los finales de masa .....	47
Tabla 11.	Régimen de caudales mínimos en situaciones de emergencia por sequía declarada en todos los finales de masa .....	49
Tabla 12.	Valores del régimen de caudales máximos propuestos .....	50
Tabla 13.	Caracterización del régimen de crecidas. Resultados del estudio realizado para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.....	51
Tabla 14.	Lagos y zonas húmedas seleccionadas para los primeros estudios realizados .....	51
Tabla 15.	Afección a la vegetación por variaciones en el volumen y la cota de llenado del humedal .....	52



## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Obtención del régimen natural a escala diaria .....	19
Figura 2.	Obtención del régimen de caudales mínimos.....	20
Figura 3.	Representación esquemática de la metodología IFIM .....	22
Figura 4.	Localización de los tramos de las masas de agua río simuladas .....	24
Figura 5.	Representación gráfica en 1D, basado en celdas rectangulares entre transectos .....	26
Figura 6.	Representación del hábitat en 2D. Representación espacial del campo de profundidades y velocidades.....	26
Figura 7.	Esquema conceptual de la modelación del hábitat .....	27
Figura 8.	Masas agua río pertenecientes en su mayor parte a un espacio incluido en la Red Natura 2000 .....	32
Figura 9.	Masas en las que se han realizado estudios de caudales máximos .....	35
Figura 10.	Lagos y Zonas húmedas para las que se han estimado los requerimientos hídricos.....	42



## APÉNDICES

- APÉNDICE V.1. FICHAS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAUDALES ECOLÓGICOS MÍNIMOS EN LAS 9 MASAS SELECCIONADAS
- APÉNDICE V.2. FICHAS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ESTIMACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS MÍNIMOS MEDIANTE MÉTODOS HIDROLÓGICOS EN TODOS LOS FINALES DE MASA
- APÉNDICE V.3. ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS HÍDRICOS EN LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS
- APÉNDICE V.4. FICHAS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS MÁXIMOS



# 1 INTRODUCCIÓN

El agua es un bien escaso en muchas zonas de España donde existe una importante presión antrópica sobre el medio hídrico debido a la utilización del recurso. El gran objetivo de la planificación hidrológica es lograr la compatibilidad de los usos del agua con la preservación y mejora del medio ambiente. Ello requiere de una planificación y gestión eficaces para asegurar el suministro a todos los usuarios y evitar la degradación de los ecosistemas fluviales.

Con objeto de asegurar esta compatibilidad, se han establecido una serie de objetivos medioambientales cuyo cumplimiento debe asegurar la disponibilidad de recursos en cantidad y calidad suficientes. Pero además de estos objetivos, debido a la problemática derivada de la escasez de agua, se hace imprescindible establecer una restricción al uso del recurso, con el objetivo de mantener la funcionalidad de los ecosistemas, evitando su deterioro. Así queda plasmado en la legislación española, que establece la necesidad de determinar los caudales ecológicos en los planes de cuenca, entendiendo los mismos como una restricción impuesta con carácter general a los sistemas de explotación. Esta normativa incluye además las disposiciones que definen el concepto de caudal ecológico, su consideración como una restricción previa al uso en los sistemas de explotación y el proceso para su implantación.

Es importante destacar que, si bien en la Directiva Marco del Agua (en adelante DMA) no se establece el requerimiento de establecer regímenes de caudales ecológicos, la determinación de los mismos y su mantenimiento supone un paso adelante en el camino hacia el logro del buen estado de las masas de agua, objetivo concreto y principio que inspira toda la DMA. Por lo tanto, los caudales ecológicos no se conciben como un fin en sí mismo sino como un medio para alcanzar el objetivo citado.

En este anejo relativo a los caudales ecológicos se presenta la base normativa de aplicación, los objetivos y fases para su implantación, así como los trabajos llevados a cabo para su implantación y los resultados obtenidos.

El apartado de normativa (apartado 2) describe los artículos relacionados con el establecimiento de regímenes de caudales ecológicos recogidos en el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), la Ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN) y sus modificaciones, el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) y la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

En el apartado 3 se describen los estudios existentes en la Demarcación sobre el régimen de caudales ecológicos, en el 4 las fases que componen los nuevos estudios y en el 5 los objetivos de estos regímenes.

En los apartados 6 y 7 se describen esquemáticamente la metodología y fases del estudio técnico, así como una síntesis de los resultados obtenidos para las masas de agua estudiadas.

Por último, el apartado 8 describe las fases posteriores a realizar en la implantación de los regímenes de caudales ecológicos. Finalmente, se hace un somero repaso a las

posibles repercusiones de estos regímenes de caudales propuestos sobre los usos del agua.

## **2 BASE NORMATIVA**

El marco normativo en el ordenamiento jurídico español para la determinación de regímenes de caudales ecológicos viene establecido por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA); por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional; por la Ley 11/2005, de 22 de julio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional y por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH). Además, la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, desarrolla los contenidos de la normativa y define la metodología de aplicación.

Este apartado presenta un breve resumen de los contenidos relativos al establecimiento de regímenes de caudales ecológicos en estos documentos normativos.

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

La norma básica en materia de planificación y gestión de las aguas es el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), compuesto por el Real Decreto Legislativo (RDL) 1/2001, de 20 de julio, y sus sucesivas modificaciones, entre las cuales cabe destacar para este documento la introducida por la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, que incorpora las bases de los caudales ecológicos.

El artículo 42 del TRLA, Contenido de los planes hidrológicos de cuenca, establece lo siguiente:

*Artículo 42. Contenido de los planes hidrológicos de cuenca.*

- 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. A este efecto se determinarán:
- Los caudales ecológicos, entendiendo como tales los que mantienen como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

Por otro lado, en el artículo 59.7 se establecen los caudales ecológicos como restricciones a los sistemas de explotación:

*Artículo 59. Concesión administrativa.*

- 7. Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso a efectos de lo previsto en este artículo y siguientes, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación. En todo caso, se aplicará también a los caudales medioambientales la regla sobre la supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones recogida en el párrafo final del apartado 3 del artículo 60. Los caudales ecológicos se fijarán en los Planes Hidrológicos de cuenca. Para su establecimiento, los organismos realizarán estudios específicos para cada tramo de río.

## **2.2 LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL Y LEY 11/2005 POR LA QUE SE MODIFICA LA LEY 10/2001 DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL**

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, así como su modificación mediante la Ley 11/2005, de 22 de junio, desarrollan el artículo 59.7 de la Ley 1/2001 del Texto Refundido de la Ley de Aguas. Así, en el artículo 26 de la Ley 10/2001 (con las modificaciones establecidas por la Ley 11/2005), se establece lo siguiente:

*Artículo 26. Caudales ambientales.*

- 1. A los efectos de la evaluación de disponibilidades hídricas, los caudales ambientales que se fijen en los Planes Hidrológicos de cuenca, de acuerdo con la Ley de Aguas, tendrán la consideración de una limitación previa a los flujos del sistema de explotación, que operará con carácter preferente a los usos contemplados en el sistema. Para su establecimiento, los Organismos de cuenca establecerán estudios específicos para cada tramo de río, teniendo en cuenta la dinámica de los ecosistemas y las condiciones mínimas de su biocenosis. Las disponibilidades obtenidas en estas condiciones son las que pueden, en su caso, ser objeto de asignación y reserva para los usos existentes y previsibles. La fijación de los caudales ambientales se realizará con la participación de todas las Comunidades Autónomas que integren la cuenca hidrográfica, a través de los Consejos del Agua de las respectivas cuencas, sin perjuicio de lo dispuesto en la disposición adicional décima en relación con el Plan Integral de Protección del Delta del Ebro.
- 2. Sin perjuicio de lo establecido en el número anterior y desde el punto de vista de la explotación de los sistemas hidráulicos, los caudales ambientales tendrán la consideración de objetivos a satisfacer de forma coordinada en los sistemas de explotación, y con la única preferencia del abastecimiento a poblaciones.

Por su parte, el artículo 31 de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional establece lo siguiente:

*Artículo 31. Humedales.*

- El Ministerio de Medio Ambiente, en coordinación con las Comunidades Autónomas, establecerá un sistema de investigación y control para determinar los requerimientos hídricos necesarios que garanticen la conservación de los humedales existentes que estén inventariados en las cuencas intercomunitarias.
- Asimismo, el Ministerio de Medio Ambiente y las Comunidades Autónomas promoverán la recuperación de humedales, regenerando sus ecosistemas y asegurando su pervivencia futura.

## **2.3 REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA**

El Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), 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.

El artículo 3.j) recoge y amplía la definición contenida en el TRLA, ligándola a los conceptos de estado introducidos por la Directiva Marco:

- j) Caudal ecológico: caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

En su artículo 18 recoge lo referente a la implantación de regímenes de caudales ecológicos.

*Artículo 18. Caudales ecológicos.*

- 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.

## **2.4 INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA**

La Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, recoge y desarrolla el articulado del Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) y del Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA).

La IPH en el apartado 3.4 recoge ampliamente la cuestión de los caudales ecológicos, desarrollando tanto sus objetivos como las fases en que debe implantarse y las metodologías a seguir para ello.

Puesto que la IPH establece todas las bases metodológicas que han de considerarse en la implantación de caudales ecológicos y necesidades hídricas de lagos y humedales, se omite en este apartado la transcripción de la citada norma, recogándose en los apartados posteriores.

## **3 ANTECEDENTES EN LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS**

### **3.1 ESTUDIOS REALIZADOS POR LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS**

A lo largo de los últimos años las diferentes Comunidades Autónomas cuyo territorio se enmarca total o parcialmente dentro de la DHC Oriental han realizado diversos estudios de cálculo de regímenes de caudales ecológicos, centrándose principalmente en el cálculo del caudal mínimo y sin atender, salvo de forma puntual, a los regímenes de caudales máximos, caudales de avenida, tasas de cambio o requerimientos ambientales de lagos y zonas húmedas.

Estos estudios han sido en ocasiones usados para los expedientes de aprovechamiento hidroeléctrico de nuevas centrales hidroeléctricas, mientras que en otros casos no han tenido después una aplicación muy concreta. Los estudios de mayor interés para la DHC Oriental son los que se muestran a continuación.

#### **3.1.1 Comunidad Autónoma del País Vasco**

En el año 2007 la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco realizó varios estudios de caudales ecológicos dentro del "*Plan de implantación de regímenes de caudales ecológicos en la Comunidad Autónoma del País Vasco*". Como resultado se obtuvo una importante red de puntos con estudio del régimen de caudales ecológicos. Este estudio está siendo revisado en la actualidad.

La metodología empleada para todas las masas es la del Caudal Ecológico Modular (CEM):

- **CEM:** Es un método nacido del estudio y comparación entre diversos métodos hidrológicos e hidrobiológicos. Consiste en dividir el año hidrológico en tres periodos, uno de aguas altas (Enero, Febrero, Marzo y Abril), uno de aguas medias (Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre) y uno de aguas bajas (Julio, Agosto, Septiembre y Octubre). Se seleccionan los valores de caudal diario de cada agrupación de meses y se calcula el percentil 10%. El resultado obtenido es el caudal ecológico de dicho periodo.

### 3.1.2 Comunidad Autónoma de Navarra

En el año 2003 el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra publica el estudio "*Cálculo de regímenes de caudales ecológicos en puntos de la red fluvial de Navarra*". Como resultado se tiene una importante red de puntos con estudio del régimen de caudales ecológicos, tanto en ríos de la Cuenca Norte como de la Cuenca del Ebro.

Las metodologías empleadas son la del Caudal de Mantenimiento (QBM) y la de los Microhábitats (EVHA).

- **QBM:** Se usa el método original de Palau (CEDEX, 1998). Es un método hidrológico, que no tienen en cuenta los factores biológicos del tramo en estudio.
- **EVHA:** Es un método hidrobiológico, basado en el estudio del Hábitat Potencial Útil para cada especie considerada (trucha, salmón, anguila y foxino) y estadío. Para dar respuesta a un régimen de caudales se sigue el método propuesto por Bovee (1982).

### 3.1.3 Comunidad Autónoma de Castilla y León

En el año 2000 la Dirección General de Medio Ambiente adscrita a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León publica el Tomo I del "Estudio para la determinación de los caudales de mantenimiento en varias cuencas de la provincia de Burgos", donde se incluyen los ríos Cadagua, Nela, Rudrón, Pedroso, Esgueva y Riaza. La cuenca del río Cadagua pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

Este estudio está basado en el método PHABSIM, que combina datos hidrológicos, geomorfológicos y biológicos.

## 3.2 OBLIGACIONES ESTABLECIDAS EN EL PLAN HIDROLÓGICO DE 1998

El Plan Hidrológico Norte III<sup>1</sup> fue aprobado por RD 1664/1998 de 24 de julio. En el apartado 8 de la Memoria de dicho Plan, referido a "*Situaciones y Problemas Hidrológicos más Importantes de la Cuenca y Líneas de Actuación para Resolverlos*", se incluye el apartado 8.2 "*Satisfacción de las Demandas*". Entre estas demandas se encuentra el apartado 8.2.7 "*Caudales Mínimos Medio-Ambientales*".

#### 8.2.7.1.- Problemas

- Los caudales naturales en estiaje son similares e incluso en años de sequía inferiores a las cifras que habitualmente se contemplan al evaluar las exigencias de caudal mínimo medioambiental.
- Esta circunstancia motivaría que su aplicación generalizada dejaría sin agua durante periodos más o menos largos de tiempo a todos los

---

<sup>1</sup> El Plan Hidrológico del Norte se aprobó por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio y está estructurado en los Planes Hidrológicos Norte I, Norte II y Norte III (Norte III es el que corresponde prácticamente con el ámbito continental de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental).

- aprovechamientos situados en ríos sin regulación. Entre éstos se englobarían la mayoría de los abastecimientos urbanos e industriales.
- Los aprovechamientos actuales, aunque dispongan de embalses de regulación, no tienen fijado salvo escasas excepciones ningún tipo de caudal de servidumbre medioambiental. Los escasos aprovechamientos que están obligados a respetar o respetan de hecho algún caudal asimilable a medioambiental están motivados fundamentalmente por necesidades de dilución de vertidos, como en el caso del embalse de Añarbe y los vertidos al río Urumea.
  - La aplicación de servidumbres medioambientales a los embalses de regulación existentes conlleva una importante merma de los recursos regulados disponibles para los otros usos, que en muchos embalses conllevaría la aparición de situaciones de déficit en el balance respecto a las necesidades que se prevé satisfacer.
  - La dificultad de encontrar soluciones para la regulación de los ríos del área del Plan y consiguientemente el alto coste que las infraestructuras de regulación - tanto de la propia obra como de reposición e indemnización de afecciones - que se están ejecutando o se han estudiado conllevan graves dificultades para reemplazar la disminución sobre los recursos actualmente utilizados.
  - Un último problema, metodológico pero no menos importante, es la dificultad de definir, con una mínima garantía técnica, el caudal que es necesario desde un punto de vista medioambiental. Los procedimientos técnicos de cálculo exigen una recogida de datos y una aplicación de medios de simulación que si bien son utilizables al estudiar una determinada infraestructura no es abordable a corto plazo su realización en todos los cauces en que se plantean actualmente problemas.

#### 8.2.7.2.- Líneas de actuación

- a) Establecer en las nuevas concesiones que se otorguen la obligación de respetar unos caudales mínimos por razones medioambientales. **En tanto no se disponga de una evaluación más precisa este caudal se establecerá en al menos 1/10 del caudal medio interanual o el fluyente en régimen natural si éste es menor.**
- b) Establecer en los embalses un caudal de servidumbre continuo de al menos el 10% de la aportación total.
- c) Estudiar los términos concesionales de los aprovechamientos preexistentes, aplicando de forma real las obligaciones sobre el cumplimiento de las disposiciones en materia de pesca fluvial establecidas en el condicionado.
- d) Proponer alternativas de recursos para abastecimiento urbano, industrial y riego que suplan las disminuciones en los recursos actuales derivados de la aplicación de servidumbres medioambientales. Programar su realización progresiva para los dos horizontes del Plan y la implantación de servidumbres en las captaciones actuales conforme se vaya disponiendo de los recursos alternativos.
- e) Suspender el otorgamiento de nuevas concesiones para riego en ríos donde no se disponga de recursos regulados asignados a tal fin. Podrán ser exceptuadas las concesiones motivadas por la legalización de aprovechamientos preexistentes o para parcelas de una familia.
- f) Supeditar el otorgamiento de concesiones para usos industriales, acuicultura, etc. al mantenimiento de los caudales mínimos medioambientales en el cauce o a su restitución con calidad adecuada inmediatamente aguas abajo del punto de captación, adoptando en dicho

caso las medidas de corrección fluvial del tramo intermedio afectado que minimicen los efectos de la detracción.

Además, la Normativa del Plan Hidrológico Norte III, aprobada a través de la Orden de 13 de agosto de 1999, dedica el artículo 8 a los caudales mínimos medioambientales:

*Artículo 8.*

- 1. El caudal mínimo medioambiental a circular en el cauce no será inferior a un décimo del caudal medio interanual, con un mínimo de 50 litros/segundo en ríos con caudales permanentes todo el año, o la totalidad del caudal natural fluyente, si éste fuese menor a un décimo o a 50 litros/segundo.
- 2. Se podrá autorizar la realización de tomas de caudal fluyente, aunque no se cumplan en el cauce los mínimos establecidos en el apartado 1, cuando, tratándose de un río con población piscícola o apto para su existencia, los caudales totales derivados por los distintos usuarios no superen la mitad del caudal existente o disponible en ese momento, o bien las dos terceras partes si el río o tramo no reúne tales condiciones de aptitud.
- 3. Con carácter excepcional, el organismo de cuenca podrá no aplicar la restricción del apartado 1, cuando se trate de satisfacer necesidades de abastecimiento de núcleos de menos de 500 habitantes o relativas a actividades ganaderas, siempre que se compruebe que no existen soluciones alternativas razonables, pudiendo autorizarse en tal caso dejar fluir el 25 por 100 del caudal circulante y sin perjuicio de que se imponga la realización de las obras precisas para facilitar los movimientos migratorios de los peces, si el tramo fuese apto para la vida piscícola.
- 4. Si las tomas en tramos piscícolas impidieran el paso de los peces, la derivación del recurso se condicionará a la realización de las obras necesarias para facilitar los movimientos migratorios de aquéllos.

El artículo 9 de la Normativa establece una serie de excepciones a los caudales medioambientales por sistema de explotación.

### **3.3 CONCLUSIONES EXTRAÍDAS DEL ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES**

Todos estos trabajos han aportado una información muy útil para el conocimiento de las necesidades hídricas de los ecosistemas fluviales, si bien han sido realizados en base a diferentes metodologías y sin seguir estrictamente el procedimiento actualmente establecido en la normativa para la implantación de caudales ecológicos (Reglamento de Planificación Hidrológica, Instrucción de Planificación Hidrológica).

Por ello ha sido necesario acometer unos nuevos estudios que permitan esta implantación, de acuerdo al concepto actualmente aceptado de caudal ecológico. Cabe destacar que en la elaboración de estos nuevos estudios se han analizado y considerado de forma significativa aquéllos realizados por las CCAA, comparando los resultados obtenidos cuando estaban realizados en áreas próximas, y siempre que los datos de partida fuesen similares. Esto ha permitido depurar el trabajo realizado e identificar posibles defectos puntuales.

## **4 FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS**

El proceso general para la implantación de los regímenes de caudales ecológicos debe constar de tres fases:

- a) 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 intentarán 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) Proceso de negociación o concertación. Esta fase se realizará posteriormente a la aprobación del Plan y antes de la comunicación a los concesionarios, al no afectar significativamente las reservas y asignaciones del Plan. Alcanzará como mínimo, tal y como indica la IPH, los niveles de información y consulta.
- c) Implantación y seguimiento adaptativo del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos.

La complejidad intrínseca de este proceso y el número de masas de agua superficial existentes (69 de categoría río) impide la extensión de este proceso a todas ellas en el reducido plazo disponible. También debe mencionarse la limitada experiencia en algunos trabajos inherentes a este tipo de determinaciones, que comprenden una doble vertiente. Por una parte, análisis hidrológicos de las masas de agua, a realizar en gabinete y para los que se dispone de información suficiente. Por otra, la realización de estudios ecológicos "in situ" para conocer las especies que existen, o podrían existir, en cada masa de agua y obtención de las curvas que relacionan el caudal con la disponibilidad de hábitat adecuado para las mismas. Esta segunda parte exige un tiempo y un coste apreciables.

Por lo tanto, consideraciones obvias de índole práctica han llevado a aplicar en esta fase un procedimiento que asegura la compatibilidad de los objetivos buscados con los medios y plazos realmente disponibles. Teniendo en cuenta esto, se han realizado para todas las masas de agua estudios detallados de naturaleza hidrológica.

Por su parte, los esfuerzos relativos a los estudios de simulación de hábitat se han centrado en un número limitado de masas de agua de categoría río (9, lo que supone más de un 10% del total). La elección de las masas a estudiar constituye una decisión trascendental pues deben ser seleccionadas las que definan el régimen de los

principales cursos de agua de la cuenca, puedan ser mantenidas con elementos específicos de regulación y sin olvidar las que puedan ser objeto, por diversas razones, de especial conflictividad. De esta forma, quedarían cubiertas por estos estudios de simulación de hábitat las denominadas masas estratégicas, que son aquéllas en las que el establecimiento del régimen de caudales ecológicos podría condicionar las asignaciones y reservas de recursos del Plan hidrológico de cuenca. En el proceso de selección de masas de agua a ser simuladas se incluyen otras de forma que se puedan cubrir todas las tipologías presentes en el ámbito competencial de la CHC en la DHC Oriental, de forma que los resultados obtenidos en las masas seleccionadas puedan extrapolarse al resto de masas del ámbito, ya que, debido a la especificidad del territorio (ríos relativamente cortos, demandas dispersas, importancia del sector hidroeléctrico...) se ha considerado necesario exigir el cumplimiento del régimen de caudales en todas las masas de agua río.

## **5 OBJETIVOS DE LOS REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS**

### **5.1 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS**

De acuerdo con la IPH, el régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición.

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

- a) 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.
- b) Ofrecer un patrón temporal de 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.

En la consecución de estos objetivos tienen prioridad los referidos a zonas protegidas, a continuación los referidos a masas de agua naturales y finalmente los referidos a masas de agua muy modificadas.

En la medida en que las zonas protegidas de la Red Natura 2000 y de la Lista de Humedales de Importancia Internacional del Convenio de Ramsar puedan verse afectadas de forma apreciable por los regímenes de caudales ecológicos, éstos serán los apropiados para mantener o restablecer un estado de conservación favorable de los hábitat o especies, respondiendo a sus exigencias ecológicas y manteniendo a largo plazo las funciones ecológicas de las que dependen.

En el caso de las especies protegidas por normativa europea (anexo I de la Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres, modificada por la Directiva 2009/117/CE y anexos II y IV de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los

hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) y por normativa nacional/autonómica (Catálogos de Especies Amenazadas, etc.), así como en el caso de los hábitats igualmente protegidos por normativa europea (anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992) y nacional/autonómica (Inventario Nacional de Hábitats, etc.), el objetivo del régimen de caudales ecológicos será salvaguardar y mantener la funcionalidad ecológica de dichas especies (áreas de reproducción, cría, alimentación y descanso) y hábitats según los requerimientos y directrices recogidos en las respectivas normativas.

La determinación e implantación del régimen de caudales en las zonas protegidas no se referirá exclusivamente a la propia extensión de la zona protegida, sino también a los elementos del sistema hidrográfico que, pese a estar fuera de ella, puedan tener un impacto apreciable sobre dicha zona.

En situaciones de emergencia por sequía declarada podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 del Reglamento de la Planificación Hidrológica 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 aplicará en las zonas incluidas en la Red Natura 2000, cuando su designación esté relacionada con la protección de hábitats y/o especies ligados al medio acuático, o en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de acuerdo con el Convenio de Ramsar. 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, según lo establecido por la normativa vigente.

## **5.2 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS**

La caracterización de los requerimientos hídricos ambientales de las masas de agua clasificadas en la categoría de lagos o zonas de transición de tipo lagunar tiene como objetivo fundamental contribuir a alcanzar su buen estado o potencial ecológico a través del mantenimiento a largo plazo de la funcionalidad y estructura de dichos ecosistemas, proporcionando las condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de estos ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante la preservación de los procesos ecológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos.

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

- a) El régimen de aportes hídricos deberá contribuir a conseguir los objetivos ambientales.
- b) Si son dependientes de las aguas subterráneas, se deberá 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 será tal que no impida el cumplimiento de las normas y objetivos en virtud del cual haya sido establecida la zona protegida.
  
- d) También se deberán estudiar las circunstancias especiales de la zona inundada y su contorno para proponer medidas que permitan aumentar el valor ambiental de lagos y zonas húmedas.



## **6 ESTUDIOS TÉCNICOS**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

Como ya se ha mencionado, la metodología para la determinación de los regímenes de caudales ecológicos sigue las disposiciones establecidas en la IPH (apartado 3.4). Este documento establece los procedimientos técnicos básicos para la obtención de dichos regímenes y es, por tanto, la referencia fundamental en la que se han basado los estudios realizados.

En el desarrollo de las disposiciones incluidas en esta Instrucción Técnica colaboró un amplio grupo de expertos representantes de diferentes universidades, centros de investigación y administraciones del agua y de conservación de la naturaleza. Asimismo, este grupo de expertos ha seguido dando apoyo para la realización de los trabajos mediante la redacción de Guías para la determinación del régimen de caudales ecológicos, en las que se detallan las metodologías.

Para la realización de los trabajos técnicos en todas las demarcaciones con cuencas intercomunitarias, la Dirección General del Agua contrató tres servicios de asistencia técnica que abarcaban todas estas demarcaciones. La dirección de los trabajos técnicos para los tres estudios se ha llevado desde la DGA, en colaboración con las Oficinas de Planificación Hidrológica de las Confederaciones Hidrográficas, con objeto de lograr la mayor homogeneidad posible en los estudios y aprovechar las similitudes entre las masas de agua de diferentes Demarcaciones para optimizar los trabajos. En todo este complejo proceso cabe destacar además el asesoramiento y colaboración del CEDEX en las tareas relacionadas con la dirección de los estudios técnicos.

En un inicio, el ámbito espacial para la caracterización del régimen de caudales ecológicos se extendía a todas las masas de agua superficial clasificadas en las categorías de río y de aguas de transición. También se han estudiado los requerimientos hídricos de algunos lagos, seleccionados previamente en función de su importancia ecológica.

### **6.2 REGÍMENES DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA RÍO**

En el ámbito competencial de la CHC en la DHC Oriental se han definido todas las masas de agua río como permanentes. De acuerdo con la definición número 59 del apartado 1.2 de la IPH, se entiende por ríos permanentes aquellos cursos fluviales que, en régimen natural, presentan agua fluyendo de manera habitual durante todo el año en su cauce.

En este tipo de masas de agua, el régimen de caudales ecológicos incluye los siguientes componentes:

- a) **Caudales mínimos** que deben ser superados con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre las comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades autóctonas.
- b) **Caudales máximos** que no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras, con el fin de limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas más vulnerables a estos caudales, especialmente en tramos fuertemente regulados.
- c) **Distribución temporal** de los anteriores caudales mínimos y máximos, con el objetivo de establecer una variabilidad temporal del régimen de caudales que sea compatible con los requerimientos de los diferentes estadios vitales de las principales especies de fauna y flora autóctonas presentes en la masa de agua.
- d) **Caudales de crecida** aguas abajo de infraestructuras de regulación, especialmente centrales hidroeléctricas de cierta entidad, con objeto de controlar la presencia y abundancia de las diferentes especies, mantener las condiciones físico-químicas del agua y del sedimento, mejorar las condiciones y disponibilidad del hábitat a través de la dinámica geomorfológica y favorecer los procesos hidrológicos que controlan la conexión de las aguas de transición con el río, el mar y los acuíferos asociados.
- e) **Tasa de cambio máxima** aguas abajo de infraestructuras de regulación, con objeto de evitar los efectos negativos de una variación brusca de los caudales, como pueden ser el arrastre de organismos acuáticos durante la curva de ascenso y su aislamiento en la fase de descenso de los caudales. Asimismo, debe contribuir a mantener unas condiciones favorables a la regeneración de especies vegetales acuáticas y ribereñas.

### 6.2.1 Obtención del régimen natural a escala diaria

La serie de datos debe estar caracterizada a escala diaria, siendo posible determinarla a partir de datos mensuales obtenidos de diversas formas, dependiendo de los datos disponibles. En el ámbito de estudio se ha realizado mediante modelación hidrológica de series en régimen natural a escala mensual. Se han utilizado los datos provenientes del modelo de simulación SIMPA II (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación). Para la obtención de las series diarias se aplica un patrón de distribución diario obtenido mediante el análisis de estaciones de control en régimen natural representativas del comportamiento hidrológico de la región.

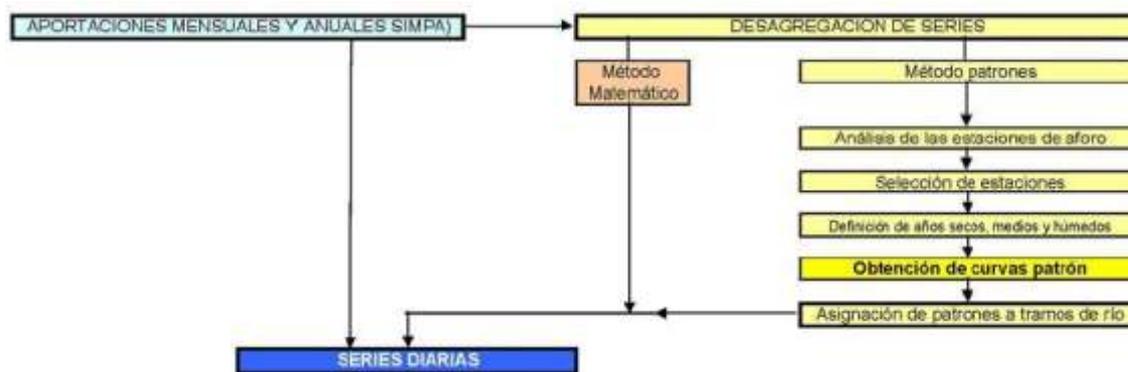


Figura 1. Obtención del régimen natural a escala diaria

Puesto que los caudales ecológicos, de acuerdo a la normativa vigente, han de ser determinados como una restricción previa a los sistemas de explotación, y que el apartado 3.5.3 de la IPH establece que la asignación y reserva de los recursos disponibles para las demandas previsibles se realizará con las series de recursos hídricos correspondientes al periodo 1980-2005, en aquellos casos en que ha sido posible, la serie hidrológica de estudio se ha tomado también para dicho período. Con esta premisa se asegura cierta homogeneidad en el origen de los datos con los que se lleva a cabo la modelación de los sistemas de explotación, a la hora de determinar las asignaciones y reservas de recursos.

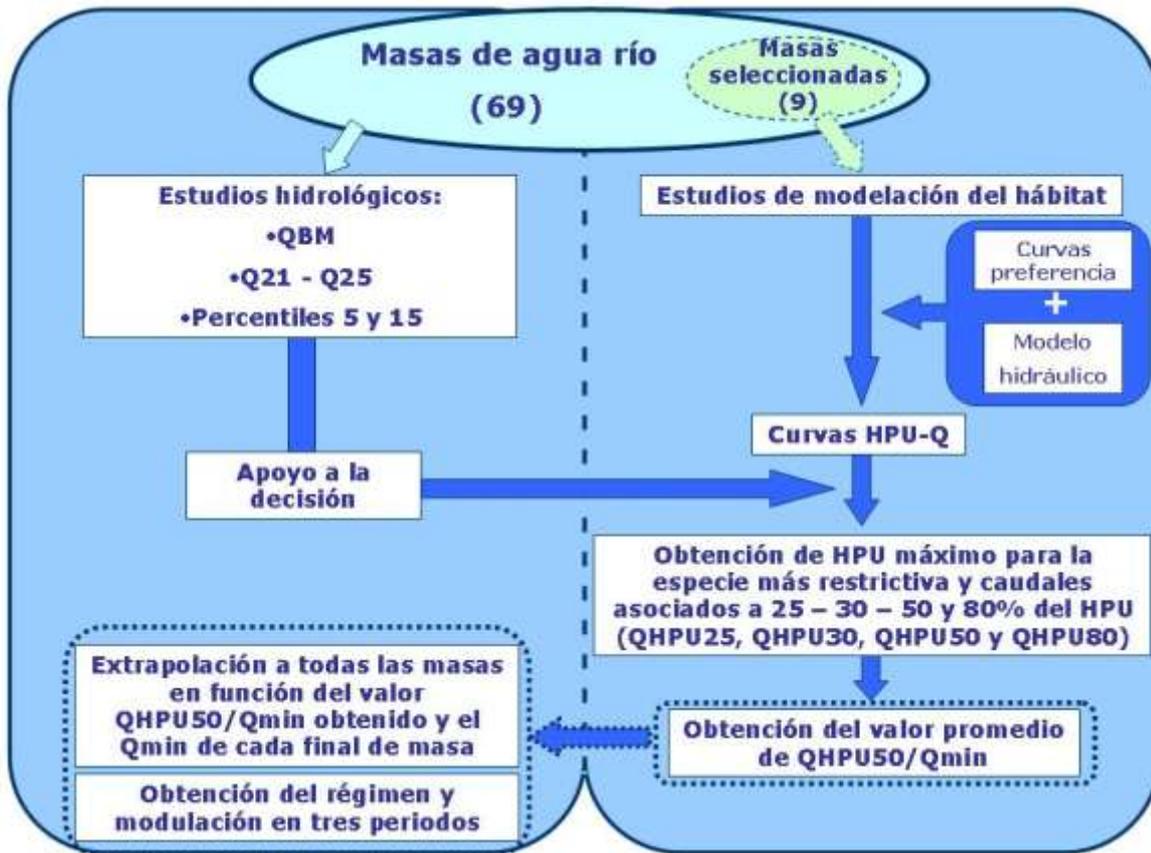
## 6.2.2 Régimen de caudales mínimos

La distribución temporal de caudales mínimos se establece mediante la selección de periodos homogéneos y representativos en función de la naturaleza hidrológica de la masa de agua y de los ciclos biológicos de las especies autóctonas, debiéndose identificar al menos dos períodos distintos dentro del año.

Se han determinado los caudales mínimos precisos mediante métodos hidrológicos y de simulación de hábitat de la siguiente forma:

- Por una parte, se estiman en una serie de masas seleccionadas (9) los caudales mínimos por métodos de modelación del hábitat y por métodos hidrológicos, estableciéndose una relación para cada masa entre los resultados obtenidos mediante métodos de modelación y el mínimo caudal medio mensual, así como el valor promedio de esa relación para toda la Demarcación.
- Por otra parte, se estiman en todos los finales de masa los regímenes de caudales mínimos mediante métodos hidrológicos.
- Finalmente, a partir de la relación obtenida como promedio en las masas seleccionadas entre los resultados alcanzados mediante métodos de modelación y el mínimo caudal medio mensual, se extrapola a todos los finales de masa, obteniendo así en todos los finales de masa un régimen de caudales mínimos con significación ecológica, puesto que se estiman a partir de la extrapolación de los resultados de los estudios de modelación del hábitat.

Este proceso se resume en la Figura 2. y se explica de forma más detallada en los siguientes apartados.



QBM: Caudal básico de mantenimiento  
 Q21 y Q25: Métodos de la media móvil de orden 21 y 25  
 Curvas HPU-Q: Curvas de relación entre el Hábitat Potencial Útil y el Caudal  
 Qmin: Mínimo caudal medio mensual en régimen natural.

Figura 2. Obtención del régimen de caudales mínimos

### 6.2.2.1 Métodos hidrológicos

Para obtener la distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos, la IPH establece la posibilidad de seguir dos criterios, partiendo de una serie hidrológica representativa de al menos 20 años, que caracterice el régimen natural presentando una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos:

- La definición de variables de centralización móviles anuales, de orden único o variable. En el caso de orden único, éste se identificará por su significación hidrológica (21 días consecutivos, por ejemplo), mientras que en el caso de orden variable, se tendrán en cuenta posibles discontinuidades del ciclo hidrológico para su identificación.
- 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.

El proceso seguido para la obtención del régimen de caudales mínimos ecológicos por métodos hidrológicos es el que se resume a continuación.

### **6.2.2.1.1 Métodos hidrológicos empleados**

Para la cuantificación del régimen de caudales mínimos por métodos hidrológicos existen actualmente numerosas metodologías basadas en el análisis estadístico de los caudales medios diarios o mensuales con la finalidad de cuantificar un nivel adecuado de reserva de caudal base en la cuantificación del régimen de caudales ecológicos.

Los métodos utilizados en el marco de los estudios realizados son los que se citan a continuación:

**Método QBM** (Caudal Básico de Mantenimiento; Palau 1994; Palau & Alcazar, 1996). A partir de series de caudales medios diarios y mediante la aplicación de medias móviles sobre intervalos crecientes de datos, se obtiene una distribución de caudales mínimos acumulados, sobre la que se define el Caudal Básico como el correspondiente a la discontinuidad o incremento relativo mayor.

**Percentiles 5-15.** Tal y como establece la IPH, se han calculado los percentiles 5 y 15 de la curva de caudales clasificados generada a partir de las series de caudales diarios en régimen natural.

**Método de la media móvil de orden 21 y 25.** La media móvil de orden 25 es un método estadístico desarrollado en la Escuela de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid bajo la dirección de Diego García de Jalón y que representa como caudal ecológico el definido por la media de los caudales medios mínimos correspondientes a 25 días consecutivos. La IPH hace también referencia a la media móvil de orden 21, que se calcula de la misma forma, si bien con un periodo de 21 días consecutivos.

Con este conjunto de metodologías quedan cubiertos los dos criterios que plantea la IPH, tanto métodos basados en la definición de variables de centralización móviles como percentiles entre el 5 y el 15 a partir de la curva de caudales clasificados. Asimismo, se garantiza una batería de resultados que posibilita la elección de aquel caudal que más se ajuste a la dinámica natural, para posteriormente ajustarlo mediante los métodos de simulación de hábitat.

Los resultados generados con cada método se muestran en el Apéndice V.2.

### **6.2.2.2 Métodos de modelación del hábitat**

Los métodos de modelación de la idoneidad de hábitat se basan 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.

Para el desarrollo de estos trabajos se ha utilizado la metodología IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), la cual analiza las diferentes condiciones hidráulicas que se producen en un cauce al variar los caudales circulantes, relacionando además las preferencias de las especies seleccionadas mediante el uso de curvas, y obteniendo finalmente una relación entre el caudal circulante y el hábitat disponible para la especie.

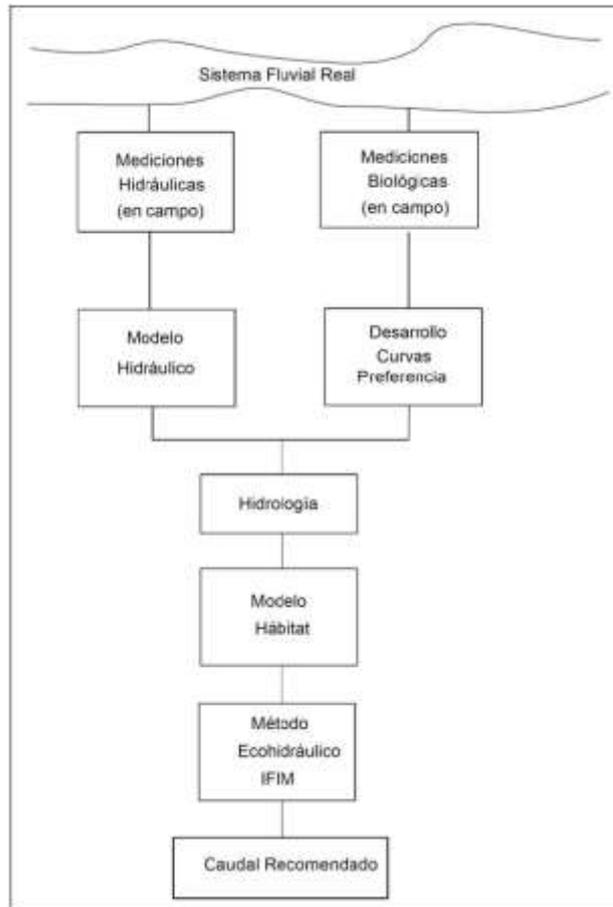


Figura 3. Representación esquemática de la metodología IFIM

#### 6.2.2.2.1 Selección de tramos y especies

De acuerdo con la IPH, la simulación se ha realizado en el 10% de las masas de la categoría río. En la selección de tramos a modelar se han tenido en cuenta criterios de representatividad, con vistas a cubrir los tipos más representativos, especialmente en lo que se refiere a diferencias en el régimen de caudales. Con esto se pretendía poder realizar, en base a las tipologías existentes, una extrapolación de los resultados obtenidos mediante métodos de modelación a todos los finales de masa.

Para evaluar las posibles diferencias en cuanto al régimen de caudales de las diferentes masas de agua, el CEDEX ha realizado un estudio para toda la España peninsular. La identificación de hidrorregiones en el conjunto de las cuencas hidrográficas españolas se ha llevado a cabo mediante el análisis, regionalización y agregación de un amplio conjunto de indicadores hidrológicos. El trabajo se ha basado en la información acumulada del modelo SIMPA. Se han seleccionado indicadores que definieran el comportamiento hidrológico intra e interanual, con una escala de subcuenca. La delimitación posterior de las hidrorregiones ha considerado diferentes tipos de ponderaciones entre indicadores, y distintos niveles de agregación.

Asimismo, en la selección se ha dado 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.

Para los trabajos realizados en esta demarcación hidrográfica se seleccionaron 9 masas de agua en las que desarrollar los métodos de simulación de hábitat.

Tabla 1. Tipología de las masas de agua río simuladas

TIPOLOGÍA	CÓDIGO MASA	NOMBRE RÍO
Ríos Cántabro-Atlántico calcáreos	ES069MAR002880	Río Cadagua I
	ES069MAR002850	Río Ordunte II
Pequeños ejes Cántabro-Atlánticos calcáreos	ES028MAR002661	Río Oria V
	ES018MAR002491	Río Urumea II
	ES010MAR002420	Río Bidasoa III
Ríos Vasco-Pirenaicos	ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura
	ES002MAR002340	Río Bidasoa I
	ES010MAR002430	Río Endara
	ES518MAR002930	Río Luzaide

La longitud de los tramos seleccionados se ha establecido buscando una representación adecuada de la variabilidad física y ecológica del río, tal y como indica la IPH.



Figura 4. Localización de los tramos de las masas de agua río simuladas

Tabla 2. Coordenadas de los puntos de inicio de los tramos de estudio en las masas de agua río

CÓDIGO	RÍO	X UTM (H30)	Y UTM (H30)
ES069MAR002880	Río Cadagua I	476134	4771698
ES069MAR002850	Río Ordunte II	476974	4779239
ES028MAR002661	Río Oria V	571796	4772014
ES018MAR002491	Río Urumea II	591191	4785129
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	596086	4770672
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	622446	4781462
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	608223	4783558
ES010MAR002430	Río Endara	600790	4793948
ES518MAR002930	Río Luzaide	637842	4769635

Por su parte, la selección de las especies piscícolas presentes en cada tramo de estudio se ha obtenido en función de la información bibliográfica de la que se ha dispuesto (censos piscícolas, Atlas y Libro Rojo, estudios de caudales ecológicos ya realizados, etc.). De las especies presentes se han seleccionado las especies objetivo, considerando las que son autóctonas y dando prioridad a las categorizadas como "En Peligro", "Vulnerables", "Sensibles a la Alteración de su Hábitat" y "De Interés Especial" en los Catálogos de Especies Amenazadas, así como las recogidas en el anexo II de la Directiva 92/43/CEE. Además se ha tenido en cuenta la viabilidad en la elaboración de sus curvas de preferencia y su sensibilidad a los cambios en el régimen de caudales.

Las especies que han sido seleccionadas para los tramos considerados en los trabajos han sido las siguientes:

Tabla 3. Especies objetivo para cada una de las masas de agua río simuladas

CÓDIGO MASA	NOMBRE RÍO	ESPECIE SELECCIONADA
ES069MAR002880	Río Cadagua I	Trucha adulta
ES069MAR002850	Río Ordunte II	Trucha adulta
ES028MAR002661	Río Oria V	Barbo Graellsi
ES018MAR002491	Río Urumea II	Trucha adulta
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	Trucha adulta
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	Trucha adulta
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	Salmón freza
ES010MAR002430	Río Endara	Salmón juvenil
ES518MAR002930	Río Luzaide	Trucha adulta

#### 6.2.2.2.2 Desarrollo de las curvas de preferencia

En el momento de inicio de los trabajos para la determinación de los caudales ecológicos en las demarcaciones con cuencas intercomunitarias, la disponibilidad de curvas de preferencia era reducida. Se contaba con curvas genéricas para determinadas especies, teóricamente aplicables en cualquier territorio aunque de escasa resolución, y con curvas específicas de determinadas cuencas generadas en proyectos de investigación, cuya transferibilidad a otros ámbitos geográficos es bastante discutible.

De esta circunstancia surge la necesidad de elaboración de curvas de preferencia de varios estadios de las especies objetivo para su aplicación en el estudio, tarea realizada en el marco de los citados trabajos. Asimismo, se ha procedido a adaptar alguna de las curvas ya existentes, con vistas a posibilitar su utilización.

### 6.2.2.2.3 Modelización

Para el desarrollo de los trabajos de simulación de hábitat ha sido necesaria la utilización de modelos hidrodinámicos con los que poder simular las condiciones hidráulicas que se producen en el cauce al variar los caudales circulantes. Se pueden usar dos tipos de modelos:

- Modelización en 1D. Se trata de modelos hidrodinámicos de resolución mediante el método del paso hidráulico calibrado en cada transecto para el ajuste del perfil de velocidades.

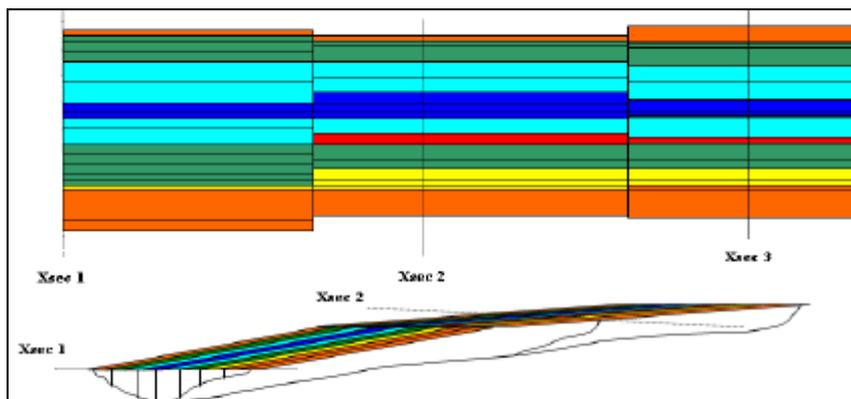


Figura 5. Representación gráfica en 1D, basado en celdas rectangulares entre transectos

- Modelización en 2D. En este caso se trata de modelos hidrodinámicos bidimensionales por elementos finitos que caracterizan la velocidad media de la columna de agua, para uso en cauces naturales.

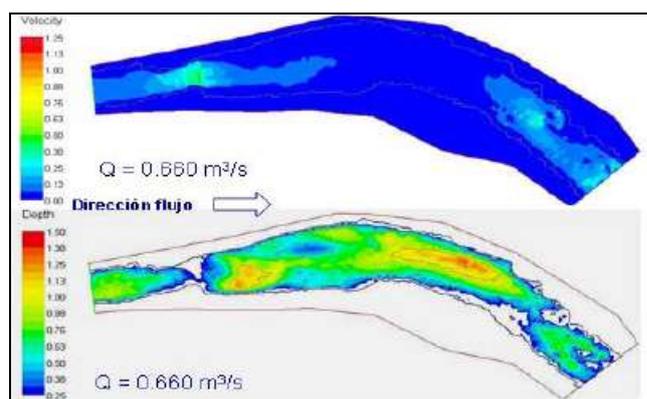


Figura 6. Representación del hábitat en 2D. Representación espacial del campo de profundidades y velocidades

En estos estudios se ha trabajado con modelización en 1D, ya que así lo permiten las características de los ríos que han sido estudiados.

Con estos modelos y partiendo de las curvas de preferencia para las especies objetivo seleccionadas en cada caso, se obtiene la simulación de idoneidad del hábitat, reflejada en las curvas que relacionan el hábitat potencial útil con el caudal (curvas HPU-Q). Estas curvas se obtienen para cada uno de los estadios del ciclo vital de cada

especie (alevín, juvenil y adulto, y en determinados casos también las necesidades de la freza).

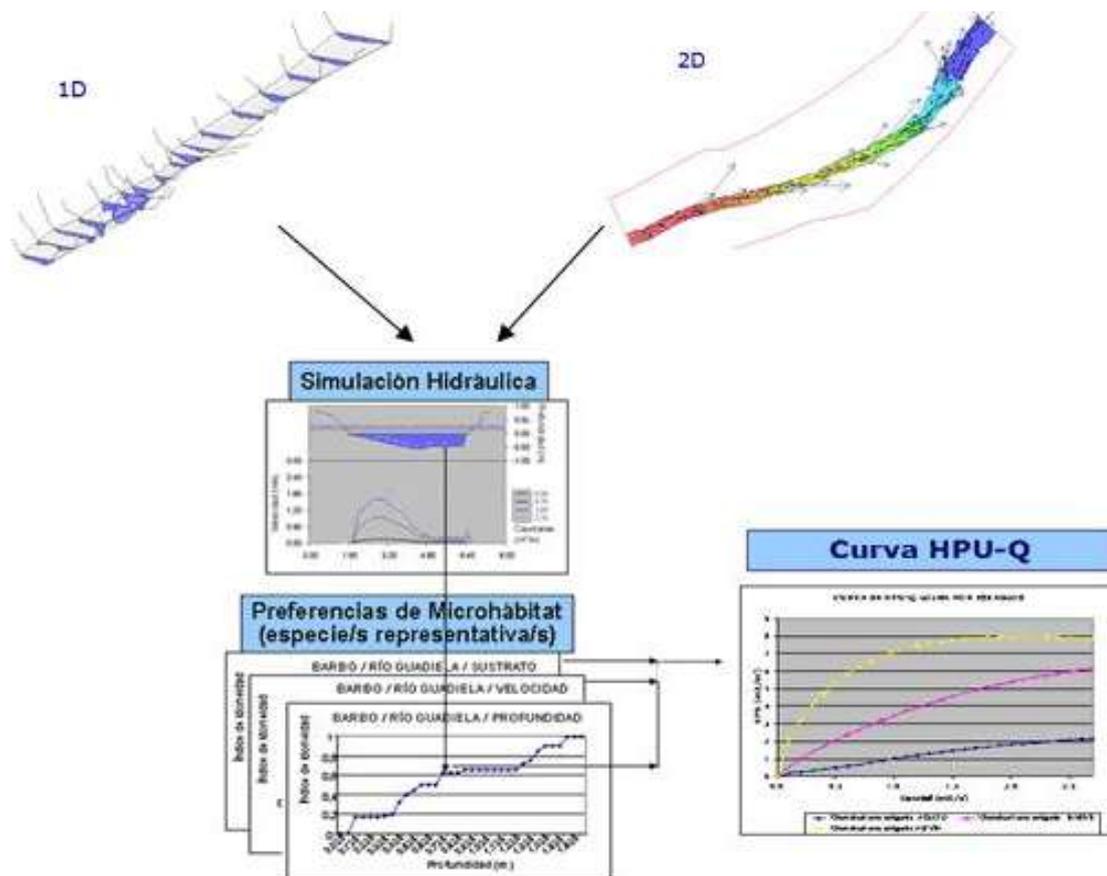


Figura 7. Esquema conceptual de la modelación del hábitat

El resultado final será el valor de caudal que aporte una mayor superficie de hábitat potencialmente útil para la especie que sea más restrictiva.

#### 6.2.2.2.4 Obtención del caudal asociado al Hábitat Potencial Útil máximo

De acuerdo con la IPH, la distribución de caudales mínimos se ha determinado ajustando los caudales obtenidos por métodos hidrológicos al resultado de la modelación de la idoneidad del hábitat, en función de alguno de los siguientes criterios:

- Considerando el caudal correspondiente a un cambio significativo de pendiente en la curva de hábitat potencial útil-caudal.
- Considerando el caudal correspondiente a un umbral del hábitat potencial útil comprendido en el rango 50-80% del hábitat potencial útil máximo, si existe este punto. No se ha considerado necesario, debido a las características específicas de la Demarcación, aplicar un régimen de caudales más relajado para las masas que se identifiquen como muy alteradas hidrológicamente. Para las situaciones de emergencia por sequía declarada, se podrá reducir el caudal al correspondiente al 25% del hábitat potencial útil máximo, con la excepción señalada en el apartado 5 para espacios de la Red Natura 2000 y de la lista del Convenio Ramsar.

En los casos donde la curva de hábitat potencial era creciente y sin aparentes máximos, y no presenta un cambio de pendiente claramente significativo, se ha adoptado como valor máximo de hábitat potencial útil el correspondiente al caudal definido por los percentiles 15, 20 ó 25 de los caudales medios diarios en régimen natural. La selección de uno de esos percentiles se ha realizado en función de la comparación del resultado de la simulación con los resultados de los métodos hidrológicos.

Así, se obtiene el caudal asociado al 25 – 30 – 50 y 80% del HPU máximo, para los tramos estudiados en cada una de las 9 masas seleccionadas. Estos resultados se muestran en el Apéndice V.1 y en el apartado 7 del presente Anejo.

### **6.2.2.3 Extrapolación de resultados y obtención de la distribución del régimen de caudales mínimos**

Una vez que se han obtenido los caudales asociados a los valores significativos del HPU indicados en el punto anterior, se calcula la relación entre cada uno de estos caudales y el mínimo caudal medio mensual en régimen natural, en cada uno de los tramos estudiados de las 9 masas seleccionadas. Posteriormente se obtiene el valor promedio de cada una de estas relaciones.

Los valores obtenidos serán los que se empleen como factores de extrapolación para todos los finales de masa de agua río, obteniendo el caudal ecológico mínimo como producto del factor de extrapolación y el mínimo caudal medio mensual de cada final de masa. Se tendrá así un caudal mínimo relacionado con el caudal asociado a un valor concreto del HPU. En el ámbito competencial de la CHC en la DHC Oriental se ha planteado como norma general trabajar con el caudal asociado a un 50% del HPU.

Este caudal mínimo ha de ser transformado en un régimen que proporcione la necesaria variabilidad intraanual. Para ello, se han seleccionado cuatro factores de variación con los que modular el resultado de caudal mínimo obtenido. En cada cuenca concreta se aplica finalmente el factor de variación que proporciona la modulación más adecuada de caudales ecológicos a lo largo del año, con vistas a adaptar el régimen propuesto a las características hidrológicas inherentes a las cuencas.

Dentro del ámbito de estudio se ha propuesto la aplicación del mismo factor de variación en todos los sistemas de explotación. El factor de variación por el que se ha optado, debido a su mejor ajuste al patrón natural del régimen de caudales, responde a la siguiente fórmula:

$$F \text{ var } 1 = \sqrt{\frac{Q_i}{Q_{\min}}}$$

Donde "Qi" es el caudal medio para el mes "i" y "Qmin" es el mínimo caudal medio mensual.

Finalmente, como forma de facilitar la gestión de la cuenca por parte de los diferentes actores, se ha procedido a modular estos caudales ecológicos mínimos, de forma que se ofrecen resultados para tres periodos homogéneos:

- Aguas altas: Meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril.
- Aguas medias: Meses de Noviembre, Diciembre, Mayo y Junio.

- Aguas bajas: Meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre.

La elección de estos meses se debe a la similitud que ofrecen en su comportamiento las curvas de caudales clasificados, en su parte baja (percentiles 5 – 15), que son los valores más determinantes para la estimación de los caudales ecológicos mínimos.

Los resultados finales, con los caudales mínimos que se exigirán en todas las masas de agua río, se muestran en el apartado 7 del presente Anejo.

#### **6.2.2.4 Masas de agua muy alteradas hidrológicamente**

La IPH indica, en su apartado 3.4.2, la posibilidad de establecer un régimen de caudales mínimos más relajado (hasta un mínimo de un caudal asociado al 30% del HPU máximo) en aquellas masas en las que se puedan presentar conflictos entre el régimen de caudales y los usos actuales, por encontrarse las masas en un grado severo de alteración hidrológica.

Sin embargo, no se ha considerado adecuado relajar el régimen de caudales en las masas hidrológicamente muy alteradas de la Demarcación debido a las características de dichas masas de agua, a las propias características de distribución poblacional y de usos (núcleos dispersos, presencia de un número elevado de centrales y minicentrales hidroeléctricas...) así como por el hecho de que muchas masas de agua pertenecen a un espacio protegido y/o han sido incluidas en espacios pertenecientes a la Red Natura 2000.

#### **6.2.2.5 Régimen de caudales mínimos durante situaciones de emergencia por sequía declarada**

El régimen de caudales ecológicos mínimos en situaciones de emergencia por sequía declarada se ha determinado mediante simulación de la idoneidad del hábitat. En los resultados de la simulación del hábitat se ha establecido un umbral de relajación con el objetivo de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo, tal y como indica la IPH en el apartado 3.4.3 (*Régimen de caudales durante sequías prolongadas*).

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

La adaptación desde el régimen ordinario será proporcional a la situación del sistema hidrológico, definida según los indicadores establecidos en el Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, teniendo en cuenta las curvas combinadas elaboradas para tal fin, y evitando, en todo caso, deterioros irreversibles de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.

El régimen, además, debe incluir una variación intraanual que sea proporcional a la existente en periodos ordinarios.

Esta excepción no es aplicable en las zonas incluidas en la Red Natura 2000 o en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de acuerdo con el Convenio Ramsar. En la Tabla 4. se indican las masas de agua río que han sido consideradas como pertenecientes a un espacio de la Red Natura 2000 dependiente de masa de agua. En

este ámbito de estudio no existen masas de agua río pertenecientes a espacios incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de acuerdo con el Convenio Ramsar.

En total, 30 de las 69 masas de agua río (incluyendo embalses) pertenecen a la Red Natura, lo que supone un 43,5% del total.

Tabla 4. Masas de agua río incluidas en la Red Natura 2000

CODIGO MASA	NOMBRE MASA	LIC	ZEPA
ES001MAR002320	Río Olavidea	Regata de Olavidea	
ES001MAR002330	Río Urrizate-Aritzacun	Aritzakun-Urrizate-Gorramendi	Aritzakun-Urrizate
ES002MAR002360	Río Artesiaga	Desembocadura del Arroyo de Artesiaga	
ES002MAR002370	Río Marín y Cevería	Belate	
ES002MAR002380	Río Bidasoa II	Desembocadura del Arroyo de Artesiaga	
ES008MAR002401	Río Tximistas II	Río Bidasoa	
ES008MAR002410	Río Latsa	Río Bidasoa	
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	Río Bidasoa	
ES010MAR002430	Río Endara	Aiako Harria	
ES017MAR002450	Río Añarbe	Artikutza	
ES017MAR002460	Embalse del Añarbe	Aiako Harria	
ES018MAR002470	Río Urumea III	Urumea Ibaia / Río Urumea	
ES018MAR002480	Río Landarbajo	Aiako Harria	
ES018MAR002491	Río Urumea II	Aiako Harria	
ES020MAR002501	Río Oria I	Oria Garaia / Alto Oria	
ES020MAR002540	Río Agunza II	Oria Garaia / Alto Oria	
ES020MAR002560	Río Agunza I	Aralar	
ES020MAR002570	Río Zaldivia	Oria Garaia / Alto Oria	
ES021MAR002581	Río Amavirgina I	Aralar	
ES023MAR002591	Río Araxes II	Araxes Ibaia / Río Araxes	
ES027MAR002620	Río Leizarán II	Leitzaran Ibaia / Río Leizaran	
ES027MAR002630	Río Leizarán I	Leitzaran Ibaia / Río Leizaran	
ES028MAR002661	Río Oria V	Oria Garaia / Alto Oria	
ES055MAR002721	Río Altube I	Gorbeia	
ES055MAR002722	Río Altube II	Gorbeia	
ES069MAR002870	Río Ordunte I	Bosques del Valle de Mena	
ES069MAR002880	Río Cadagua I	Bosques del Valle de Mena	
ES052MAR002690	Río Nervión I	Arkamo-Gibijo-Arrastaria	
ES026MAR002670	Río Asteasu I	Ernio-Gatzume	
ES059MAR002750	Río Elorrio II	Urkiola	

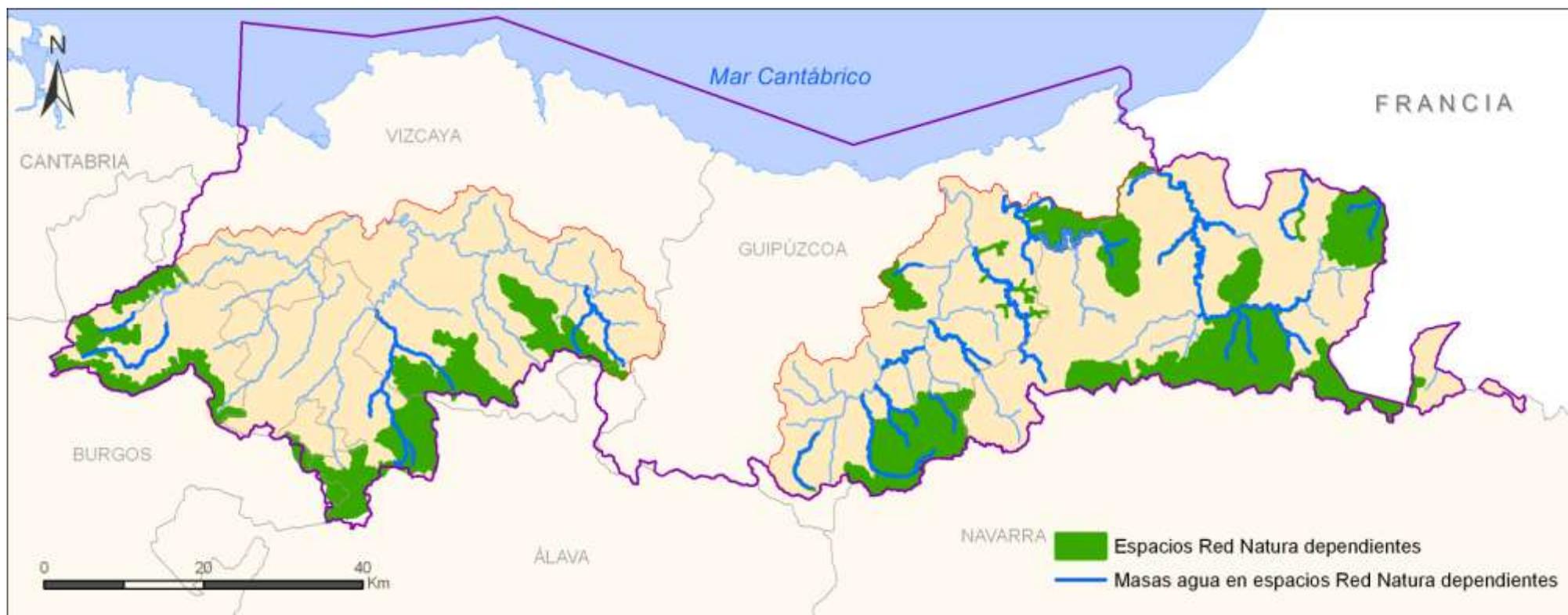


Figura 8. Masas agua río pertenecientes en su mayor parte a un espacio incluido en la Red Natura 2000

### **6.2.3 Régimen de caudales ecológicos máximos**

De forma general, los caudales máximos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas se deben definir, en principio, para dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año, si bien los resultados de la simulación hidráulica han permitido definir sólo una época, en unos casos y obligado a diferenciar tres épocas, en otros.

Su caracterización se ha realizado analizando los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural de al menos 20 años de duración. Se ha considerado el percentil 90 de la serie de caudales medios mensuales para cada mes, con datos procedentes del modelo SIMPA II. También se ha comparado este percentil 90 de la serie natural con la serie de desembalses de la infraestructura correspondiente.

Este régimen de caudales máximos se ha verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, para comprobar que se garantice tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la conectividad del tramo. Para ello, se ha comprobado 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, analizando también la conectividad del tramo para aquellos casos en los que el refugio sea inferior al 70%.

La IPH indica que las velocidades admisibles por la ictiofauna se han de extraer de curvas de relación entre el tamaño del individuo y la velocidad máxima admisible, en caso de encontrarse disponibles. Sin embargo, con carácter general se han utilizado los valores de velocidades máximas limitantes propuestos por la propia IPH: alevines (0,5-1 m/s), juveniles (1,5-2 m/s) y adultos (<2,5 m/s).

Finalmente, si el valor del caudal obtenido a partir del percentil 90 se muestra inadecuado en los modelos de hábitat, se opta por una reducción del caudal máximo hasta unos valores que permitan mantener el refugio y conectividad en el tramo estudiado para los estadios más restrictivos y que a la vez este caudal máximo estimado tenga coherencia hidrológica.

Así mismo, en algunos casos se ha observado que los resultados obtenidos mediante simulación no eran congruentes con los valores hidrológicos del tramo estudiado; en estos casos se opta por un valor hidrológico significativo como caudal máximo.

Este estudio se ha realizado en aquellas masas que habían sido previamente seleccionadas para realizar estudios de modelación del hábitat y que tienen importantes estructuras de regulación aguas arriba. Los resultados se han reflejado en el apartado 7 de este Anejo, mientras que en el Apéndice V.4 se ofrecen las fichas que resumen el proceso de estudio.

Dichas masas de agua se muestran en la Tabla 5. y en la Figura 9.

Tabla 5. Coordenadas de los puntos inicio de los tramos con estudios de caudales máximos

CÓDIGO	RÍO	EMBALSE	COORDENADAS TRAMO	
			X UTM (H30)	Y UTM (H30)
ES069MAR002850	Río Ordunte II	Ordunte	476974	4779239
ES018MAR002491	Río Urumea II	Añarbe	591191	4785129
ES010MAR002430	Río Endara	Endara	600790	4793948



Figura 9. Masas en las que se han realizado estudios de caudales máximos

## 6.2.4 Tasa de cambio

Con objeto de evitar los efectos negativos de una variación brusca de los caudales, en las masas de agua ubicadas aguas abajo de infraestructuras de regulación, especialmente centrales hidroeléctricas de cierta entidad, la IPH indica la necesidad de estimar una tasa máxima de cambio tanto para las condiciones de ascenso como de descenso de caudal, definida como la máxima diferencia de caudal entre dos valores sucesivos de una serie hidrológica por unidad de tiempo.

Su estimación se debería realizar partiendo del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración y calculando las series clasificadas anuales de tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso. Sobre la misma se debe establecer un percentil de superación en ascenso y descenso de 90-70%, con lo que se obtendría una estimación media de las tasas de cambio.

En el ámbito de estudio se ha entendido que las tasas de cambio deberían definirse a una escala temporal horaria, lo que aumenta la complejidad del estudio, al ser escasos los datos que pueden usarse. Será procedente iniciar una nueva etapa de estudios que permita definir estas tasas de cambio, especialmente en las masas río que se detecten como más conflictivas.

## 6.2.5 Caracterización del régimen de crecidas

En los tramos muy regulados ubicados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación se ha definido la crecida asociada al caudal generador. Dicho caudal generador se aproxima al caudal de sección llena del cauce o nivel de "bankfull" o, en su defecto, a la Máxima Crecida Ordinaria (M.C.O.).

En el presente Anejo se incluye el estudio realizado por el CEDEX que da respuesta, en parte, a las exigencias del apartado 3.4.1.4.1.4 de la IPH, ya que no han podido ser caracterizados, de forma que se alcanzasen resultados suficientemente robustos, aspectos como frecuencia, duración, estacionalidad o tasa máxima de cambio. El estudio se ha centrado en la determinación de la magnitud de las crecidas.

En este estudio, se han elaborado mapas de caudales de avenida en la red fluvial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias como parte de los trabajos llevados a cabo dentro del Convenio "*Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de gestión del dominio público hidráulico y explotación de obras*", firmado entre la Dirección General del Agua y el CEDEX y realizado para todas las cuencas intercomunitarias.

Como resultado de los trabajos se han obtenido seis capas SIG en cada una de las demarcaciones hidrográficas estudiadas, con las siguientes características:

- Formato raster.
- Resolución de 500x500 m.
- Los caudales corresponden al régimen natural, es decir, no se ha tenido en cuenta la alteración del régimen hidrológico provocada por la presencia de presas en la cuenca.
- Ofrece información en aquellos puntos de la red fluvial con una cuenca vertiente igual o superior a 50 km<sup>2</sup>.

- Cada uno de los seis mapas corresponde a uno de los siguientes periodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.

La elaboración de los mapas se ha basado fundamentalmente en el cálculo de los cuantiles de caudal máximo obtenidos mediante el análisis estadístico de las series de caudales máximos anuales procedentes de una selección de estaciones de aforos. La calidad y representatividad de las series temporales de caudales máximos de cada estación de aforo se ha revisado con la finalidad de emplear en el estudio únicamente aquella información consistente entre sí y con suficiente calidad.

El cálculo de los cuantiles a partir de las series de datos seleccionadas se ha realizado empleando una función de valores extremos generalizada (GEV) ajustada mediante L-momentos e imponiendo en el ajuste un L-coeficiente de sesgo regional, para lo cual se ha dividido la península en 36 regiones con comportamiento estadístico homogéneo. De manera adicional, se ha empleado en el análisis estadístico la información disponible sobre caudales de avenidas históricas, con la finalidad de mejorar la extrapolación de las leyes de frecuencia a altos periodos de retorno.

La estimación de los cuantiles en los puntos de la red fluvial no aforados se ha realizado a través de una combinación de modelos hidrometeorológicos y estadísticos calibrados o ajustados con los cuantiles proporcionados por las leyes de frecuencia obtenidas para cada una de las estaciones de aforo. En los puntos de la red fluvial con superficie inferior a 500 km<sup>2</sup> se ha empleado el método racional modificado de Témez, para cuya aplicación se ha realizado una calibración regional del parámetro umbral de escorrentía a través de un coeficiente corrector. En aquellos puntos con superficie superior a 500 km<sup>2</sup> se han empleado modelos estadísticos basados en ecuaciones de regresión múltiple que relacionan el valor de los cuantiles con distintas características físicas y climáticas de las cuencas, habiéndose obtenido una ecuación para cada periodo de retorno y para cada una de las regiones.

Finalmente, para la Demarcación de Cantábrico Oriental, se ha concluido que el periodo de retorno con el que se trabajará para caracterizar el régimen de crecidas es de 2,5 años, que es el que corresponde al periodo de retorno del caudal generador.

Los resultados de este estudio se incluyen en el apartado 7 del presente Anejo.

## 6.2.6 Estado de la vegetación de ribera

Los bosques de ribera tienen un gran valor ecológico. Estas formaciones vegetales cumplen, entre otras las siguientes funciones: Iconexión entre los medios terrestres y acuáticos, constituyen vías de conexión entre sistemas naturales alejados entre sí, mantienen una elevada biodiversidad, protegen de la erosión a los cauces, contribuyen a la mejora del régimen hidráulico y a la depuración de las aguas.

Por ello, en la IPH se hace mención explícita al estado de la vegetación de ribera en relación con los caudales ecológicos. Así, se incluye el estado de la vegetación de ribera en la propia definición de caudal ecológico, que a continuación se plasma literalmente:

*"Caudal ecológico: caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, **así como su vegetación de ribera**".*

Más adelante, en el apartado de Obtención de la distribución de caudales mínimos (artículo 3.4.1.4.1.1.3) indica:

*"...se recomienda el uso de indicadores de estado de la vegetación de ribera que permitan relacionar las características del régimen de caudales con los atributos principales de las formaciones vegetales ribereñas".*

Por estas razones, se ha hecho una primera aproximación al estado de conservación de los bosques de ribera. Se ha llevado a cabo en los tramos seleccionados para realizar estudios mediante métodos de modelación del hábitat, ya que son los tramos de los que más información y de mejor calidad existe. Sin embargo, el hecho de realizarse en estos tramos hace que el estudio no sea representativo de las masas de agua en las que se ubican, por lo que estos resultados no se usan para evaluar el estado de las masas de agua. Sin embargo, sí suponen una primera aproximación que permite conocer la situación inicial o patrón de la vegetación y permitirá valorar los posibles efectos de la implantación de los caudales ecológicos.

### 6.2.6.1 Metodología

El estudio de la vegetación de ribera se realiza en las 9 masas de agua seleccionadas para la simulación hidrobiológica. En estas masas se ha realizado en tramos de longitud variable (en función de la anchura del "bank-full") parcialmente coincidentes con los tramos seleccionados para la simulación de la preferencia de hábitat (ver coordenadas en Tabla 2. ). Para valorar la calidad de los ecosistemas de ribera se han empleado los índices siguientes:

- QBR (Qualitat del Bosc de Ribera), Munneé et al. (1998, 2003)
- IHF (Índice de valoración del Hábitat Fluvial), Pardo et al. (2002)
- RFV (Riparian Forest Evaluation), Magdaleno et al. (2010)

El índice **QBR** ha sido utilizado por diversos autores con buenos resultados en ríos españoles y portugueses. Se basa en la valoración de las siguientes variables de la vegetación de ribera: grado de cobertura riparia, estructura de la cobertura, calidad de la cobertura y grado de naturalidad del canal fluvial. Los cuatro bloques, con el mismo peso en el resultado final, intentan cuantificar separadamente grupos de variables indicativas del estado natural del sistema y la suma de todos da la puntuación final. La puntuación final de cada bloque tiene un 25 como máximo y un 0 como mínimo, variando el resultado global entre 0 y 100.

El índice **IHF**, propuesto para ríos mediterráneos, consta de siete bloques o apartados valorados de manera independiente. Incluye características físicas del cauce relacionadas con la heterogeneidad de hábitats que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente, como la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos. También se evalúa la presencia y dominancia de otros elementos de heterogeneidad que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, madera) y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios. La puntuación final del índice es el resultado de la suma de la puntuación obtenida en cada uno de los bloques y nunca puede ser mayor que 100.

El índice **RFV** se basa en la valoración de la continuidad espacial y temporal del bosque de ribera. La continuidad espacial contempla las tres dimensiones —

longitudinal, transversal y vertical—, mientras que la continuidad temporal del bosque está representada por la regeneración natural de la vegetación, que garantiza su continuidad en el futuro. Es un índice cualitativo, luego como resultado final se obtiene una valoración que incluye desde el estado malo hasta el estado excelente.

La información disponible surge de los trabajos de campo y de información obtenida mediante el empleo de fotografías aéreas. En los trabajos de campo no se había tenido en cuenta la información necesaria para la aplicación del índice RFV, ya que este índice se publicó después de haber hecho los trabajos de campo. Sin embargo, se utilizó la información existente al considerar interesante la aplicación de este nuevo índice de calidad del bosque de ribera.

### 6.2.6.2 Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en los puntos de estudio para los diferentes índices. Es necesario incidir en el hecho de la no representatividad de este estudio sobre el estado de las masas de agua. Sin embargo, sí suponen una primera aproximación que permite conocer la situación inicial o patrón de la vegetación y podrá ser una ayuda a la hora de valorar los posibles efectos de la implantación de los regímenes de caudales ecológicos.

Tabla 6. Estado de la vegetación de ribera

CÓDIGO	RÍO	QBR (0-100)	IHF (0-100)	RFV
ES069MAR002880	Río Cadagua I	30	61	Moderado
ES069MAR002850	Río Ordunte II	80	59	Bueno
ES028MAR002661	Río Oria V	50	48	Pobre
ES018MAR002491	Río Urumea II	45	62	Moderado
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	90	57	Muy Bueno
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	60	54	Bueno
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	75	68	Bueno
ES010MAR002430	Río Endara	100	54	Muy Bueno
ES518MAR002930	Río Luzaide	100	73	Muy Bueno

## 6.3 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

En el caso de lagos y zonas húmedas no se habla de régimen de caudales sino de requerimientos hídricos. Los estudios técnicos para determinar estos requerimientos hídricos se están basando en los criterios básicos establecidos en la IPH y en la Guía que desarrolla sus contenidos, aunque no en todos los casos es posible aplicarlos con el mismo grado de exhaustividad, fundamentalmente por la escasa información disponible. Estos criterios son los siguientes:

- El régimen de aportes hídricos deberá contribuir a conseguir los objetivos ambientales.
- Si son dependientes de las aguas subterráneas, se deberá 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 será tal que no impida el cumplimiento de las normas y objetivos en virtud del cual haya sido establecida la zona protegida.

La caracterización de los requerimientos hídricos se realiza a partir de las variables físicas que reflejan más adecuadamente las características estructurales y funcionales de cada lago, como niveles piezométricos o flujos mareales.

La información hidrológica necesaria se ha obtenido a partir de registros históricos y de modelización a la escala temporal adecuada.

Se intenta asegurar que los criterios numéricos a partir de los cuales se formulan las propuestas de régimen hídrico tengan como referencia las condiciones naturales y permitan alcanzar condiciones coherentes con la consecución de las funciones y objetivos ambientales perseguidos.

Los trabajos técnicos que se han desarrollado siguen el siguiente esquema:

- Selección de lagos y zonas húmedas en base a los siguientes criterios: lagos considerados como masas estratégicas, lagos considerados como masas de agua con alguna figura de protección, afectados por presiones, conectados con aguas subterráneas y / o que alberguen especies en peligro de extinción.
- Caracterización de los diferentes factores que influyen en el régimen hídrico: climáticos, hidromorfológicos, hidrogeológicos, biológicos, funcionamiento hidrológico y balance, presiones y usos del suelo.
- Modelización del comportamiento hidráulico a partir de la información obtenida: modelo conceptual, balance aproximado o modelización hidrológica sencilla.
- Establecimiento, en la medida de lo posible, de la relación del comportamiento ecológico con el funcionamiento hidrológico, identificando la relación existente entre una serie de indicadores, generalmente la orla de vegetación, y sus parámetros con el funcionamiento hidrológico del lago o zona húmeda, determinando qué rangos de valores de los parámetros hidráulicos mantienen las condiciones óptimas para los indicadores elegidos.
- Determinación, a partir de la relación anterior, de los aportes superficiales y/o subterráneos necesarios para mantener:
  - Valores de las variables hidráulicas durante episodios de mínimos y de crecidas.
  - Valores máximos de las variables hidráulicas.
  - Régimen estacional.

Las necesidades hídricas de las zonas húmedas que no hayan sido identificadas como masas de agua y estén incluidas en el Registro de zonas protegidas se determinarán siguiendo, en la medida de lo posible y de acuerdo con la información disponible, el procedimiento indicado para las masas de agua clasificadas como lagos.

La Tabla 7. y la Figura 10. presentan los lagos y zonas húmedas para los que se han determinado requerimientos hídricos.

Tabla 7. Lagos y Zonas húmedas para las que se han estimado los requerimientos hídricos

NOMBRE	CÓDIGO	CCAA
Complejo Lagunar de Altube *	ES053MAL000070	País Vasco

*\* Se han estudiado las lagunas de Lamiogi y Marakalda*

Los resultados de este estudio se muestran en el apartado 7 del presente Anejo. En el Apéndice V.3 se incluye el estudio correspondiente.

En este caso, no ha sido posible alcanzar resultados que puedan ser exigidos en normativa con vistas a un seguimiento y control de su cumplimiento, por lo que será necesario abrir una nueva etapa en estos estudios que permita alcanzar resultados más robustos, que puedan ser aplicables normativamente.



Figura 10. Lagos y Zonas húmedas para las que se han estimado los requerimientos hídricos

## 7 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS

El desarrollo de los trabajos para determinar los regímenes de caudales ecológicos o requerimientos hídricos ha sido diferente en ríos, aguas de transición y en lagos y zonas húmedas. Se presenta esquemáticamente el desarrollo de los mismos, diferenciando entre los diferentes sistemas hídricos y también entre diferentes métodos.

### 7.1 MASAS DE AGUA RÍO

Los principales análisis relativos a los caudales ecológicos en las masas de agua tipo río seleccionadas se extienden en la cuádruple dirección mencionada en el apartado 6:

- a. Se han determinado los **caudales mínimos** precisos desde la perspectiva hidrológica y de simulación de hábitat. Se estiman en las 9 masas seleccionadas los caudales mínimos por métodos de modelación del hábitat y por métodos hidrológicos, estableciéndose una relación para cada masa entre los resultados obtenidos mediante métodos de modelación y el mínimo caudal medio mensual, así como el valor promedio de esa relación para el ámbito de estudio. Finalmente, a partir de la relación obtenida como promedio en las masas seleccionadas entre los resultados alcanzados mediante métodos de modelación y el mínimo caudal medio mensual, se extrapola a todos los finales de masa, obteniendo así en todos los finales de masa un régimen de caudales mínimos con significación ecológica, puesto que se estiman a partir de la extrapolación de los resultados de los estudios de modelación del hábitat.
- b. Una segunda componente del estudio consiste en determinar los **caudales máximos** que pueden circular sin menoscabo de los valores ambientales del ecosistema. El estudio se restringe a aquellas masas de agua por debajo de las grandes infraestructuras de regulación y que forman parte de cauces que son utilizados como elementos de transporte de volúmenes relevantes de agua para grandes consumidores. Los estudios tienen igualmente una doble componente hidrológica y eco-hidrológica.
- c. Se han estimado, también, **las avenidas ordinarias** que, con período de retorno limitado, deberían ser garantizadas en aquellas masas de agua en las que los embalses de regulación en operación las han erradicado.
- d. Se ha estudiado igualmente la **tasa de cambio máxima admisible** por razones ecológicas para los caudales.

### **7.1.1 Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales mínimos**

En las siguientes tablas se muestran resumidos los resultados obtenidos en los estudios de determinación del régimen de caudales ecológicos mínimos por métodos de simulación del hábitat. En el Apéndice V.1 se incluyen las fichas donde se exponen estos resultados de forma más extensa, junto con los resultados hidrológicos en estos puntos de estudio.

Los resultados de los estudios hidrológicos realizados en todos los finales de masa se muestran en el Apéndice V.2.

Tabla 8. Resultados de caudal mínimo obtenidos mediante métodos de simulación del hábitat e hidrológicos en las 9 masas de agua río seleccionadas. Resultados para los puntos de estudio

CÓDIGO	RÍO	CAUDALES MÍNIMOS (m <sup>3</sup> /s)										MÍNIMO CAUDAL NATURAL MEDIO MENSUAL (m <sup>3</sup> /s)
		SIMULACIÓN HÁBITAT					HIDROLÓGICOS					
		ESPECIE OBJETIVO	CORTE HPU-Q	QHPU30%	QHPU50%	QHPU80%	QBM	P5	P15	Q 21	Q 25	
ES069MAR002880	Río Cadagua I	Trucha adulta	Percentil 25	0,06	0,11	0,20	0,08	0,11	0,19	0,15	0,17	0,33
ES069MAR002850	Río Ordunte II	Trucha adulta	Percentil 25	0,06	0,08	0,13	0,08	0,11	0,19	0,15	0,17	0,26
ES028MAR002661	Río Oria V	Barbo Graellsi	Máximo de curva	0,42	0,87	1,44	0,97	1,30	1,92	1,57	1,69	0,15
ES018MAR002491	Río Urumea II	Trucha adulta	Percentil 25	0,42	0,76	1,19	0,71	0,75	1,16	0,91	0,98	2,18
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	Trucha adulta	Percentil 20	0,02	0,04	0,06	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,09
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	Trucha juvenil	Percentil 25	0,19	0,27	0,39	0,21	0,24	0,36	0,29	0,31	0,61
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	Salmón freza	Máximo de curva	2,24	2,91	3,58	1,37	1,60	2,45	1,90	2,07	3,87
ES010MAR002430	Río Endara	Salmón juvenil	Percentil 25	0,02	0,05	0,12	0,15	0,08	0,13	0,10	0,11	0,29
ES518MAR002930	Río Luzaide	Trucha adulta	Percentil 20	0,13	0,14	0,15	0,11	0,05	0,10	0,10	0,10	0,32

Los métodos usados en los estudios cuyo resultado se ofrece en la tabla anterior se explican en el apartado 6.2.2.

"QHPU30%: Caudal asociado a un hábitat potencial útil igual al 30% del hábitat potencial útil máximo"

"QHPU50%: Caudal asociado a un hábitat potencial útil igual al 50% del hábitat potencial útil máximo"

"QHPU80%: Caudal asociado a un hábitat potencial útil igual al 80% del hábitat potencial útil máximo"

Finalmente, a partir de la relación entre los resultados obtenidos en los estudios realizados mediante métodos de simulación del hábitat y el parámetro hidrológico estimado como el más adecuado (en este caso, el mínimo caudal natural medio mensual) se han obtenido los factores de extrapolación que han permitido estimar el caudal mínimo ecológico en todos los finales de masa, en función del mínimo caudal natural medio mensual de cada masa. Los factores estimados para el ámbito de este estudio en la DHC Oriental y que se aplican multiplicando por el mínimo caudal natural medio mensual son los que se exponen en la Tabla 9.

Tabla 9. Factores de extrapolación obtenidos

	K80	K50	K30	K25
Factor Extrapolación	0,70	0,39	0,22	0,19

"K80: Factor que, multiplicado por el mínimo caudal natural medio mensual, da lugar al valor del caudal asimilable al caudal asociado al 80% del HPU máximo"

"K50: Factor que, multiplicado por el mínimo caudal natural medio mensual, da lugar al valor del caudal asimilable al caudal asociado al 50% del HPU máximo"

"K30: Factor que, multiplicado por el mínimo caudal natural medio mensual, da lugar al valor del caudal asimilable al caudal asociado al 30% del HPU máximo"

"K25: Factor que, multiplicado por el mínimo caudal natural medio mensual, da lugar al valor del caudal asimilable al caudal asociado al 25% del HPU máximo"

En el ámbito de estudio se ha seleccionado el K50 como factor más apropiado en todas las masas, es decir, se aplicará un régimen de caudales asimilable al caudal asociado al 50% del HPU. Es preciso comentar que, si bien se han hecho estudios sobre la alteración hidrológica de las masas de agua mediante la herramienta IAHRIS<sup>2</sup>, los resultados alcanzados no han sido suficientemente convincentes y en ocasiones no responden a lo esperable, por lo que será necesario, cuando así proceda, profundizar estos estudios para su posible aplicación futura.

Además, se ha entendido necesario modular los regímenes de caudales ecológicos mínimos para facilitar las labores de los diferentes gestores, de forma que los resultados obtenidos inicialmente (mensuales) se agrupen en periodos homogéneos de cuatro meses. Los resultados, correspondientes a los caudales ecológicos mínimos cuyo cumplimiento será exigido y del que se hará un seguimiento específico, se indican en la Tabla 10.

<sup>2</sup> IAHRIS (Índices de Alteración Hidrológica en Ríos) es un software de libre difusión, desarrollado a partir de los trabajos de Carolina Martínez Santa-María y José A. Fernández Yuste, profesores de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de la Universidad Politécnica de Madrid.

Tabla 10. Valores del régimen de caudales mínimos en los finales de masa

CÓDIGO MASA	NOMBRE MASA	CAUDAL MÍNIMO (m <sup>3</sup> /s)			SUPERFICIE CUENCA (km <sup>2</sup> )
		AGUAS ALTAS	AGUAS MEDIAS	AGUAS BAJAS	
ES001MAR002320	Río Olaveida	0,32	0,22	0,14	49,29
ES001MAR002330	Río Urrizate-Aritzacun	0,30	0,21	0,14	45,58
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	0,62	0,42	0,28	88,31
ES002MAR002350	Río Bearzun	0,15	0,11	0,07	24,27
ES002MAR002360	Río Artesiaga	0,28	0,20	0,13	44,63
ES002MAR002370	Río Marín y Cevería	0,40	0,29	0,18	60,59
ES002MAR002380	Río Bidasoa II	3,06	2,11	1,37	427,63
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	1,25	0,88	0,54	139,78
ES008MAR002401	Río Tximistas II	0,44	0,30	0,20	52,10
ES008MAR002402	Río Tximistas I	0,24	0,16	0,10	29,89
ES008MAR002410	Río Latsa	0,36	0,24	0,16	37,23
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	5,07	3,46	2,32	651,58
ES010MAR002430	Río Endara	0,23	0,16	0,11	19,88
ES016MAR002440	Río Ollin	0,63	0,42	0,27	72,14
ES017MAR002450	Río Añarbe	0,55	0,37	0,26	49,41
ES017MAR002460	Embalse del Añarbe	0,69	0,47	0,33	64,01
ES018MAR002470	Río Urumea III	2,41	1,64	1,14	245,55
ES018MAR002480	Río Landarbajo	0,07	0,05	0,04	7,64
ES018MAR002491	Río Urumea II	2,16	1,47	1,01	217,99
ES018MAR002492	Río Urumea I	1,00	0,67	0,45	108,23
ES020MAR002501	Río Oria I	0,26	0,20	0,16	38,64
ES020MAR002502	Río Oria II	0,57	0,43	0,34	83,28
ES020MAR002510	Río Oria III	1,68	1,24	0,91	240,43
ES020MAR002520	Río Estanda	0,38	0,27	0,20	54,83
ES020MAR002530	Embalse de Arriarán	0,05	0,03	0,02	7,47
ES020MAR002540	Río Agunza II	0,58	0,43	0,29	81,06
ES020MAR002560	Río Agunza I	0,47	0,35	0,23	66,64
ES020MAR002570	Río Zaldivia	0,26	0,19	0,12	40,23
ES020MAR002641	Embalse de Ibiur	0,08	0,05	0,03	11,87
ES020MAR002642	Río Oria IV	2,07	1,53	1,09	297,89
ES021MAR002581	Río Amavirgina I	0,12	0,09	0,05	19,95
ES021MAR002582	Río Amavirgina II	0,39	0,27	0,17	56,32
ES022MAR002650	Río de Salubita	0,11	0,09	0,06	28,43
ES023MAR002591	Río Araxes II	0,86	0,63	0,39	103,40
ES023MAR002601	Río Araxes I	0,51	0,37	0,21	67,94
ES026MAR002610	Río Berastegui	0,34	0,25	0,17	34,02
ES026MAR002670	Río Asteasu I	0,09	0,07	0,05	11,55
ES026MAR002680	Río Asteasu II	0,25	0,20	0,14	29,84
ES027MAR002620	Río Leizarán II	1,02	0,71	0,45	121,45
ES027MAR002630	Río Leizarán I	0,57	0,40	0,24	70,52
ES028MAR002661	Río Oria V	2,28	1,68	1,19	329,08
ES028MAR002662	Río Oria VI	6,24	4,54	3,07	810,21
ES051MAR002700	Embalse de Maroño Izoria	0,09	0,07	0,05	21,32
ES052MAR002690	Río Nervión I	0,79	0,59	0,41	184,11
ES052MAR002710	Río Izorio	0,19	0,14	0,10	44,52
ES055MAR002721	Río Altube I	0,23	0,16	0,11	55,46
ES055MAR002722	Río Altube II	0,87	0,63	0,40	190,72

CÓDIGO MASA	NOMBRE MASA	CAUDAL MÍNIMO (m³/s)			SUPERFICIE CUENCA (km²)
		AGUAS ALTAS	AGUAS MEDIAS	AGUAS BAJAS	
ES056MAR002730	Río Ceberio	0,22	0,16	0,10	48,62
ES059MAR002750	Río Elorrio II	0,51	0,37	0,24	86,44
ES059MAR002760	Arroyo de Aquelcorta	0,10	0,07	0,05	15,22
ES059MAR002780	Río Ibaizabal I	1,04	0,75	0,52	161,79
ES060MAR002740	Río Elorrio I	0,20	0,14	0,09	33,04
ES064MAR002820	Río Maguna	0,17	0,13	0,10	22,92
ES065MAR002770	Río San Miguel	0,06	0,04	0,03	8,76
ES065MAR002810	Río Ibaizabal II	1,47	1,07	0,73	226,48
ES066MAR002800	Río Indusi	0,28	0,22	0,15	49,06
ES067MAR002790	Río Arratia	0,71	0,54	0,37	136,90
ES067MAR002830	Río Amorebieta-Arechavalagane	0,20	0,14	0,09	34,59
ES068MAR002841	Río Nervión II	5,21	3,87	2,56	989,21
ES068MAR002842	Río Ibaizabal III	1,65	1,20	0,83	254,16
ES069MAR002850	Río Ordunte II	0,23	0,18	0,11	54,31
ES069MAR002860	Embalse del Ordunte	0,20	0,15	0,10	46,54
ES069MAR002870	Río Ordunte I	0,14	0,11	0,07	35,28
ES069MAR002880	Río Cadagua I	0,38	0,31	0,22	96,06
ES073MAR002890	Río Herrerías	1,15	0,87	0,58	253,33
ES073MAR002900	Río Cadagua II	1,22	0,93	0,62	273,41
ES073MAR002910	Río Cadagua III	2,48	1,88	1,26	552,11
ES073MAR002920	Río Cadagua IV	2,59	1,96	1,31	573,94
ES518MAR002930	Río Luzaide	0,75	0,55	0,31	61,00

*Aguas altas: Enero, Febrero, Marzo, Abril.*

*Aguas medias: Noviembre, Diciembre, Mayo, Junio.*

*Aguas bajas: Julio, Agosto, Septiembre, Octubre.*

## 7.1.2 Régimen de caudales en situaciones de emergencia por sequía declarada

Para establecer el régimen de caudales en situaciones de emergencia por sequía declarada se ha utilizado el criterio indicado en la IPH de que el caudal estimado debe "permitir el mantenimiento, como mínimo, del 25% del hábitat potencial útil máximo" (apartado 3.4.3), por lo que se ha aplicado el K25 indicado en la Tabla 9.

Posteriormente, se ha modulado el régimen de caudales para estos periodos de forma que el régimen sea proporcional a la distribución en régimen ordinario.

En las masas pertenecientes a la Red Natura 2000 o a la Lista de Humedales de Importancia Internacional de acuerdo con el Convenio Ramsar se han mantenido los regímenes de caudales mínimos estimados para situación normal.

En la Tabla 11. se muestra el resultado para todos los finales de masa.

Tabla 11. Régimen de caudales mínimos en situaciones de emergencia por sequía declarada en todos los finales de masa

CÓDIGO MASA	NOMBRE MASA	CAUDAL MÍNIMO EN SEQUÍA (m³/s)			SUPERFICIE CUENCA (km²)
		AGUAS ALTAS	AGUAS MEDIAS	AGUAS BAJAS	
ES001MAR002320	Río Olavidea	0,32	0,22	0,14	49,29
ES001MAR002330	Río Urrizate-Aritzacun	0,30	0,21	0,14	45,58
ES002MAR002340	Río Bidasoa I	0,31	0,21	0,14	88,31
ES002MAR002350	Río Bearzun	0,08	0,05	0,04	24,27
ES002MAR002360	Río Artesiaga	0,28	0,20	0,13	44,63
ES002MAR002370	Río Marín y Cevería	0,40	0,29	0,18	60,59
ES002MAR002380	Río Bidasoa II	3,06	2,11	1,37	427,63
ES005MAR002390	Río Ezcurra y Espelura	0,63	0,44	0,27	139,78
ES008MAR002401	Río Tximistas II	0,44	0,30	0,20	52,10
ES008MAR002402	Río Tximistas I	0,12	0,08	0,05	29,89
ES008MAR002410	Río Latsa	0,36	0,24	0,16	37,23
ES010MAR002420	Río Bidasoa III	5,07	3,46	2,32	651,58
ES010MAR002430	Río Endara	0,23	0,16	0,11	19,88
ES016MAR002440	Río Ollin	0,32	0,21	0,14	72,14
ES017MAR002450	Río Añarbe	0,55	0,37	0,26	49,41
ES017MAR002460	Embalse del Añarbe	0,69	0,47	0,33	64,01
ES018MAR002470	Río Urumea III	2,41	1,64	1,14	245,55
ES018MAR002480	Río Landarbajo	0,07	0,05	0,04	7,64
ES018MAR002491	Río Urumea II	2,16	1,47	1,01	217,99
ES018MAR002492	Río Urumea I	0,50	0,34	0,23	108,23
ES020MAR002501	Río Oria I	0,26	0,20	0,16	38,64
ES020MAR002502	Río Oria II	0,29	0,22	0,17	83,28
ES020MAR002510	Río Oria III	0,85	0,63	0,46	240,43
ES020MAR002520	Río Estanda	0,19	0,14	0,10	54,83
ES020MAR002530	Embalse de Arriarán	0,02	0,02	0,01	7,47
ES020MAR002540	Río Agunza II	0,58	0,43	0,29	81,06
ES020MAR002560	Río Agunza I	0,47	0,35	0,23	66,64
ES020MAR002570	Río Zaldivia	0,26	0,19	0,12	40,23
ES020MAR002641	Embalse de Ibiur	0,04	0,03	0,02	11,87
ES020MAR002642	Río Oria IV	1,04	0,77	0,55	297,89
ES021MAR002581	Río Amavirgina I	0,12	0,09	0,05	19,95
ES021MAR002582	Río Amavirgina II	0,20	0,14	0,08	56,32
ES022MAR002650	Río de Salubita	0,05	0,04	0,03	28,43
ES023MAR002591	Río Araxes II	0,86	0,63	0,39	103,40
ES023MAR002601	Río Araxes I	0,26	0,18	0,11	67,94
ES026MAR002610	Río Berastegui	0,17	0,13	0,09	34,02
ES026MAR002670	Río Asteasu I	0,09	0,07	0,05	11,55
ES026MAR002680	Río Asteasu II	0,12	0,10	0,07	29,84
ES027MAR002620	Río Leizarán II	1,02	0,71	0,45	121,45
ES027MAR002630	Río Leizarán I	0,57	0,40	0,24	70,52
ES028MAR002661	Río Oria V	2,28	1,68	1,19	329,08
ES028MAR002662	Río Oria VI	3,14	2,29	1,55	810,21
ES051MAR002700	Embalse de Maroño Izoria	0,04	0,04	0,03	21,32
ES052MAR002690	Río Nervión I	0,79	0,59	0,41	184,11
ES052MAR002710	Río Izorio	0,10	0,07	0,05	44,52

CÓDIGO MASA	NOMBRE MASA	CAUDAL MÍNIMO EN SEQUÍA (m³/s)			SUPERFICIE CUENCA (km²)
		AGUAS ALTAS	AGUAS MEDIAS	AGUAS BAJAS	
ES055MAR002721	Río Altube I	0,23	0,16	0,11	55,46
ES055MAR002722	Río Altube II	0,87	0,63	0,40	190,72
ES056MAR002730	Río Ceberio	0,11	0,08	0,05	48,62
ES059MAR002750	Río Elorrio II	0,51	0,37	0,24	86,44
ES059MAR002760	Arroyo de Aquelcorta	0,05	0,04	0,03	15,22
ES059MAR002780	Río Ibaizabal I	0,52	0,38	0,26	161,79
ES060MAR002740	Río Elorrio I	0,10	0,07	0,05	33,04
ES064MAR002820	Río Maguna	0,09	0,07	0,05	22,92
ES065MAR002770	Río San Miguel	0,03	0,02	0,02	8,76
ES065MAR002810	Río Ibaizabal II	0,74	0,54	0,37	226,48
ES066MAR002800	Río Indusi	0,14	0,11	0,08	49,06
ES067MAR002790	Río Arratia	0,36	0,27	0,19	136,90
ES067MAR002830	Río Amorebieta-Arechavalagane	0,10	0,07	0,05	34,59
ES068MAR002841	Río Nervión II	2,62	1,95	1,29	989,21
ES068MAR002842	Río Ibaizabal III	0,83	0,60	0,42	254,16
ES069MAR002850	Río Ordunte II	0,12	0,09	0,06	54,31
ES069MAR002860	Embalse del Ordunte	0,10	0,08	0,05	46,54
ES069MAR002870	Río Ordunte I	0,14	0,11	0,07	35,28
ES069MAR002880	Río Cadagua I	0,38	0,31	0,22	96,06
ES073MAR002890	Río Herrerías	0,58	0,44	0,29	253,33
ES073MAR002900	Río Cadagua II	0,62	0,47	0,31	273,41
ES073MAR002910	Río Cadagua III	1,25	0,95	0,64	552,11
ES073MAR002920	Río Cadagua IV	1,30	0,99	0,66	573,94
ES518MAR002930	Río Luzaide	0,38	0,28	0,16	61,00

### 7.1.3 Resultados de los estudios de determinación del régimen de caudales máximos

Se exponen en la Tabla 12. los valores de caudales máximos estimados en aquellas masas seleccionadas para realizar estudios de modelación del hábitat que tienen infraestructuras de regulación aguas arriba. En el Apéndice V.4 se muestran las fichas del estudio realizado.

Tabla 12. Valores del régimen de caudales máximos propuestos

CÓDIGO	RÍO	EMBALSE	CAUDAL (m³/s)											
			OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
ES069MAR002850	Río Ordunte II	Ordunte	2,7	2,7	2,7	2,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,7	2,7	2,7	2,7
ES018MAR002491	Río Urumea II	Añarbe	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
ES010MAR002430	Río Endara	Endara	2,4	2,4	2,4	2,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

## 7.1.4 Resultados de los estudios de caracterización del régimen de crecidas

Se exponen los resultados del estudio comentado en el apartado 6, para aquellas masas de agua que tienen estructuras de regulación importantes aguas arriba. La resolución del propio estudio impide obtener resultados para aquellos puntos que tengan una superficie de cuenca vertiente menor de 50 km<sup>2</sup>.

El estudio, realizado por el CEDEX en colaboración con la Dirección General del Agua, ofrece los resultados de caudal punta indicados en la Tabla 13.

Tabla 13. Caracterización del régimen de crecidas. Resultados del estudio realizado para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.

CÓDIGO	AGUAS ABAJO DE EMBALSE...	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
ES069MAR002860	Ordunte	52,4
ES017MAR002460	Añarbe	104,0

A la vista de los resultados obtenidos, puede concluirse que en el ámbito de estudio la baja capacidad de la mayoría de los embalses puesta en comparación con las aportaciones medias hace esperable que las avenidas se produzcan de forma habitual, sin que los embalses tengan capacidad para su regulación.

Por ello estos resultados se incluyen a título informativo, pero no tendrán, en principio, vinculación normativa. Será procedente iniciar una nueva etapa en la realización de estos estudios que permita definir el régimen de crecidas aplicable, aguas abajo de aquellas estructuras de regulación que hayan laminado la aparición natural de estas avenidas.

## 7.2 LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

Para los primeros estudios realizados se ha seleccionado el complejo lagunar de Altube, siguiendo los criterios expuestos en el apartado 6.3. La Tabla 14. muestra los detalles de las lagunas estudiadas.

Tabla 14. Lagos y zonas húmedas seleccionadas para los primeros estudios realizados

NOMBRE	CÓDIGO	CCAA
Complejo Lagunar de Altube *	ES053MAL000070	País Vasco

\* Se han estudiado las lagunas de Lamiogi y Marakalda

El estudio del funcionamiento hidrológico y el balance hídrico ha sido complejo por la falta de datos existentes, especialmente en lo referente a la relación con las aguas subterráneas. Aún así, con el objeto de efectuar una valoración, orientativa, de cómo se podría ver afectada la vegetación que en la actualidad existe en el espacio natural del humedal, ante los cambios que se fueran experimentando en su cota de llenado, se ha efectuado la siguiente estimación: analizar qué podría ocurrir a dicha vegetación, en el supuesto hipotético, de que la lámina de agua en el humedal fuese descendiendo como consecuencia de la falta de aportes hídricos y, en consecuencia, su llenado se viese mermado.

En el Apéndice V.3, "Estudio de requerimientos hídricos en lagos y zonas húmedas", se han incluido la memoria y fichas de estos estudios (se incluyen las fichas de las zonas húmedas pertenecientes al ámbito competencial de la CHC en la DHC Oriental, ya que el estudio comprende más demarcaciones). En la Tabla 15. se presenta un resumen de las conclusiones obtenidas en el estudio. Se muestran las variaciones en el volumen de llenado del humedal, considerando la cota 0 como la de máximo llenado, que no generarían afección (o ésta sería mínima) sobre la vegetación tras verse sometida tres meses a las condiciones de llenado de la cubeta mostradas.

Tabla 15. Afección a la vegetación por variaciones en el volumen y la cota de llenado del humedal

NOMBRE	SIN AFECCIÓN TRAS TRES MESES		AFECCIÓN MÍNIMA TRAS TRES MESES	
	COTA MÍNIMA (m)	% VOLUMEN CUBETA	COTA MÍNIMA (m)	% VOLUMEN CUBETA
Lamiogi <sup>1</sup>	-0,5	84	-1,5	55,3
Marakalda <sup>2</sup>	-	-	-	-

<sup>1</sup> Perteneciente al complejo lagunar de Altube

<sup>2</sup> No ha sido posible determinarlo

Debido a la complejidad que conllevan estos estudios, los resultados alcanzados no tienen la robustez necesaria como para ser aplicados normativamente. Se incluyen a título informativo, y deberá seguirse la línea iniciada para alcanzar resultados que permitan su vinculación normativa.

## **8 PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS**

### **8.1 REPERCUSIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA**

Es notorio el uso intensivo del recurso agua en gran parte del territorio español. Son muy numerosas las concesiones que han sido otorgadas para permitir dicho uso, así como el largo plazo restante hasta su extinción, que en muchos casos se extiende hasta el año 2060 (disposiciones transitorias de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas). Incluso en algunos casos, la misma normativa contempla la renovación automática del aprovechamiento, aunque se puedan introducir las oportunas modificaciones en el título habilitante.

Obviamente, al implementar los caudales ecológicos en las distintas masas de agua es bien posible que se deriven afecciones a los usuarios de aquéllas, en ciertos casos en un sentido negativo aunque también pueda presentarse el caso opuesto. Es necesario analizar cada caso concreto, pues la casuística es muy diversa. Sin embargo, pueden adelantarse algunas normas generales que se comprobarán en cada masa.

Las principales afecciones se derivarán de los caudales mínimos, aunque también procederán de los máximos y, en un futuro, de limitaciones en las tasas de cambio, y pueden producirse en un uso consuntivo o en uno no consuntivo. En algunos casos estas afecciones serán limitadas y podrán ser aceptadas por los usuarios, con lo que no existirá problema alguno. En otros casos, aquellos usos caracterizados por una demanda determinada, como el riego, el abastecimiento, etc., sufrirán una afección de cierta entidad, pudiendo originarse una disminución de mayor o menor cuantía en la garantía de satisfacción de dicha demanda. También existen otros usos, por ejemplo la producción de energía hidroeléctrica, en los que sólo en contados períodos el caudal aprovechado se acerca al máximo concedido. En estas situaciones, la imposición de caudales ecológicos no compatibles con el uso preexistente originará una afección al reducir el volumen de agua aprovechado. Por ello, cuando existan afecciones de cierta magnitud, se deberá llevar a cabo un tratamiento singular de cada caso para intentar llegar a una solución viable y de general aceptación.

La IPH establece también que los planes hidrológicos de cuenca deben recoger un análisis de la repercusión que tiene la implantación del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua. Este análisis incluye:

- Marco legal de los usos existentes, incluyendo las características técnico-administrativas de los mismos y un análisis jurídico de los efectos sobre los mismos.
- Repercusión en los niveles de garantía de las unidades de demanda afectadas y análisis de la disponibilidad de caudales y compatibilidad con las concesiones existentes.
- Repercusión económica y social de la implantación del régimen de caudales.

Procede destacar, por un lado, la complejidad del proceso de implementación de los regímenes propuestos, derivada de la dificultad de conciliación entre los usos existentes y los requerimientos hídricos para alcanzar el buen estado de las masas, y por otro lado, que el aprovechamiento constituye un derecho otorgado a los usuarios del que sólo pueden ser desprovistos por causa de interés público y en un proceso de expropiación. La normativa contempla la revisión de las concesiones para adaptarlas a las determinaciones de los Planes hidrológicos, previéndose en estos casos la oportuna indemnización. Pero hay posturas en la Administración hidráulica opuestas al pago de indemnizaciones por causa de la implementación de caudales ecológicos, basada en que éstos no constituyen un uso sino una limitación de la disponibilidad del recurso. Por otra parte, la normativa otorga a la Administración hidráulica ciertas posibilidades para proceder a revisiones de oficio de las concesiones cuando se modifiquen los supuestos que las otorgaron y, en estos casos, no procede indemnización alguna. Finalmente, ciertas veces es el propio concesionario, en especial del sector eléctrico, el que solicita la modificación de la concesión, lo que abre un proceso para negociar los nuevos términos.

Este Anejo no es el lugar adecuado para tratar las distintas posturas existentes respecto al derecho a la indemnización precitada, tema que deberá ser resuelto oportunamente en los Tribunales de Justicia. Sin embargo, sí deben contemplarse las soluciones posibles para las distintas masas de agua de esta demarcación hidrográfica en las que se implementan caudales ecológicos en este Plan hidrológico. Las posibles soluciones se integran en los siguientes cuatro (4) grupos básicos.

- Grupo 1º: Masas de agua en las que es posible introducir los caudales ecológicos sin que deba entrarse en ningún tipo de compensación.
- Grupo 2º: Masas de agua en las que se aplaza la implementación de los caudales ecológicos a la puesta en operación de determinadas medidas incluidas en el correspondiente Programa. Terminadas las medidas se procederá a su establecimiento.
- Grupo 3º: Masas de agua en las que no es viable la implantación en este proceso de planificación de los caudales ecológicos según se justifica adecuadamente. Se aplaza el buen estado de acuerdo con la normativa existente.
- Grupo 4º: Masas de agua en las que no se ha llegado a un consenso con los usuarios. Sin embargo, se considera que deben ser implementados en este proceso de planificación, sin perjuicio de las medidas legales que adopte el concesionario. Para cada una de ellas se deberá acompañar una ficha resumen con los usuarios en los que recae la afección.

En el Anejo VI del presente Plan Hidrológico ("Sistemas de explotación y balances") y en el capítulo 4 de la Memoria ("Prioridades de usos y asignación de recursos") se hace un estudio de la afección que la aplicación de los regímenes de caudales ecológicos generarán sobre los diferentes usos existentes en la Demarcación. Sin embargo, hasta la conclusión de los diferentes procesos de participación que existan

no podrán incluirse las masas de la Demarcación en alguno de los cuatro grupos descritos.

## 8.2 PROCESO DE IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO

La implantación del régimen de caudales ecológicos debe desarrollarse en cada caso conforme a un proceso específico.

En el caso concreto del ámbito competencial de la CHC en la DHC Oriental se ha considerado necesaria la implantación del régimen de caudales en todas las masas de agua, lo que hace aún más complejos los procesos de participación que pudiesen desarrollarse. Sin embargo, se ha entendido que los regímenes de caudales ecológicos a aplicar no condicionan, en su mayor parte, las asignaciones y reservas del plan, con lo que no sería necesario alcanzar una fase de participación activa en el proceso de implantación del régimen de caudales, según indicación de la IPH.

Las exigencias que deriven de la implantación del régimen de caudales ecológicos sobre los diferentes usuarios y/o concesionarios, así como el periodo de tiempo que, como máximo, podrá alargarse este proceso de implantación, son especificadas en la normativa anexa al Plan Hidrológico del Cantábrico Oriental.

En cuanto al seguimiento, el grado de cumplimiento del régimen de caudales ecológicos es un aspecto objeto de seguimiento específico (artículo 88 del RPH). Esta obligación se recoge en la IPH, donde se establece la necesidad de seguimiento del régimen de caudales ecológicos y de su relación con los ecosistemas, con objeto de conocer el grado de cumplimiento de los objetivos previstos e introducir eventuales modificaciones del régimen definido. El seguimiento del régimen de caudales incorporará los siguientes elementos al proceso:

- a) Mejora del conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y de las especies objetivo identificadas.*
- b) Mejora del conocimiento de la relación de los caudales ecológicos con el mantenimiento y estructura de los ecosistemas terrestres asociados.*
- c) Previsiones del efecto del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos.*

*Serán objeto de seguimiento específico los siguientes aspectos:*

- a) Eficacia y grado de cumplimiento de los caudales ecológicos implantados.*
- b) Sostenibilidad del aprovechamiento de las aguas subterráneas y su relación con el mantenimiento de los caudales ecológicos.*
- c) Evolución y grado de cumplimiento del régimen de crecidas, desde la implantación del régimen de caudales ecológicos.*

Estos aspectos se incorporan en el capítulo 14 de la Memoria del Plan. Así, el seguimiento del proceso de implantación del régimen de caudales ecológicos y su grado de cumplimiento será objeto de estudio en la fase de seguimiento del propio Plan Hidrológico.