

# Plan Hidrológico

## Revisión de tercer ciclo (2022-2027)

Andalucía  
se mueve con Europa

### Anejo V Caudales ecológicos



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



## ÍNDICE:

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	BASE NORMATIVA .....	3
2.1	INTRODUCCIÓN .....	3
2.2	TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS .....	4
2.3	LEY DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL.....	5
2.4	REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....	5
2.5	LEY DE AGUAS DE ANDALUCÍA.....	8
2.6	INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA PARA LAS DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTRACOMUNITARIAS DE ANDALUCÍA.....	9
3	OBJETIVOS.....	11
3.1	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....	11
3.2	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS .....	12
3.3	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS.....	12
4	FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....	13
5	METODOLOGÍA.....	14
5.1	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CATEGORÍA RÍO.....	14
5.1.1	ÁMBITO ESPACIAL .....	14
5.1.2	COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS.....	14
5.1.3	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS .....	15
5.1.4	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS .....	24
5.1.5	TASA DE CAMBIO .....	26
5.1.6	CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE CRECIDAS.....	26
5.1.7	MASAS DE AGUA MUY ALTERADAS HIDROLÓGICAMENTE .....	27
5.1.8	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS .....	28
5.2	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS.....	28
5.2.1	SELECCIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....	30
5.2.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RÉGIMEN HÍDRICO.....	32
5.2.3	ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS .....	33
5.3	MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN.....	34
6	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS.....	36
6.1	PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE CATEGORÍA RÍO .....	36
6.1.1	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS .....	36
6.1.2	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS .....	46
6.1.3	RÉGIMEN DE CRECIDAS .....	48
6.1.4	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS .....	50
6.2	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS.....	54
6.2.1	SELECCIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS .....	54
6.2.2	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y HUMEDALES.....	58
6.3	RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN LAS AGUAS DE TRANSICIÓN.....	62
7	PROCESO DE CONCERTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS .....	66
8	REGIONALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS A LA TOTALIDAD DE LAS MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍO.....	68



9	REPERCUSIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA.....	77
10	GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	78
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79

APÉNDICE V.1. DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS  
HÚMEDAS



## FIGURAS:

Figura nº 1.	Esquema metodológico de la estimación de la distribución temporal de caudales mínimos. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011.....	16
Figura nº 2.	Representación esquemática de la metodología IFIM .....	18
Figura nº 3.	Esquema metodológico de la modelización de la idoneidad del hábitat. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011. ....	21
Figura nº 4.	Ejemplos de curvas HPU-Q para distintos estadios alevín, juvenil y adulto (izquierda) y combinadas para periodo húmedo y seco (derecha). Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011. ....	21
Figura nº 5.	Representación espacial de las simulaciones en una y dos dimensiones. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011. ....	22
Figura nº 6.	Ejemplo de estimación del HPU máximo en una curva creciente y sin máximos. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011 .....	23
Figura nº 7.	Ajuste de los caudales por métodos hidrológicos a los de modelación del hábitat. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011 .....	24
Figura nº 8.	Ejemplo de análisis de la disponibilidad de refugio para distintos valores de caudal en el río Campanillas aguas abajo de la presa de Casasola. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011 .....	25
Figura nº 9.	Proceso de priorización en el estudio de humedales .....	30
Figura nº 10.	Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos hidrológicos .....	36
Figura nº 11.	Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos de modelización hábitat .....	37
Figura nº 12.	Tramos con propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos.....	39
Figura nº 13.	Masas de agua con propuesta de régimen de caudales ecológicos máximos.....	47
Figura nº 14.	Tramos con propuesta de régimen de caudales durante sequías prolongadas...51	
Figura nº 15.	Humedales con estudio de detalle de sus necesidades hídricas en el primer ciclo de planificación hidrológica .....	56
Figura nº 16.	Humedales con estudio de detalle de sus necesidades hídricas en el tercer ciclo de planificación hidrológica .....	57
Figura nº 17.	Humedales con estudio de necesidades hídricas.....	58
Figura nº 18.	Ámbitos estuarinos y zonas de marismas .....	62
Figura nº 19.	Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos.....	67
Figura nº 20.	Clasificación por tipos hidrológicos .....	68
Figura nº 21.	Clasificación de los ríos según su carácter permanente o temporal .....	69

## TABLAS:

Tabla nº 1.	Propuesta de régimen de caudales mínimos.....	42
Tabla nº 2.	Propuesta de régimen de caudales máximos .....	47
Tabla nº 3.	Propuesta de régimen de crecidas .....	49
Tabla nº 4.	Propuesta de régimen de caudales durante sequías prolongadas.....	53
Tabla nº 5.	Resultados generales del proceso de selección de humedales .....	54
Tabla nº 6.	Humedales seleccionados clasificados según el momento de estudio y nivel de detalle.....	55
Tabla nº 7.	Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1.....	56
Tabla nº 8.	Necesidades hídricas de las Lagunas de Campillos.....	59
Tabla nº 9.	Necesidades hídricas de las Lagunas de Archidona .....	59
Tabla nº 10.	Necesidades hídricas de la Laguna de la Herrera .....	60
Tabla nº 11.	Necesidades hídricas de la Laguna de Fuente de Piedra.....	60
Tabla nº 12.	Necesidades hídricas de la Laguna de la Caldera .....	61
Tabla nº 13.	Necesidades hídricas de las Turberas de Padul.....	61
Tabla nº 14.	Necesidades hídricas de la Albufera Honda de Adra .....	62
Tabla nº 15.	Resumen del análisis de ámbitos estuarinos y zonas de marismas.....	64
Tabla nº 16.	Masas de agua de transición que requieren un análisis del régimen de caudales ecológicos.....	64
Tabla nº 17.	Masas de agua estratégicas para el proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos .....	67
Tabla nº 18.	Propuesta de régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua de la categoría río .....	76

## 1 INTRODUCCIÓN

El agua es un bien escaso en muchas zonas de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (DHCMA), especialmente en aquellas regiones más secas donde existe un régimen de precipitaciones escaso (marcado por una fuerte variabilidad estacional) y altas temperaturas, combinado, en algunos casos, con una importante presión antrópica sobre el medio hídrico debido al intenso aprovechamiento del recurso hídrico disponible y la fuerte competencia existente entre los distintos usuarios del agua.

Además, debido a la problemática derivada de la escasez de agua, se hace imprescindible establecer una restricción previa al uso del recurso hídrico, con el objetivo de satisfacer las necesidades ambientales y con ello, mantener, proteger y mejorar (cuando sea posible) la funcionalidad de los ecosistemas fluviales y terrestres asociados, evitando así su deterioro.

Por ello, el principal reto de la planificación hidrológica es lograr la compatibilidad entre la satisfacción de las demandas socioeconómicas, junto con la preservación y mejora del medio ambiente, con una gestión sostenible, racional y eficaz de los recursos hídricos disponibles. Con este propósito, se han establecido una serie de objetivos medioambientales cuyo cumplimiento debe asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en cantidad y calidad suficientes.

La legislación española establece la necesidad de determinar un régimen de caudales ecológicos en los planes hidrológicos de cuenca, entendiéndolo éste como aquel que *“mantiene como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera”* y, además, se consideran una restricción impuesta con carácter general a los sistemas de explotación.

Es decir, la consideración del régimen de caudales ecológicos es obligatorio en la asignación y reserva de recursos para usos y demandas, actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación de medio natural. En todo caso, se aplicará también a los caudales medioambientales la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones recogida en la Ley de Aguas.

De cara a la elaboración del Plan Hidrológico del primer ciclo (2009-2015), se realizó un estudio muy completo y ambicioso en la DHCMA que se centró en la determinación del régimen de caudales ecológicos de las masas de agua de categoría río (informe titulado: *“Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Estudio del régimen de caudales ecológicos en ríos”*) y de las necesidades hídricas en un total de 5 lagos y humedales (informe titulado: *“Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Estudio de las necesidades hídricas en lagos y humedales”*).

Esta información se puede consultar en la web de la Junta de Andalucía, en el siguiente enlace:

[https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset\\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/estudios-complementarios-sobre-caudales-ecol-c3-b3gicos-realizados-en-el-marco-de-la-planificaci-c3-b3n-hidrol-c3-b3gica-de-las-cuencas-mediterr-c3-a1/20151?categoryVal=](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/estudios-complementarios-sobre-caudales-ecol-c3-b3gicos-realizados-en-el-marco-de-la-planificaci-c3-b3n-hidrol-c3-b3gica-de-las-cuencas-mediterr-c3-a1/20151?categoryVal=)

En el segundo ciclo de planificación hidrológica, dado el retraso acumulado en la aprobación del Plan Hidrológico del primer ciclo, no se produjo ningún avance en cuanto a trabajos de determinación del régimen de caudales ecológicos, pero sí se incorporaron en la Normativa los caudales ecológicos mínimos de todas las masas de agua de la categoría ríos.

En el presente ciclo de planificación hidrológica se ha adaptado el régimen de caudales ecológicos mínimos en ríos establecido en el primer ciclo a los cambios introducidos en la delimitación de las masas de agua, se ha incorporado el régimen de mínimos en una masa de agua que no lo tenía establecido en los ciclos anteriores (ES060MSPF0634070A Adra entre presa y Fuentes de Marbella) en base a los resultados obtenidos en trabajos mencionados anteriormente para dicha masa de agua, y se han realizado nuevos trabajos de determinación de requerimientos hídricos en 4 lagos y zonas húmedas, cuyos resultados se incorporan al presente anejo y el detalle se recoge en el Apéndice V.1.

Este Anejo se estructura en los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Base normativa
3. Objetivos
4. Fases en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos
5. Metodología
6. Resultados de los estudios técnicos
7. Proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos
8. Regionalización de los resultados a la totalidad de las masas de agua de la categoría río
9. Repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua
10. Glosario de abreviaturas
11. Referencias bibliográficas

## 2 BASE NORMATIVA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua, en adelante DMA) tiene por objetivo establecer un marco para la protección y mejora de las masas de agua, promoviendo un uso sostenible de los recursos hídricos y contribuyendo a paliar los efectos de las inundaciones y sequías. Para alcanzar este objetivo da un peso muy importante a la planificación hidrológica, a la gestión por cuenca, a los análisis económicos y a la participación pública.

La implantación de un régimen de caudales ecológicos no se exige explícitamente en la DMA, aunque es clara la relación entre la implantación y mantenimiento efectivo del régimen de caudales ecológicos en las diferentes masas de agua y su contribución a alcanzar los objetivos medioambientales especificados en las mismas. Por lo tanto, desde la perspectiva de la DMA los caudales ecológicos no se conciben como un fin en sí mismo, sino como un medio para alcanzar los objetivos citados.

El ordenamiento jurídico español incluye tanto la definición del concepto de caudal ecológico, como los trabajos necesarios para su determinación e implantación, y viene recogido en las siguientes normas:

- Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (en adelante TRLA);
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (en adelante PHN);
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica (en adelante RPH);
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía (en adelante LAA).

Además, la Instrucción de Planificación Hidrológica de las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía (IPHA), aprobada por la Orden de 11 de marzo de 2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, desarrolla los contenidos de la normativa y define la metodología de aplicación.

Por otra parte, la necesidad de disponer de un régimen jurídico completo en relación a la implementación, mantenimiento, control y seguimiento del régimen de los caudales ecológicos ha resultado en la inclusión una serie de artículos relacionados con el tratamiento de los caudales ecológicos en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH), a través de su modificación mediante el Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, aunque se destaca la nulidad del art. 49 quinquies.2 en la redacción dada por el art. 1 del Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por Sentencia del TS de 3 de octubre de 2018 (Ref. [BOE-A-2018-15351](#)).

## 2.2 TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS

La norma básica en materia de planificación y gestión de las aguas es el TRLA, compuesto por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, y sus sucesivas modificaciones, entre las cuales cabe destacar la Ley 62/2003, de 30 de diciembre por la cual se incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario en el ámbito de la política de aguas, así como la introducida por la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley del PHN, que incorpora las bases de los caudales ecológicos.

El TRLA señala en su artículo 40 los objetivos de la planificación hidrológica:

*“La planificación hidrológica tendrá por objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta Ley, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.”*

En su artículo 42.1 b) c'), relativo al contenido de los planes hidrológicos de cuenca, hace referencia a la asignación y reserva de recursos y a los caudales ecológicos:

*“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 mantiene 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:

*“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 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 de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río.”*

## 2.3 LEY DEL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del PHN, así como su modificación mediante la Ley 11/2005, de 22 de junio, desarrollan el artículo 59.7 del TRLA.

Así, en el artículo 26 “Caudales ambientales” de la Ley 10/2001 (con las modificaciones establecidas por la Ley 11/2005), se establece lo siguiente:

*“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 establece lo siguiente respecto a los 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.”*

## 2.4 REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

El 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 de caudal ecológico contenida en el TRLA, ligándola a los conceptos de estado de una masa de agua introducidos por la DMA:

*“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 4.1 transcribe el artículo 42.b) c') del TRLA referente a la asignación y reserva de recursos en el contenido obligatorio de los planes hidrológicos de la demarcación:

*“Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

*(...)*

*b bis) La descripción general de los usos, que incluya:*

*(...)*

*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 los efectos de garantizar la conservación o recuperación del medio natural se determinarán los caudales ecológicos y las reservas hidrológicas, de acuerdo con, respectivamente, los artículos 49 ter y siguientes y 244 bis y siguientes del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (RDPH).”*

En su artículo 17.4 transcribe el artículo 59.7 del TRLA:

*“4. De conformidad con el artículo 59.7 del Texto refundido de la Ley de Aguas los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso, 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 ecológicos la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones, recogida en el artículo 60.3 del texto refundido de la Ley de Aguas, cuando no exista una alternativa razonable que pueda dar satisfacción a esta necesidad. La definición de esa alternativa razonable se podrá acordar en la revisión de los planes especiales de sequía.”*

Además, en su artículo 18 recoge de forma sintética los conceptos relacionados con el establecimiento e implantación de un régimen de 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, atendiendo a lo dispuesto en los artículos 49 ter y siguientes del RDPH.*

*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.”*

El artículo 38 “Deterioro temporal del estado de las masas de agua” establece las siguientes condiciones para la aplicación de un régimen de caudales menos exigente en caso de sequías prolongadas:

*“1. Se podrá admitir el deterioro temporal del estado de las masas de agua si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones y sequías prolongadas, o al resultado de circunstancias derivadas de accidentes que tampoco hayan podido preverse razonablemente.*

*2. Para admitir dicho deterioro deberán cumplirse todas las condiciones siguientes:*

*a) Que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose el estado y para no poner en peligro el logro de los objetivos medioambientales en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias.*

*b) Que en el plan hidrológico se especifiquen las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados. En el caso de situaciones hidrológicas extremas estas condiciones se derivarán de los estudios a realizar de acuerdo con lo indicado en el artículo 59 y deberán contemplarse los indicadores establecidos en los planes de sequía cuyo registro se incluirá en el plan hidrológico, conforme a lo indicado en el artículo 62.*

*c) Que las medidas que deban adoptarse en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de la masa de agua una vez que hayan cesado las circunstancias.*

*d) Que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y se adopten, tan pronto como sea razonablemente posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias, sin perjuicio de lo establecido en la disposición adicional undécima 1.b) del texto refundido de la Ley de Aguas.*

*e) Que en la siguiente actualización del plan hidrológico se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las medidas que se hayan adoptado o se hayan de adoptar.”*

Es importante destacar que el sistema de indicadores para identificar una situación de sequía prolongada viene establecido en los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, elaborados por los organismos de cuenca en cumplimiento del artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

De hecho, el Artículo 62 del RPH establece que:

*“1. Los planes hidrológicos tendrán en cuenta en su elaboración los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, elaborados por los organismos de cuenca en cumplimiento del artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, de los que incorporarán un resumen, incluyendo el sistema de indicadores y umbrales de funcionamiento utilizados y las principales medidas de prevención y mitigación propuestas.”*

## 2.5 LEY DE AGUAS DE ANDALUCÍA

La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía, recoge en su artículo 4.8 la definición de caudal ecológico incluida en el RPH, y en su artículo 6 los objetivos medioambientales en materia de agua, entre los que figura la necesidad de definir, implementar y garantizar los caudales ecológicos para su cumplimiento:

*“1. Sin perjuicio de lo dispuesto en la Sección VI del Título I del Reglamento de la Planificación Hidrológica, aprobado por Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, constituyen objetivos medioambientales en materia de agua los siguientes:*

*a) Prevenir el deterioro del estado de todas las masas de agua, superficiales, subterráneas y de las zonas protegidas, y, en su caso, restaurarlas con objeto de alcanzar el buen estado ecológico de las mismas. Para ello se definirán, implementarán y garantizarán los caudales ambientales necesarios para la conservación o recuperación del buen estado ecológico de las masas de agua.”*

Además, en el artículo 22 se detallan los objetivos de la planificación hidrológica de acuerdo con lo establecido en el TRLA:

*“Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 40.1 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, y de las normas básicas contenidas en el Reglamento de la Planificación Hidrológica, la planificación en el ámbito de las aguas de competencia de la Comunidad Autónoma de*

*Andalucía tiene como finalidad conseguir el buen estado ecológico del dominio público hidráulico y de las masas de agua, compatibilizado con la garantía sostenible de las demandas de agua. Para ello, la planificación tiene como objetivos:*

*(...)*

*b) Dar respuesta a la demanda de agua, con criterios de racionalidad y en función de las disponibilidades reales, una vez garantizados los caudales o demandas ambientales, en los términos establecidos por el artículo 59.7 del Texto Refundido de la Ley de Aguas.*

*(...)*

*g) Fijar el caudal ecológico de cada masa de agua, de acuerdo con los requerimientos necesarios para alcanzar el buen estado ecológico de las mismas.”*

En el artículo 24.4 en relación a la elaboración de los planes hidrológicos, se establece que:

*“a) Los criterios de prioridad se establecerán de forma que se garanticen las necesidades básicas para el consumo doméstico y las necesidades medioambientales para alcanzar el buen estado ecológico de las aguas. El orden de prioridad de uso para las actividades económicas se establecerá en el plan en función de su sostenibilidad, incidencia sobre la fijación de la población al territorio, el mantenimiento de la cohesión territorial y el mayor valor añadido en términos de creación de empleo y generación de riqueza para Andalucía.”*

Por otra parte, en su artículo 44, sobre la asignación de recursos, se establecen los caudales ecológicos como restricciones a los sistemas de explotación:

*“4. Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso, por lo que no existirá el deber de indemnización de los costes que generen, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación.”*

## 2.6 INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA PARA LAS DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTRACOMUNITARIAS DE ANDALUCÍA

La IPHA recoge y desarrolla los contenidos del RPH y del TRLA, estableciendo la base metodológica a considerar en el establecimiento e implantación de los caudales ecológicos y las necesidades hídricas de lagos y humedales.

La IPHA recoge detalladamente en su apartado 3.4, los siguientes aspectos:

- Metodología necesaria para realizar los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua, incluyendo los objetivos, ámbito espacial, componentes y caracterización.
- Identificación y caracterización de las masas de agua muy alteradas hidrológicamente.
- Régimen de caudales durante sequías prolongadas.
- Requerimientos hídricos de lagos y zonas húmedas.
- Repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua.
- Proceso de concertación del régimen de caudales.

- Seguimiento del régimen de caudales.

Además, la IPHA establece en su apartado 3.4.1 que las fases para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos serán las siguientes:

*“a) Una primera fase de desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua. Los estudios a desarrollar deben identificar y caracterizar aquellas masas muy alteradas hidrológicamente, sean masas de agua muy modificadas o no, donde pueden existir conflictos significativos con los usos del agua. Durante esta fase se define un régimen de caudales mínimos menos exigente para sequías prolongadas.*

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

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

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

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

El objetivo de este Anejo es establecer el régimen de caudales ecológicos en la DHCMA.

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

De acuerdo la IPHA apartado 3.4.1.1, para alcanzar estos objetivos el régimen de caudales ecológicos debe cumplir los requisitos siguientes:

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

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 el régimen 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 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres, 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 o autonómica (Catálogos de Especies Amenazadas, etc.), así como en el caso de los hábitat igualmente protegidos por normativa europea (anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992) y nacional o autonómica (Inventario Nacional de Hábitat, 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 hábitat 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.

### 3.2 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

En caso de sequías prolongadas podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 del RPH sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua, y de conformidad con lo determinado en el vigente 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 del 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.

### 3.3 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:

- 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 niveles piezométricos coherente con las necesidades hídricas, de manera que las alteraciones de aquellos debidas a la actividad humana no tengan como consecuencia:
  - o Impedir alcanzar los objetivos medioambientales especificados para las aguas superficiales asociadas.
  - o Cualquier perjuicio significativo a los ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea.
- 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.
- 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.

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

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

- Desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua.
- Proceso de concertación, definido por varios niveles de acción (información, consulta pública y participación activa), en aquellos casos que condicionen significativamente las asignaciones y reservas del plan hidrológico.
- Proceso de implantación y su seguimiento adaptativo.

Los trabajos de determinación de los componentes del régimen de caudales ecológicos son procesos complejos. Estos procesos contienen una doble vertiente: análisis de series hidrológicas de cada masa de agua, y estudios de modelado del hábitat de especies indicadoras en función del régimen de caudales. En su aplicación se han priorizado los trabajos en masas de agua seleccionadas por su relevancia hidrológica y/o ecológica.

Por lo tanto, consideraciones de índole práctica llevaron en el primer ciclo de planificación hidrológica a aplicar un procedimiento que asegura la compatibilidad de los objetivos perseguidos en relación con los medios y plazos disponibles. En este contexto, se realizaron estudios detallados de naturaleza hidrológica para todas las masas de agua y estudios de simulación de hábitat para un número limitado de masas de agua.

El criterio de selección de las masas a estudiar se basó en identificar aquellas masas de agua que definan el régimen hidrológico de los principales cursos de agua de la cuenca y que puedan ser mantenidas con elementos específicos de regulación, así como aquellas que puedan ser objeto, por diversas razones, de especial conflictividad.

De esta forma, quedaron cubiertas por estos estudios de modelización de hábitat las denominadas masas de agua estratégicas, que son aquellas en las que el establecimiento del régimen de caudales ecológicos condiciona las asignaciones y reservas de recursos del Plan hidrológico de cuenca. La concertación se limitó, por tanto, a estas masas de agua estratégicas, en las que se completaron los estudios.

## 5 METODOLOGÍA

El presente capítulo describe la metodología empleada para realizar los estudios técnicos específicos de determinación del régimen de caudales ecológicos de las masas de agua de la DHCMA. Esta metodología se basa principalmente en la que se expone en la IPHA en su apartado 3.4.

### 5.1 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CATEGORÍA RÍO

Como ya se ha mencionado, la metodología para la determinación del régimen de caudales ecológicos sigue las disposiciones establecidas en la IPHA, adaptadas a las particularidades de la demarcación. Este documento establece los procedimientos técnicos básicos para la obtención de dicho régimen y es, por tanto, la referencia fundamental en la que se han basado los estudios realizados.

La metodología establecida en la IPHA se basa en la de la IPH estatal, en cuyo desarrollo 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 la “Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos” (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008), en la que se detalla la metodología, ilustrándola con ejemplos que complementan y facilitan su aplicación.

#### 5.1.1 ÁMBITO ESPACIAL

El ámbito espacial para la caracterización del régimen de caudales ecológicos se extiende a todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría río de la DHCMA que no sean masas artificiales.

Con carácter general, los resultados obtenidos para ríos serán aplicables a las aguas de transición siempre y cuando se cumplan las funciones ambientales de las mismas.

#### 5.1.2 COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

El régimen de caudales ecológicos incluye los siguientes componentes:

- Caudales mínimos que deben ser superados con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre las comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades autóctonas.
- Caudales máximos que no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras, con el fin de limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas más vulnerables a estos caudales, especialmente en tramos fuertemente regulados.

- Distribución mensual 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.
- 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.
- 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.

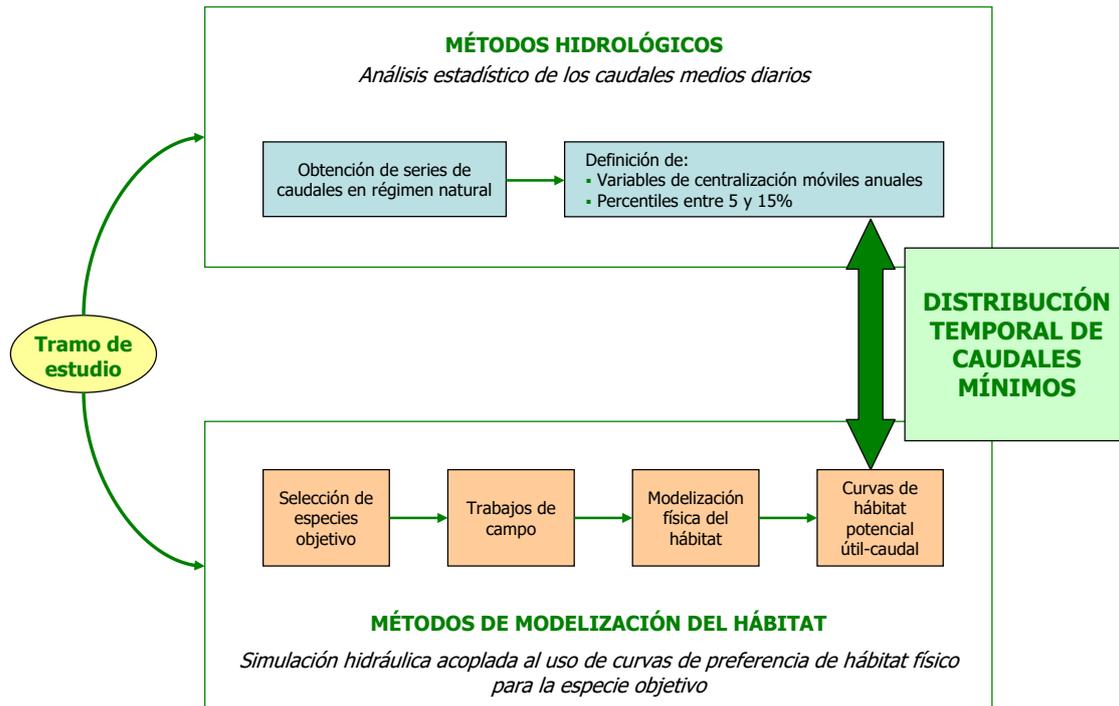
A la hora de calcular el régimen de caudales, la IPHA hace distinción entre ríos permanentes, temporales, intermitentes y efímeros. En ríos temporales, ríos intermitentes y ríos efímeros se aplicarán los siguientes criterios metodológicos:

- Temporales: se utilizarán los criterios definidos para la determinación de la distribución mensual de caudales mínimos y máximos en ríos permanentes. Se realizará, además, una caracterización del periodo de cese de caudal.
- Intermitentes, se analizarán los siguientes aspectos:
  - o Periodo de cese de caudal.
  - o Conexión con las aguas subterráneas, definiendo los volúmenes mínimos necesarios para preservar el flujo subsuperficial que alimenta pozas y remansos.
  - o Magnitud de la crecida y periodo de tiempo de recesión al caudal base.
  - o Caudal generador, que permite mantener la dimensión del canal principal del río y su buen funcionamiento morfodinámico.
- Efímeros, se determinarán el tiempo de recesión tras la crecida y el caudal generador.

Cabe destacar que el grado de concreción alcanzado por la IPHA y la experiencia existente es claramente superior en lo referente a la distribución temporal de caudales mínimos en ríos permanentes.

### 5.1.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS

La distribución temporal de caudales mínimos se ha obtenido aplicando métodos hidrológicos y sus resultados se han ajustado mediante la modelización de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río (Figura nº 1).



**Figura nº 1. Esquema metodológico de la estimación de la distribución temporal de caudales mínimos.**  
 Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011.

### 5.1.3.1 MÉTODOS HIDROLÓGICOS

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

- a) La definición de variables de centralización móviles anuales, de orden único o variable. Las metodologías empleadas han sido las siguientes:
  - Método del caudal básico o QBM (Palau *et al.*, 1998): el caudal mínimo ecológico corresponde con el caudal en el que los incrementos relativos de los valores mínimos de dos intervalos consecutivos de medias móviles, es máximo, obteniéndose de este modo un caudal mínimo para cada año de la serie estudiada y tomando finalmente como valor de caudal mínimo ecológico alguna medida de centralización (QBM media y QBM mediana) de esa serie de caudales mínimos.
  - Método del cambio de pendiente: desarrollado por Baeza (2002), el caudal mínimo se obtiene de aquel caudal a partir del cual la curva de la relación caudal-tamaño del intervalo, cambia significativamente de pendiente (Q pendiente).
  - Media móvil de los caudales que han circulado durante 90 días consecutivos: el método se basa en el aplicado en la cuenca del Tajo del Q25d (Baeza y García de Jalón, 1999), método estadístico que plantea como caudal ecológico el definido por la media de los caudales medios mínimos correspondientes a 25 días consecutivos, representando la duración y la magnitud del grupo de caudales

más bajos que se producen en un año. Debido a la irregularidad del régimen de los ríos de la DHCMA se ha considerado más representativo ampliar este intervalo, obteniéndose el caudal mínimo calculando la media móvil de los caudales que han circulado durante 90 días consecutivos para no hacer depender los resultados de posibles periodos con caudal nulo, y tomándose finalmente la media de los mínimos de todos los años estudiados (Q 90d).

- b) La definición de percentiles entre el 5 y el 15% a partir de la curva de caudales clasificados, que permitirán definir el umbral habitual del caudal mínimo. Para ello, se ha calculado el valor que deja por debajo al 5% (Percentil 5) o 15% (Percentil 15) de todos los valores anuales, y se ha hallado la media de todos los valores obtenidos de esta forma en la serie de años estudiada.

Las metodologías propuestas necesitan de una serie hidrológica representativa de al menos 20 años en régimen natural que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos, y siempre que sea posible definida a escala diaria.

Para la obtención de estas series se han empleado distintos procedimientos:

- Utilización directa de la red de aforos: En aquellas masas en las que se cuenta con datos de estaciones de aforos en los que hay un periodo suficientemente largo de registros en régimen natural o con poca alteración se han empleado los datos aforados (incluidos los de la red hidrométrica de manantiales).
- Restitución de la serie en el caso de régimen alterado, que podrá realizarse mediante las siguientes metodologías:
  - o Restitución mediante balance de aportaciones, detracciones, derivaciones y retornos a escala diaria o mediante su caracterización a escala mensual. En el caso de disponer una serie caracterizada a escala mensual se estima con posterioridad el régimen a escala diaria.
  - o Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala diaria, obtenidas mediante simulación con el modelo Sacramento, o a escala mensual del modelo SIMPA V2 con la estimación posterior de la serie a escala diaria.

En el caso de series obtenidas a escala mensual se ha aplicado posteriormente un patrón de distribución diario correspondiente a estaciones de control en régimen natural o cuasi-natural situadas en masas de características análogas.

En las masas situadas en la parte oriental de la DHCMA, en las que no se dispone de estaciones de aforo en régimen próximo al natural, se ha optado por construir un hidrograma diario con los valores medios mensuales repetidos para los días del mes en el periodo comprendido desde octubre hasta mediados de mayo, y ajustando los valores mensuales de los últimos meses del año hidrológico a una función de curva de decrecimiento de caudales, asumiendo que todo lo que circula por el cauce viene de aportes subterráneos y se comporta uniformemente.

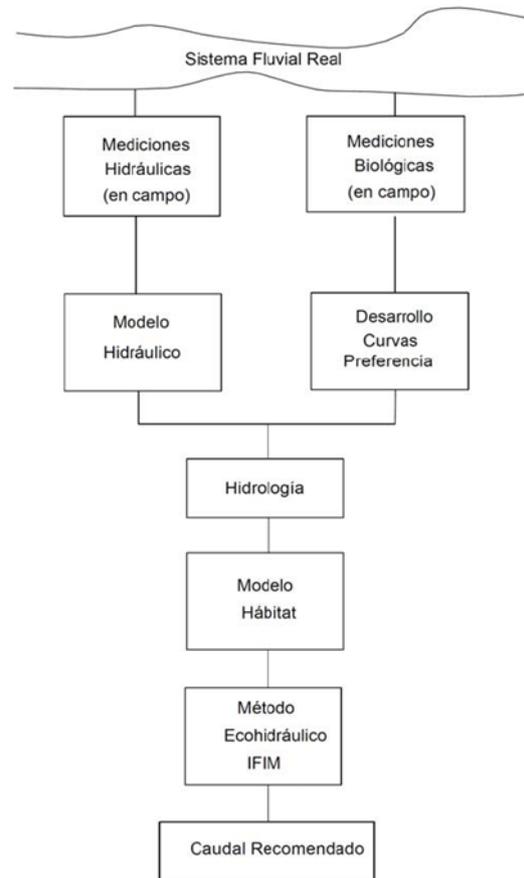
En algunas ocasiones se ha optado por agregar caudales de tramos situados aguas arriba hasta llegar a un caudal próximo al natural que pueda servir para la masa de estudio, y en otras ocasiones, siempre para masas de características muy similares, se han obtenido las series diarias mediante proporcionalidad de aportes.

### 5.1.3.2 MÉTODOS DE MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT

La modelización de la idoneidad del hábitat se basa en la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat físico para la especie o especies objetivo, obteniéndose curvas que relacionen el hábitat potencial útil (HPU) con el caudal en los tramos seleccionados, según se establece en la metodología IFIM (*“Instream Flow Incremental Methodology”*) (Figura nº 2).

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

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



**Figura nº 2. Representación esquemática de la metodología IFIM**

Los resultados obtenidos por modelización de hábitat son posteriormente analizados y contrastados con los obtenidos por métodos hidrológicos para dar una propuesta de caudales ecológicos mínimos.

#### 5.1.3.2.1 SELECCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO

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

a las masas de agua con mayor importancia ambiental o que estén situadas aguas abajo de grandes presas o derivaciones importantes y que puedan condicionar las asignaciones y reservas de recursos del plan hidrológico.

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

- Tramos de importancia estratégica, en los que el establecimiento del caudal ecológico pueda tener repercusiones en las asignaciones y reservas de recursos que se establecerán en los planes hidrológicos.
- Tramos de importancia ambiental, prestando especial atención a los elementos de la Red Natura 2000 o con cualquier figura de protección, así como los que alberguen especies en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat, vulnerables o de interés especial.

Asimismo, se ha seleccionado al menos un tramo de cada tipo de río de los establecidos en la IPHA, y han quedado representados todos los sistemas de explotación de la demarcación.

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

#### 5.1.3.2.2 SELECCIÓN DE ESPECIES OBJETIVO

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

Para ello, se ha hecho un censo de las comunidades piscícolas presentes en la DHCMA, y más concretamente, en los tramos seleccionados. Se ha utilizado información procedente de trabajos que presentan muestreos de campo mediante pesca eléctrica, como la base de datos EFI+; el Inventario de peces y el Proyecto SAUCE, facilitados por la Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos; los muestreos de campo realizados por la red de control biológico de la cuenca, y otros estudios existentes. Para completar la lista de especies presentes en los tramos seleccionados se ha consultado el “Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España” y el “Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía”.

Tras identificar las especies autóctonas y el grado de protección en cada caso, se ha llevado a cabo un análisis de los factores que caracterizan la aptitud de las especies más significativas de la

DHCMA para ser identificadas como especie objetivo, factores que se sintetizan, por orden de importancia, en:

- Aptitud como especie indicadora de la comunidad biológica.
- Abundancia de la comunidad de peces.
- Importancia taxonómica.
- Detectabilidad.

A partir de estos datos se ha obtenido un listado definitivo de especies sobre las que centrar los trabajos de modelización de hábitat

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

A partir de las simulaciones de idoneidad del hábitat se desarrollan, para las especies objetivo, curvas que relacionan el HPU con el caudal (en adelante, curvas HPU-Q). Para ello se obtienen, a través de modelos hidráulicos, las variables de profundidad y velocidad, que posteriormente se comparan con las curvas de idoneidad de la especie objetivo, de manera que las curvas representan la tolerancia de una especie a unas condiciones concretas del hábitat, asumiendo que estas especies se distribuirán o usarán aquellas zonas con condiciones más favorables (Figura nº 3).

Las curvas se calculan para la preferencia ante variables del hábitat como la profundidad, velocidad o sustrato, y se han desarrollado para tres estadios del ciclo vital de las especies piscícolas seleccionadas: adulto, juvenil y alevín.

Mediante estas curvas HPU-Q se han generado curvas combinadas para facilitar la toma de decisiones. Estas curvas se han obtenido mediante la combinación ponderada y adimensional de hábitat potenciales útiles, determinados para los estadios predominantes en los periodos temporales considerados. Las curvas combinadas se corresponden con un periodo húmedo y otro de estiaje, considerando en cada uno de ellos la predominancia de los estadios de la especie objetivo. A falta de estudios más detallados, y siguiendo las indicaciones de la “Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos”, en época de estiaje se consideran prioritarios los alevines y en época húmeda los juveniles frente al estadio adulto, persistente durante todo el año. La generación de las curvas combinadas se ha realizado de la siguiente manera:

- Periodo húmedo: 0,6 juveniles + 0,4 adultos.
- Periodo seco: 0,6 alevines + 0,4 adultos.

En la Figura nº 4 se muestran ejemplos de curvas HPU-Q.

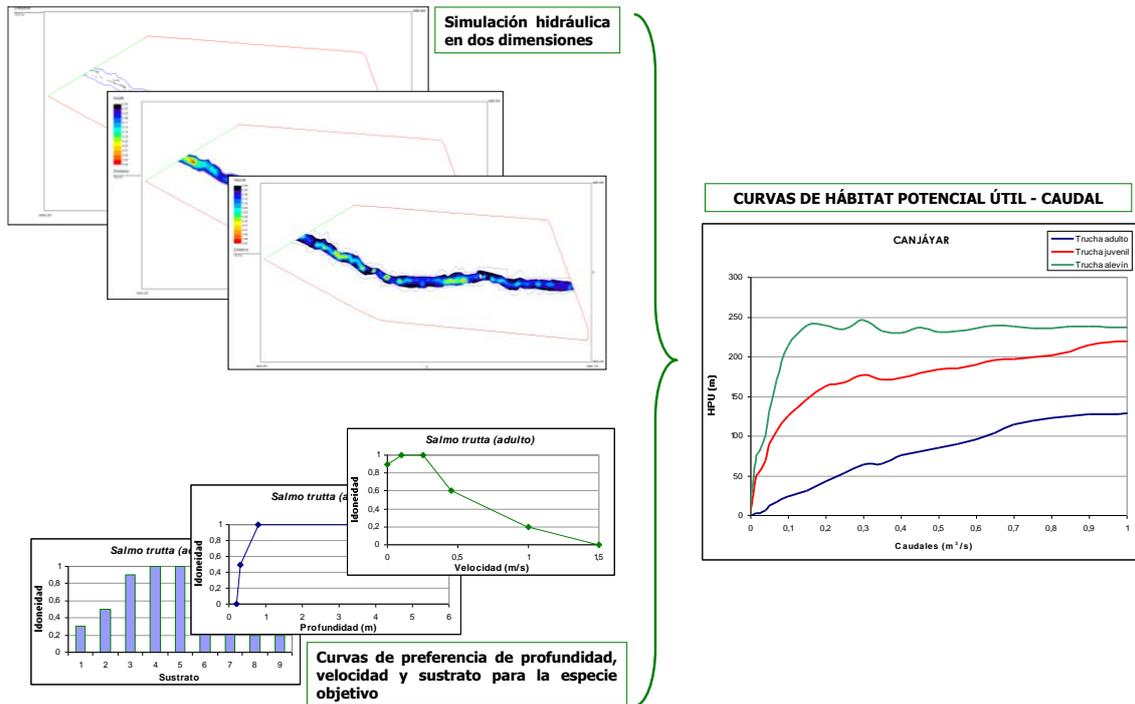


Figura nº 3. Esquema metodológico de la modelización de la idoneidad del hábitat. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011.

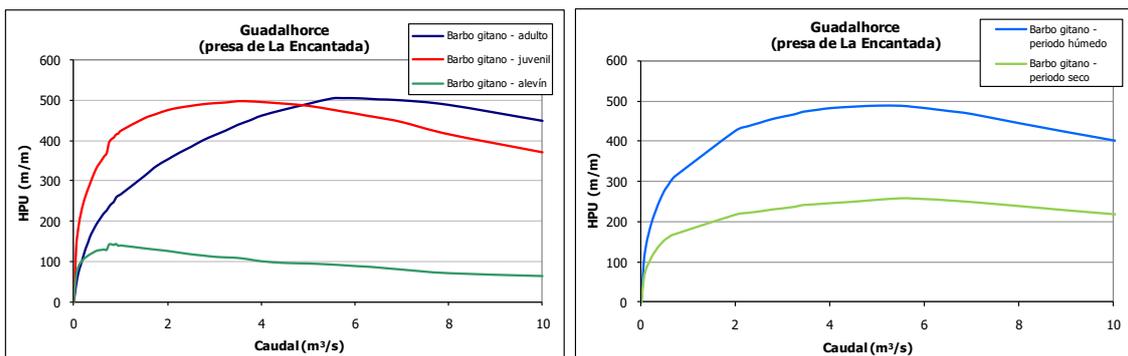
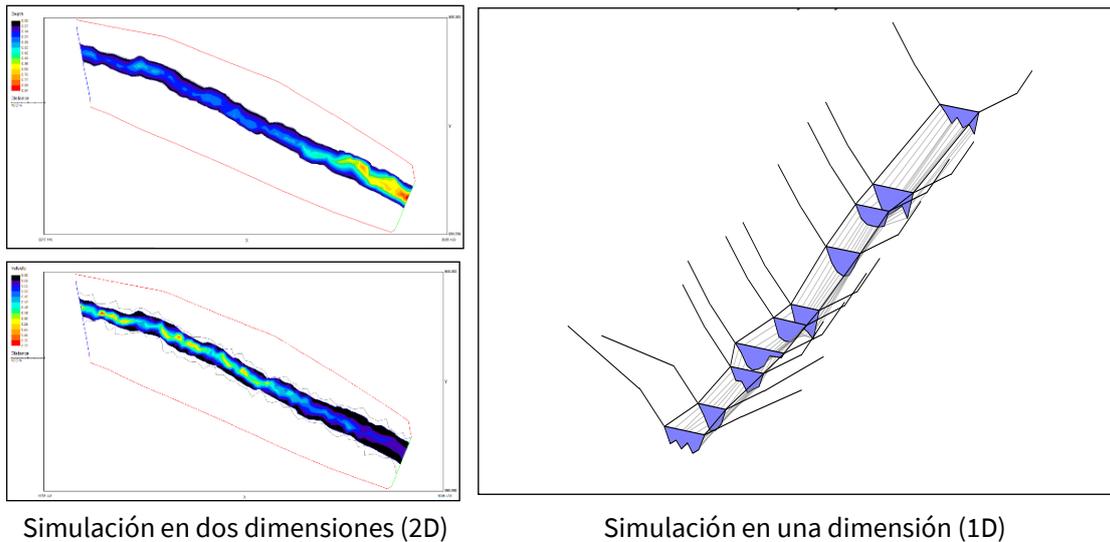


Figura nº 4. Ejemplos de curvas HPU-Q para distintos estadios alevín, juvenil y adulto (izquierda) y combinadas para periodo húmedo y seco (derecha). Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011.

La simulación de la idoneidad del hábitat se ha realizado mediante modelos bidimensionales siempre que ha sido posible, utilizando el programa RIVER 2D, modelo hidrodinámico bidimensional por elementos finitos que caracteriza la velocidad media de la columna de agua para uso en cauces naturales. Sólo en casos muy concretos, en los que dificultades técnicas lo hayan impedido (cauce invadido por vegetación, fuerte pendiente, toma de datos topográficos compleja, etc.) se ha realizado mediante modelos unidimensionales, con el programa RHYHABSIM, modelo hidrodinámico de resolución mediante el método del paso hidráulico calibrado en cada transepto para el ajuste del perfil de velocidades.

En la Figura nº 5 se pueden ver ejemplos de representación espacial de las simulaciones en una y dos dimensiones.



Simulación en dos dimensiones (2D)                      Simulación en una dimensión (1D)

**Figura nº 5. Representación espacial de las simulaciones en una y dos dimensiones. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011.**

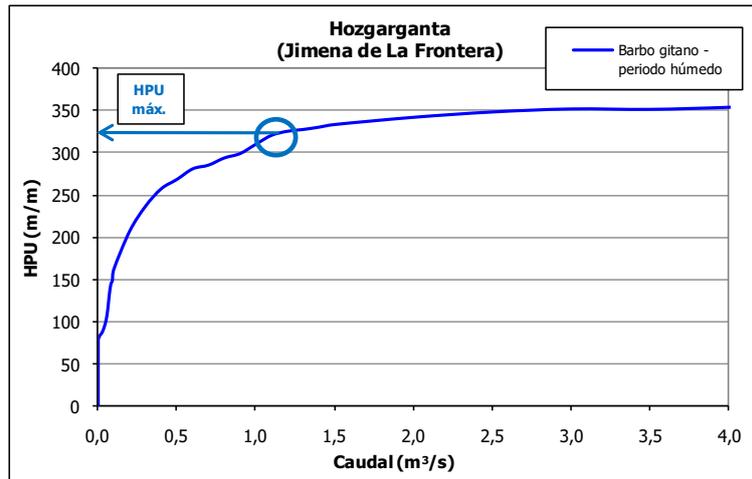
Para la realización de los trabajos de campo destinados a la construcción y calibración de los modelos de hábitat se realizaron principalmente dos campañas, la primera en abril-mayo de 2009 y la segunda en julio-agosto del mismo año.

#### 5.1.3.3 OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS EN RÍOS PERMANENTES

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

- Considerar el caudal correspondiente a un umbral del HPU comprendido en el rango 50-80% del HPU máximo.
- Considerar el caudal correspondiente a un cambio significativo de pendiente en la curva de HPU-Q.

En el caso de que la curva de HPU sea creciente y sin aparentes máximos, la IPHA establece que hay que adoptar como valor máximo el HPU correspondiente al caudal definido por el rango de percentiles 10-25 % de los caudales medios diarios en régimen natural, obtenido de una serie hidrológica representativa de, al menos, 20 años. Sin embargo, debido al carácter irregular de los ríos de la DHCMA, con una alta variabilidad intraanual, estos percentiles han resultado muy bajos o incluso nulos en muchas masas de agua, por lo que en estos casos se ha adoptado como valor máximo el caudal en el que se produce una estabilización en la curva HPU-Q (Figura nº 6).



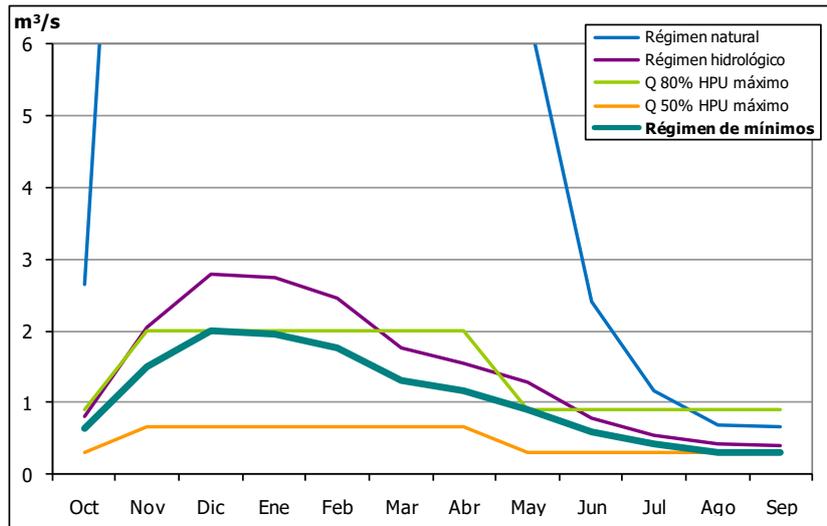
**Figura nº 6. Ejemplo de estimación del HPU máximo en una curva creciente y sin máximos. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011**

Por lo tanto, para la obtención de la distribución de caudales mínimos se analizan los distintos valores obtenidos por métodos hidrológicos (QBM media y mediana, Q90d, Q pendiente, P5 y P15), que se modulan mensualmente de acuerdo con un factor que presente una modulación que se adapte al cambio natural del flujo, con vistas a adaptar el régimen propuesto a las características inherentes a cada una de las cuencas hidrográficas de estudio.

Para ello, se han utilizado índices mensuales ( $I_x$ ) basados en las medias de caudales mensuales naturales de modo que se el régimen natural de caudales sirva como un patrón cuyas pautas de fluctuación imita el régimen ecológico propuesto. Estos índices resultan de dividir el caudal medio mensual de cada mes ( $Q_x$ ) entre el caudal medio mensual del mes mínimo ( $Q_{\min}$ ). Para atenuar los cambios mensuales, los índices se han elevado a un coeficiente ( $n$ ), que en la mayor parte de los casos ha sido la raíz cuadrada.

$$I_x = (Q_x/Q_{\min})^n$$

Este régimen se ha comparado con los valores obtenidos a partir de las curvas HPU-Q combinadas, y se han adaptado a los valores comprendidos entre el 50-80% del HPU máximo (Figura nº 7), o en el caso de las masas alteradas hidrológicamente, entre el 30-80% del HPU máximo. Estos rangos son mínimos, pudiendo ser más altos si otros elementos de análisis (tales como la presencia de especies protegidas o hábitats de interés) lo aconsejan, de manera que los porcentajes de HPU son sensiblemente superiores cuando los mínimos se cubren con caudales muy bajos. A partir de estos resultados se establece el caudal mínimo propuesto.



**Figura nº 7. Ajuste de los caudales por métodos hidrológicos a los de modelación del hábitat. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011**

En todo este proceso, se ha tenido en cuenta la coherencia de los resultados dentro de cada cuenca hidrográfica y sus características. Además, se ha procurado dar unos caudales ecológicos en relación con el régimen natural, ya que se entiende que el régimen de mínimos no debe entrar en incumplimientos significativos con el mismo.

#### 5.1.3.4 OBTENCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS EN RÍOS TEMPORALES, INTERMITENTES Y EFÍMEROS

En este caso, la variación mensual se realiza partiendo del primer mes con valor de caudal superior a cero, a partir del cual se calculan los índices anteriormente descritos.

El régimen así obtenido se ha comparado, al igual que en las masas de agua de categoría río permanentes, con los valores obtenidos a partir de las curvas HPU-Q combinadas, y se ha adaptado a los valores del comprendidos entre el 50-80% del HPU máximo, o en el caso de las masas alteradas hidrológicamente, entre el 30-80% del HPU máximo, con la particularidad de que, en aquellos meses en los que los caudales naturales se encuentren por debajo de estos valores, el régimen de caudales ecológicos propuesto también se ha de encontrar por debajo, y será nulo en función del periodo de cese de caudal determinado.

#### 5.1.4 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS

Durante situaciones de desembalse, conducciones forzadas, etc., es necesario evacuar por un tramo de un río un caudal de una magnitud mayor al que correspondería en condiciones habituales en el tramo en esa época del año.

Estos caudales pueden producir efectos negativos sobre el comportamiento y evolución del sistema fluvial, especialmente si la situación de caudales altos se prolonga durante un tiempo largo. Por esta razón, es interesante conocer los caudales máximos que podrían hacerse circular por un tramo fluvial en situaciones de gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas, poniendo como valor límite aquel que pueda producir daños graves en el ecosistema.

En el diseño de un régimen de caudales que pretenda minimizar los daños ocasionados por la alteración de caudales en un sistema fluvial, se incluye como uno de sus componentes una distribución estacional de caudales máximos, entendiéndose por caudales máximos aquellos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas, y se definen en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año.

Su caracterización se realiza analizando los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural de al menos 20 años de duración. Con la finalidad de preservar las magnitudes fundamentales del régimen natural, no se utilizan percentiles superiores al 90%, en consonancia con los umbrales propuestos en apartados posteriores para los índices de alteración hidrológica.

Este régimen de caudales máximos se verifica mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles, como el mantenimiento de la conectividad del tramo.

Para ello, se asegura 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 (alevines y juveniles) (Figura nº 8). Las velocidades admisibles se extraen de curvas que relacionen el tamaño del individuo con la velocidad máxima admisible. Al no disponer de dichas curvas y tratarse de especies piscícolas, la IPHA indica que se utilicen los siguientes intervalos de velocidades máximas limitantes: alevines (0,5-1 m/s), juveniles (1,5-2 m/s) y adultos (<2,5 m/s).

	Caudales analizados m <sup>3</sup> /s														
Velocidades m/s	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,5	2	3	5	7	10	13	14	16
>0,5	14,9	19,9	25,0	27,6	35,6	47,5	53,8	62,9	67,9	74,7	78,2	82,8	85,7	85,4	86,3
1	2,0	3,0	3,5	3,8	5,5	8,2	9,9	13,7	25,0	45,9	59,0	68,8	75,2	76,4	77,5
1,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	1,2	1,3	3,3	6,0	11,0	16,7	32,7	47,4	51,8	58,2
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,4	5,7	8,5	11,3	12,1	16,8
2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,9	3,3	3,7

**Figura nº 8. Ejemplo de análisis de la disponibilidad de refugio para distintos valores de caudal en el río Campanillas aguas abajo de la presa de Casasola. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2011**

Por lo tanto, para el diseño de la distribución de caudales máximos se ha utilizado como condicionante la velocidad limitante (velocidad crítica) para la evolución y desarrollo de la fauna piscícola. Se han definido los dos periodos en función de las emergencias de alevines de las especies de peces condicionantes: periodo seco (mayo-octubre<sup>1</sup>) y periodo húmedo (noviembre-abril<sup>2</sup>).

De este modo, las velocidades producidas en el cauce con un determinado caudal circulante se han obtenido de los programas hidráulicos que se han generado al modelizar el hábitat, y se ha

<sup>1</sup> Salvo para las masas del subsistema III-2, que, por tener un régimen nival, se considera de diciembre a junio.

<sup>2</sup> Salvo para las masas del subsistema III-2, que, por tener un régimen nival, se considera de julio a noviembre.

utilizado como criterio para validar y fijar el caudal máximo en el periodo seco la velocidad para alevines de 0,5-1 m/s, y para el periodo húmedo la velocidad para juveniles de 1,5-2 m/s.

#### 5.1.5 TASA DE CAMBIO

La determinación de un régimen de caudales ecológicos implica también el establecer unos márgenes admisibles para los cambios de caudal instantáneo en los ríos, o tasa de cambio, que sean compatibles con la capacidad de respuesta de las comunidades naturales. Así, 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, se ha estimado una tasa máxima de cambio en situaciones de gestión ordinaria 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.

La tasa máxima de cambio se determina considerando la distribución de variaciones temporales sucesivas en régimen natural. Su estimación se ha realizado a partir del análisis de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración, calculando las series clasificadas anuales de incrementos medios diarios, tanto en ascenso como en descenso, sobre las que se ha establecido un percentil de superación en ascenso y en descenso del 95% y se ha obtenido una estimación media de las tasas de cambio. Si bien en la IPHA se recomienda que el percentil no sea superior al 70-90%, en el caso de los ríos de la DHCMa se ha optado por un percentil del 95%, dado el carácter irregular de los mismos.

Dada la complejidad de este tema, en la actualidad existe una conciencia generalizada de que hay que seguir investigando en este tema para mejorar los métodos de estimación de dicha variable antes de que pueda ser trasladada a las normas de explotación de este tipo de aprovechamientos. Entretanto, se ha suprimido la propuesta provisional de tasas de cambio que figuraba en el Anejo V del Plan Hidrológico del ciclo 2009-2015.

#### 5.1.6 CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE CRECIDAS

En aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación la crecida asociada al caudal generador se aproxima al caudal de sección llena del cauce, o en su defecto, a la máxima crecida ordinaria, y se define incluyendo su magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio, tanto en la curva de ascenso como en la curva de descenso del hidrograma de la crecida.

La magnitud de la crecida asociada al caudal generador se ha calculado, por tanto, para distintos periodos de retorno:

- Caudal máximo con periodo de retorno  $T= 1,5$ .
- Caudal máximo con periodo de retorno  $T= 2$ .
- Caudal máximo con periodo de retorno del estudio de caudales generadores del Mapa de caudales máximos (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), 2011), en el que se varía la duración del periodo de retorno en cada hidrorregión en función de datos fisiográficos y climáticos de las cuencas.

La tasa máxima de cambio, la frecuencia y la duración de la crecida asociada al caudal generador se obtienen del análisis estadístico de la serie representativa del régimen hidrológico del río con 20 años de datos. Estas variables se han calculado tanto para la crecida correspondiente al periodo de retorno  $T=2$ , como al asociado al caudal generador del estudio realizado por el CEDEX.

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

#### 5.1.7 MASAS DE AGUA MUY ALTERADAS HIDROLÓGICAMENTE

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

Con estos índices se comparan las condiciones del régimen natural de referencia con las condiciones actuales, utilizando para ello un conjunto de parámetros que caracterizan estadísticamente la variación hidrológica inter e intraanual. Los parámetros utilizados se basan en las características fundamentales del régimen hidrológico, como magnitud, duración, frecuencia, estacionalidad y tasa de cambio. Se entiende que una masa de agua está muy alterada hidrológicamente cuando presenta una desviación significativa en la magnitud de los parámetros que caracterizan las condiciones mensuales y anuales del régimen hidrológico natural, repercutiendo de manera importante sobre la disponibilidad de hábitat tanto para los organismos acuáticos como para los organismos terrestres asociados.

Para estudiar la alteración hidrológica se ha empleado el método IAHRIS (*Índices de Alteración Hidrológica en Ríos*) (Martínez y Fernández, 2010), que propone un conjunto de índices de alteración hidrológica que permiten evaluar, de manera objetiva y eficiente, los cambios que sobre los elementos del régimen de caudales con mayor trascendencia ambiental inducen los aprovechamientos de los recursos hídricos. Dada la finalidad del trabajo, resulta ventajosa la clasificación que hace IAHRIS de la alteración en cinco intervalos que pueden homologarse con los de la evaluación del estado ecológico.

En las masas de agua muy alteradas hidrológicamente, se define un régimen de caudales con los criterios indicados en los apartados anteriores, en lo que se refiere a la distribución temporal de máximos y mínimos, tasa de cambio y caudal generador, pero ajustando los caudales mediante la simulación de la idoneidad del hábitat para las especies objetivo identificadas de modo que el umbral utilizado para fijar el régimen de mínimos esté comprendido entre el 30 y el 80% del HPU máximo de la masa de agua, para las especies objetivo analizadas.

Este umbral del 30% no se ha tenido en cuenta en los tramos situados en espacios de la Red Natura 2000 entre cuyos objetivos esté la conservación de hábitats o especies relacionados con el medio

hídrico. Para las demás características del régimen de caudales se proponen escenarios adecuados a la intensidad de la alteración que presentan y, en su caso, se contemplan las condiciones específicas que para las masas designadas como muy modificadas se hayan establecido.

#### 5.1.8 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

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

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

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

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

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 Situación de Alerta y Eventual Sequía (PES), teniendo en cuenta las curvas combinadas elaboradas para tal fin, y evitando, en todo caso, deterioros irreversibles de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.

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

En el caso de lagos y zonas húmedas no se determina un régimen de caudales ecológico como en el caso de las masas de agua tipo río, sin requerimientos hídricos. Los estudios técnicos para determinar los mismos se han basado en los criterios básicos establecidos en la IPHA, aunque no en todos los casos ha sido posible aplicarlos con el mismo grado de exhaustividad, fundamentalmente por la escasa información disponible. Estos criterios son los siguientes:

- 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.

Asimismo, en los nuevos trabajos realizados para el tercer ciclo de planificación hidrológica, para los que se ha seguido la misma metodología, se ha contado con además con el “Manual para la determinación de las necesidades hídricas de los humedales. El contexto español” (Sánchez y Viñals, 2012), para cuya elaboración se emplearon, entre otros, los trabajos realizados durante el primer ciclo.

La caracterización de los requerimientos hídricos se ha realizado a partir de las variables físicas que reflejan más adecuadamente las características estructurales y funcionales de cada lago. La información hidrológica necesaria (registros en las superficies de inundación, niveles de lámina de agua, etc.) se ha obtenido a partir de registros históricos y de modelización.

Se ha intentado asegurar que los criterios numéricos a partir de los cuales se han formulado las propuestas de régimen hídrico hayan tenido como referencia las condiciones naturales y permitan alcanzar condiciones coherentes con la consecución de las funciones y objetivos ambientales perseguidos.

Los trabajos técnicos desarrollados han seguido el siguiente esquema:

- Selección de lagos y zonas húmedas: masas de agua de la categoría lagos o humedales con alguna figura de protección que estén afectados por presiones y estén conectados con aguas subterráneas, 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.
- Estimación de las necesidades hídricas de lagos y humedales:
  - o Modelización del comportamiento hidráulico a partir de la información obtenida: modelo conceptual, balance aproximado o modelización hidrológica sencilla.
  - o 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 los valores de las variables hidráulicas durante episodios de mínimos y de crecidas, los valores máximos de las variables hidráulicas y el régimen estacional.

### 5.2.1 SELECCIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

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

El procedimiento de selección se realiza sobre la base de un árbol de decisión donde paso a paso se van incorporando los diferentes criterios (Figura nº 9).

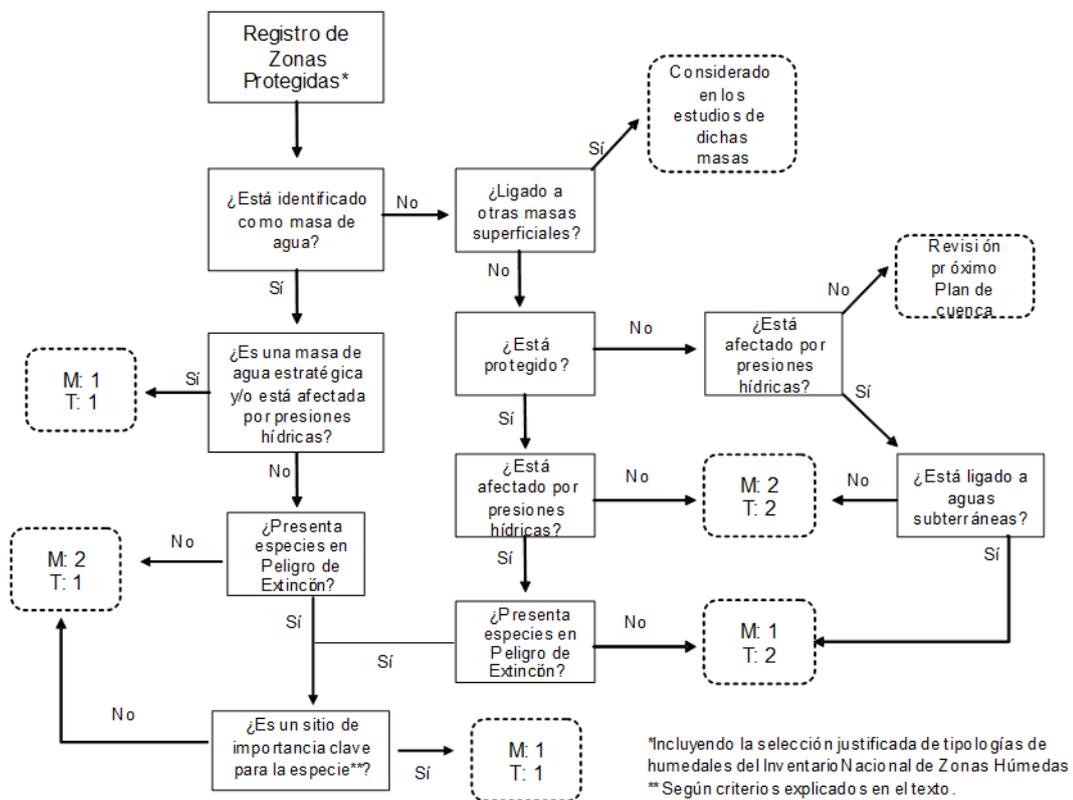


Figura nº 9. Proceso de priorización en el estudio de humedales

Como resultado final, el conjunto de humedales de cada demarcación quedará diferenciado según el momento temporal dentro del proceso de planificación en el que se van a desarrollar los estudios y el tipo de estudio a desarrollar en función de su grado de detalle:

- Momento temporal:
  - M1: determinación para su inclusión en el Plan Hidrológico de cuenca.

- M2: determinación integrada en el programa de medidas del Plan Hidrológico de cuenca.
- Tipo de estudio:
  - T1: estudio en detalle.
  - T2: estudio que comprende básicamente el balance hídrico del lago o zona húmeda.

La identificación de humedales y su posterior selección de nivel de estudios requiere tres pasos diferenciados:

- En primer lugar, se identifican los humedales recogidos en el Registro de Zonas Protegidas (humedales de Importancia Internacional incluidos en la lista del Convenio Ramsar, humedales del Inventario Nacional de Zonas Húmedas y humedales del Inventario de Humedales de Andalucía).
- Posteriormente se descartan aquellos casos no sujetos a estudio (exclusión previa) por su escasa importancia, la naturaleza del humedal (artificiales) y el tamaño mínimo (en su máximo nivel de inundación no alcanzan el tamaño mínimo, establecido en 2 ha).
- Finalmente se aplican los criterios establecidos en el árbol de decisión para la selección del nivel de detalle y momento de estudio.

En lo que a las especies en peligro de extinción se refiere, inicialmente se considerarán solamente las especies catalogadas en peligro de extinción que figuran en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Sin embargo, para seleccionar el momento y nivel de estudio se tendrá en cuenta el grado de dependencia del humedal que tienen tales especies, diferenciando dos niveles:

- Nivel 1: el humedal representa una importancia clave para la conservación de la(s) especie(s), en cuyo caso se clasifica como M1-T1.
- Nivel 2: el humedal representa un enclave de apoyo para la conservación de la(s) especie(s), en cuyo caso se clasifica como un M2-T1.

Para evaluar el grado de dependencia de las especies al humedal se han tenido en cuenta las exigencias y funciones ecológicas de las que dependen. En el caso de las aves se considera particularmente la reproducción, abundancia, frecuencia y regularidad de la presencia de la especie. Los criterios para asignarles el nivel de dependencia serán los siguientes:

- Nivel 1:
  - Especies acuáticas o especies que desarrollan alguna parte de su ciclo vital dentro del agua.
  - Especies con nidificación comprobada al menos un año.
  - Total acumulado > 100 ejemplares, considerando para cada año la cifra del máximo conteo, mínimo 2 años.
- Nivel 2:
  - Especies con nidificación probable (en época de cría) no comprobada.

- Total acumulado < 100 ejemplares, considerando para cada año la cifra del máximo conteo, mínimo 2 años; o > 100 ejemplares, un solo año.

No se considera dentro de ninguno de los niveles anteriores las especies de aves que no se haya registrado su presencia durante los últimos 5 años o su presencia haya sido esporádica (< 5 ejemplares).

## 5.2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RÉGIMEN HÍDRICO

Para aquellos lagos y humedales seleccionados se han identificado los aspectos necesarios para establecer sus necesidades demandas hídricas. Las características consideradas han sido las siguientes:

**Identificación del tipo de humedal:** Los humedales considerados como masas de agua de categoría de lago se han incluido en los tipos que establece la IPHA, y en los humedales no considerados como masas de agua se han identificado aquellos que se alimentan de aportes de aguas continentales y, en los casos en que la disponibilidad de información lo ha permitido y son asimilables a los tipos de masas, se les ha asignado la tipología de masa de agua que corresponda.

**Caracterización climática:** Se han obtenido datos de las variables fundamentales para realizar el balance hídrico posterior: precipitación, temperaturas medias, máximas y mínimas, evaporación y evapotranspiración potencial y real. Los datos obtenidos son de buena calidad y representativos de las condiciones climáticas del humedal y su cuenca vertiente.

**Caracterización hidrogeológica:** En el caso de humedales con aportación subterránea de agua, se ha descrito el funcionamiento del acuífero asociado al humedal y los valores de los parámetros que definen el comportamiento hidrogeológico de las mismas (transmisividad, coeficiente de almacenamiento, nivel piezométrico, volúmenes extraídos). En los casos en los que ha sido posible, la información ha sido obtenida a partir de series históricas suficientemente representativas de condiciones inalteradas o con escasas alteraciones hidrológicas. En caso de no existir batimetría del humedal, se ha generado una batimetría mediante el uso de modelos digitales del terreno (MDT) de la mejor resolución disponible.

**Caracterización hidromorfológica:** Las variables hidromorfológicas son las que en la mayor parte de los casos van a tener una influencia más determinante sobre el ecosistema presente en el humedal. Se ha contado con una batimetría del humedal, así como con datos de la superficie encharcada y de la profundidad y sus variaciones estacionales e interanuales.

**Funcionamiento hidrológico y balance hídrico:** Se ha analizado el funcionamiento hidrológico y balance hídrico, identificando y cuantificando, cuando esto ha sido posible, los aportes de agua que alimentan el sistema, en particular los de origen subterráneo, y las salidas o pérdidas. Se ha establecido un modelo conceptual sobre el funcionamiento del humedal, identificando todos sus componentes y sus variaciones estacionales e interanuales. Esto ha permitido conocer el origen de las aguas del humedal (superficial, subterráneo o mixto), el carácter del humedal respecto a las mismas (influyente o efluente), así como los volúmenes de alimentación, recarga y circulación hídrica del sistema.

**Balance fisicoquímico:** Cuando ha sido posible, se ha caracterizado la composición química del agua y sus variaciones estacionales e interanuales, en particular su mineralización, tanto en lo referente a composición como a concentración, así como las principales entradas y salidas de sustancias químicas y condiciones de los parámetros físicos. Un humedal con diferentes aportes de agua presenta una dinámica en su composición que depende de los diferentes aportes. Para evitar que se produzcan cambios en las condiciones fisicoquímicas del humedal y éste pierda sus características, además de los aportes es necesario conocer su composición. En su caso esto será de aplicación también para las masas de agua subterránea asociadas al funcionamiento del humedal.

**Caracterización ecológica:** Se han caracterizado la composición y estructura de las comunidades biológicas que albergan los humedales (hábitats y especies), así como sus variaciones estacionales e interanuales, identificando aquellas especies que estén en peligro de extinción, estén protegidas o sean indicadoras, como se verá más adelante. En los casos en los que ha sido posible se han determinado los valores de los elementos de calidad recogidos en la IPHA, y su comparación con los valores de referencia del tipo ecológico al que corresponda.

**Identificación de presiones:** Se han identificado las extracciones de agua en humedales y su evolución histórica, así como el uso directo que se realiza de las mismas, los aportes artificiales de agua (tales como los retornos de riego), etc. También se han identificado otras presiones tales como los cambios de usos del suelo, problemas de calidad del agua, etc.

### 5.2.3 ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Una vez conocido el funcionamiento hidrológico del humedal, es necesario caracterizar su relación con ciertas variables ecológicas clave que determinan la estructura y funcionamiento del humedal. Para establecer la relación entre hidrología y ecología es necesario identificar en cada caso los indicadores adecuados. En principio se puede utilizar cualquiera de los organismos indicadores del estado ecológico establecidos por la DMA para los lagos.

Según la información disponible, las propuestas de requerimientos hídricos se han formulado empleando diferentes aproximaciones que pueden ser clasificadas a grandes rasgos en los siguientes tipos:

- Aproximaciones hidrológicas: se fundamentan en que el régimen hidrológico natural constituye el factor principal de organización de los ecosistemas acuáticos. Las propuestas que reflejen este régimen natural propiciarán los procesos y condiciones necesarios para conservar los hábitats y especies. El cálculo se realiza a partir de series hidrológicas en régimen natural y se trata de identificar los parámetros hidrológicos con mayor significado ecológico y geomorfológico. Así, por ejemplo, la caracterización de los hidroperiodos de referencia permite conocer el régimen de fluctuaciones del nivel de la lámina de agua, aspecto particularmente importante en el control de la distribución de organismos. Estas fluctuaciones determinan la estructura y composición de la vegetación del litoral de los humedales, que al mismo tiempo son importantes para los invertebrados y la disponibilidad de hábitats de peces y aves.

- Aproximaciones hidráulicas: definen parámetros físicos limitantes para hábitats o especies, tales como calados mínimos o superficies mínimas. A partir del estudio de la relación entre estos parámetros hidráulicos se definen los volúmenes mínimos de agua en el humedal.
- Aproximaciones hidrobiológicas: analizan las respuestas de determinadas especies a los cambios en el régimen de inundación o los hidroperiodos. Se denominan también métodos de simulación de hábitat, y definen las necesidades hídricas de los humedales a partir de un estudio exhaustivo de los parámetros hidráulicos de una especie o comunidad representativa del humedal. La vegetación perilagunar destaca como un grupo idóneo en este tipo de aproximaciones. Gran parte del valor ecológico de humedales guarda relación con la composición y estructura de la vegetación, constituyendo en sí misma hábitats con interés de conservación y albergando una buena parte de la biodiversidad de estos humedales.

### 5.3 MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN

Es conocida la complejidad propia de las masas de agua de esta categoría, incluso en ausencia de un régimen mareal. Los fenómenos propios de las aguas de transición no permiten un tratamiento general, sino que demandan estudios específicos que permitan considerar sus particularidades. Las lógicas condiciones de continuidad con los valores obtenidos en los tramos inmediatos aguas arriba facilitan un valor inicial que puede colaborar en la definición.

Por lo tanto, las necesidades hídricas propias de las masas de agua de transición deben ser planteadas desde el conocimiento y la experiencia, sin cerrar determinaciones definitivas que no estén debidamente fundadas. Los procedimientos de avance por aproximaciones sucesivas deben ser de aplicación. El seguimiento de la evolución es en este caso un punto fundamental.

En este marco de situación, los estudios deben centrarse en la definición de un régimen de caudales que asegure unas condiciones de salinidad próximas a las condiciones de referencia para las diferentes zonas de los estuarios, comparando el régimen obtenido con el propuesto para la masa aguas arriba del mismo. Sin embargo, los resultados alcanzados constituyen una primera aproximación susceptible de ser mejorada a medida que el estado del arte de estas metodologías evolucione.

El desarrollo y aplicación de metodologías concretas para el cálculo del régimen de caudales que mantengan la integridad ecológica de las aguas de transición ha sido muy limitada en comparación a la variedad de metodologías desarrolladas para ecosistemas fluviales.

La “Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos” (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008) incorpora una propuesta metodológica específica para las aguas de transición. En ella, se hace una revisión de qué son los sistemas de transición y cómo se ven alterados o modificados, de los factores que determinan el régimen de caudales ecológicos en estos sistemas, así como de los diferentes estudios y metodologías desarrolladas hasta el momento para ello. Finalmente, realiza una propuesta concreta metodológica para la

determinación del régimen de caudales ecológicos en aguas de transición. Como ideas esenciales en las que se basa la metodología destacan:

- La determinación de caudales ecológicos en aguas de transición deberá basarse en la clasificación en tipologías ecológicas de estos sistemas.
- El cálculo del régimen de caudales ecológicos deberá realizarse en base al análisis estadístico de la dinámica correspondiente a condiciones hidrológicas inalteradas (régimen natural). A partir de éstos se establecerán los umbrales de las variables indicadoras.
- Se propone la salinidad como indicador del proceso de mezcla de agua dulce y salada, que es uno de los procesos hidrodinámicos trascendentales para el mantenimiento de las funciones ecológicas de los estuarios.
- Las principales líneas de investigación en el campo de los caudales ecológicos en estuarios han de abarcar necesariamente el estudio de las relaciones entre los caudales y las especies y comunidades de estos sistemas, así como la dinámica sedimentaria de los mismos.

## 6 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS

### 6.1 PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE CATEGORÍA RÍO

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tras aplicar el proceso metodológico detallado en el apartado 5 de este Anejo en las masas de agua seleccionadas de la categoría río de la DHCMA. Basado en los resultados obtenidos, se presenta la propuesta de régimen de caudales ecológicos: mínimos, durante sequías prolongadas, máximos y régimen de crecidas.

#### 6.1.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS

##### 6.1.1.1 MÉTODOS HIDROLÓGICOS

La estimación de los caudales mínimos por métodos hidrológicos se realizó en un total de 96 puntos, repartidos por las 121 masas de agua de la categoría río de la DHCMA que no se corresponden con masas artificiales.

Estos puntos, junto con la metodología empleada para la construcción de la serie en régimen natural, se pueden observar en la Figura nº 10.

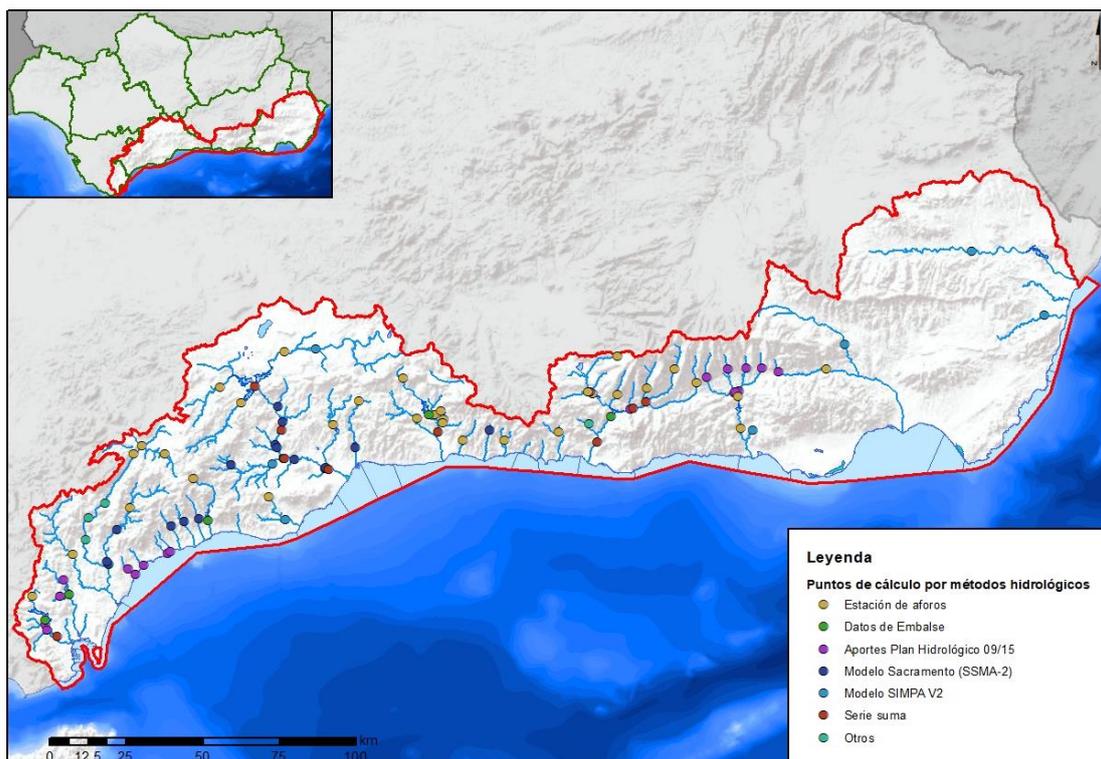


Figura nº 10. Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos hidrológicos

En estos puntos se calcularon los siguientes valores de caudales mínimos: QBM media, QBM mediana, Q 90d, Q pendiente, Percentil 5 y Percentil 15.

La ausencia de puntos de cálculo en ciertas masas de agua se debe principalmente a la no disponibilidad de datos para construir una serie en régimen natural, o bien a la imposibilidad de aplicar un régimen de caudales ecológicos en dichos tramos.

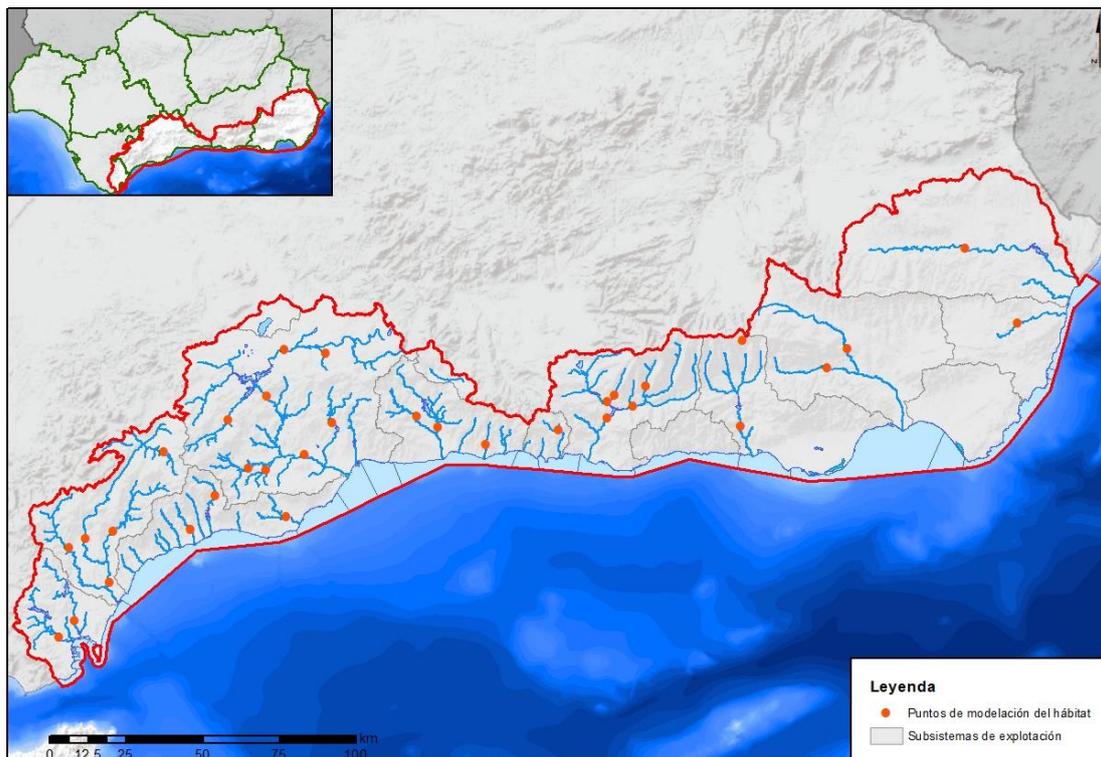
#### 6.1.1.2 MÉTODOS DE MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT

##### 6.1.1.2.1 SELECCIÓN DE MASAS DE ESTUDIO

De las 123 masas de agua de la categoría río presentes en la DHCMA se seleccionaron un total de 32 tramos para realizar los trabajos de modelización de la idoneidad de hábitat. Esta cifra supone un 26% de masas totales de la categoría río, lo que se encuentra muy por encima del 10% mínimo que recomienda la IPHA.

Los tramos seleccionados se encuentran repartidos por todo el ámbito de la demarcación hidrográfica de modo que se cubran todas las tipologías de masas río de la DHCMA, así como las distintas clases de masa según su régimen de caudales. En esta selección, se incluyen tramos tanto de importancia estratégica como de importancia ambiental, quedando representados todos los sistemas de explotación.

Los tramos seleccionados, en los que se hicieron los trabajos de campo necesarios para la modelización de hábitat, se recogen en la Figura nº 11.



**Figura nº 11. Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos de modelización hábitat**

Además, se contó con los resultados del trabajo realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía “Evaluación de la calidad ecológica del río Trevélez y determinación de sus

caudales ecológicos” (2006), del que se seleccionó uno de los siete tramos en los que se hizo modelización del hábitat.

#### 6.1.1.2.2 SELECCIÓN DE ESPECIES OBJETIVO

---

Se determinó para cada masa de agua la especie o especies objetivo sobre las que centrar los trabajos de modelización. Finalmente, se seleccionaron aquellas para las que se dispone de curvas de preferencia, que son:

- *Salmo trutta* (trucha), en un 30% de los tramos estudiados.
- *Barbus sclateri* (barbo gitano), en un 64% de los tramos estudiados.
- *Pseudochondrostoma willkommii* (boga del Guadiana), en un 30% de los tramos estudiados.

Normalmente se seleccionó una única especie por tramo. Sin embargo, en las masas en las que además del barbo gitano aparece la boga del Guadiana, se eligieron ambas, por ser la boga una variedad exclusiva de los ríos del Mediterráneo sur, seleccionando en estos casos los valores de caudales por modelización de la especie que arroje los resultados más restrictivos.

Por otra parte, se tuvo en cuenta la importancia de la presencia del fartet (*Aphanius iberus*) en la cuenca baja del río Adra, que constituye el área de distribución más meridional de este endemismo ibérico, si bien no fue posible incluirlo como especie objetivo en los trabajos de modelización del hábitat al no existir curvas de preferencia en el momento de realizar los trabajos.

#### 6.1.1.2.3 MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT

---

De las 32 masas de agua en las que se llevó a cabo la modelización del hábitat, los trabajos se realizaron en dos dimensiones en 30 masas de agua y en una dimensión para 2 masas de agua (Medio Guadalfeo y Bajo Lanjarón), debido a la densidad de la vegetación.

Para la modelización se emplearon las siguientes curvas existentes:

- Trucha (*Salmo trutta*), elaborada por García Jalón *et al.* (1997).
- Barbo gitano (*Barbus sclateri*), elaborada por Martínez-Capel (2000).
- Boga del Guadiana (*Pseudochondrostoma willkommii*), elaborada para los trabajos de establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias de la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Para cada masa se analizaron los resultados de las curvas HPU-Q, tanto para los tres estadios estudiados (adultos, juveniles y alevines), como para las curvas combinadas (periodo húmedo y periodo seco), determinándose para cada una de ellas los caudales correspondientes al cambio de pendiente y al 80%, 50% y 30% del HPU máximo.

### 6.1.1.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÍNIMOS

La propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos se realizó para un total de 22 puntos situados en las 20 masas de agua de la DHCMA consideradas como estratégicas. Estos puntos y masas de agua se recogen en la Figura nº 12.



**Figura nº 12. Tramos con propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos**

Teniendo en cuenta tanto los resultados técnicos, trabajos de campo como el proceso de concertación del Plan Hidrológico del ciclo 2015-2021, se muestra en la Tabla nº 1 la propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos en las masas de agua categoría río de la DHCMA.

Subsistema	Masa de agua superficial categoría río		Lugar	Clasificación río	Muy alterada hidrológicamente	Especie objetivo	Régimen de caudales mínimos (m <sup>3</sup> /s)														
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media anual	% Nat
I-1	ES060MSPF0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Intermitente	Sí	-	Régimen final	0,04	0,13	0,36	0,27	0,21	0,17	0,11	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	12%
			Aguas abajo de afluentes	Permanente	Sí	Barbogitano	Régimen final	0,32	0,55	0,88	0,69	0,62	0,46	0,38	0,25	0,08	0,08	0,08	0,08	0,37	14%
	ES060MSPF061110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Intermitente	Sí	Boga del Guadiana	Régimen final	0,05	0,08	0,30	0,23	0,19	0,15	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	7%
I-2	ES060MSPF0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras (EA 6033)	Permanente	No	-	Régimen final	0,65	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	1,04	13%
	ES060MSPF0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)	Permanente	No	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,63	1,50	2,00	1,95	1,77	1,31	0,65	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,94	8%
							Régimen final	0,63	1,50	2,00	1,95	1,77	1,31	1,16	0,90	0,60	0,41	0,31	0,30	1,07	9%
I-3	ES060MSPF0613062	Bajo Guadalmanza	Tras trasvase	Permanente	Sí	-	Régimen transitorio	0,13	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,09	0,07	0,08	0,15	26%
							Régimen final	0,13	0,26	0,30	0,29	0,24	0,19	0,18	0,16	0,15	0,09	0,07	0,08	0,18	31%
	ES060MSPF061307Z	Medio y Bajo Guadalmina	Tras trasvase	Permanente	Sí	Barbogitano	Régimen transitorio	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18	0,17	0,11	0,09	0,09	0,16	26%
							Régimen final	0,14	0,29	0,34	0,33	0,27	0,22	0,20	0,18	0,17	0,11	0,09	0,09	0,20	32%
	ES060MSPF061309Z	Medio y Bajo Gudaiza	Tras trasvase	Permanente	Sí	-	Régimen transitorio	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,09	0,07	0,07	0,12	26%
							Régimen final	0,10	0,21	0,26	0,24	0,20	0,17	0,15	0,14	0,14	0,09	0,07	0,07	0,15	32%
ES060MSPF0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción	Permanente	Sí	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,19	0,15	0,12	0,09	0,11	0,19	9%	

Subsistema	Masa de agua superficial categoría río		Lugar	Clasificación río	Muy alterada hidrológicamente	Especie objetivo	Régimen de caudales mínimos (m <sup>3</sup> /s)															
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media anual	% Nat	
							Régimen final	0,15	0,28	0,40	0,36	0,34	0,33	0,26	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,24	11%	
I-4	ES060MSPF0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen transitorio	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,33	7%	
							Régimen final	0,47	0,59	0,75	0,80	0,79	0,73	0,64	0,57	0,45	0,32	0,30	0,33	0,56	13%	
	ES060MSPF0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen transitorio	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	8%	
							Régimen final	0,02	0,05	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	10%	
	ES060MSPF0614210	Bajo Guadalhorce	Azud de Aljaima	Permanente	Sí	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,55	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,63	7%	
							Régimen final	0,65	0,85	1,27	1,58	1,60	1,05	0,80	0,73	0,63	0,56	0,55	0,55	0,90	10%	
ES060MSPF0614250	Bajo Guadalmedina	Presa del Limonero	Temporal	Sí	-	Régimen final	0,02	0,04	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	8%		
II-1	ES060MSPF0621060	Benamargosa	Salto del Negro (EA 6047)	Temporal	Sí	Barbo gitano	Régimen transitorio	0,05	0,14	0,20	0,22	0,21	0,18	0,16	0,13	0,10	0,07	0,03	0,02	0,13	18%	
							Régimen final	0,05	0,25	0,39	0,45	0,44	0,35	0,28	0,22	0,19	0,07	0,03	0,02	0,23	33%	
	ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela	Intermitente	Sí	-	Régimen transitorio	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,08	5%
							Régimen final	0,06	0,19	0,37	0,20	0,18	0,20	0,18	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,14	9%	
			A. abajo de los afluentes de la Margen Izquierda	Temporal	Sí	Barbo gitano	Régimen transitorio	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,03	0,01	0,01	0,12	5%
							Régimen final	0,15	0,27	0,45	0,32	0,30	0,30	0,25	0,26	0,15	0,03	0,01	0,01	0,21	9%	

Subsistema	Masa de agua superficial categoría río		Lugar	Clasificación río	Muy alterada hidrológicamente	Especie objetivo	Régimen de caudales mínimos (m <sup>3</sup> /s)															
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media anual	% Nat	
III-2	ES060MSPF0632040A	Medio Trevélez	Azud Trevélez (EA 6103) <sup>3</sup>	Permanente	Sí	Trucha	Régimen final	0,20	0,20	0,39	0,38	0,39	0,40	0,43	0,47	0,46	0,20	0,20	0,20	0,33	29%	
	ES060MSPF0632040B	Medio y Bajo Poqueira	Central Pampaneira (EA 6055)	Permanente	No	Trucha	Régimen final	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	50%
	ES060MSPF0632130A	Izbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	Permanente	Sí	Trucha	Régimen final	0,20	0,23	0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,25	0,23	0,16	0,13	0,16	0,22	11%	
	ES060MSPF0632150A	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	Permanente	Sí	Trucha	Régimen final	0,52	0,70	0,80	0,78	0,78	0,77	0,78	0,90	0,82	0,46	0,30	0,31	0,66	11%	
Azud de Vélez			Permanente	Sí	Trucha	Régimen final	0,25	0,25	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,25	0,25	0,25	0,34	6%	
III-4	ES060MSPF0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	Permanente	Sí	-	Régimen final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IV-1	ES060MSPF0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar (EA 6024)	Permanente	Sí	Trucha	Régimen transitorio	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,10	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	18%	
							Régimen final	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,10	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	20%	

**Tabla nº 1. Propuesta de régimen de caudales mínimos**

<sup>3</sup> Régimen de caudales ecológicos mínimos modificado como resultado del proceso de concertación.

En la mayor parte de las masas la propuesta consistió en un único régimen de mínimos o régimen final. Sin embargo, en algunas de ellas se consideró necesario establecer dos: un régimen transitorio y otro régimen final, que corresponde al escenario en el que se hayan llevado a cabo las actuaciones previstas en el Programa de Medidas necesarias para hacer posible la implantación de este régimen.

A continuación, se recogen una serie de consideraciones acerca del régimen propuestos en cada masa de agua de cada subsistema de explotación:

### SUBSISTEMA I-1

**Palmones y Guadarranque:** Se propone un único régimen de caudales ecológicos mínimos, puesto que en circunstancias normales existen recursos hídricos suficientes regulados para mantener estos caudales. En ambos casos, el régimen de caudales mínimos incluye un caudal de dilución del 3% del caudal medio anual durante los meses de verano.

### SUBSISTEMA I-2

**Buitreras:** El objetivo final es alcanzable en el primer horizonte (2027), y requeriría una revisión de los términos concesionales de Endesa Generación en el aprovechamiento de Buitreras para incluir un condicionado ambiental de acuerdo con estos caudales, al margen de las modificaciones en la toma para el trasvase Guadiaro-Majaceite.

**San Pablo Buceite:** En el Bajo Guadiaro se propone de forma transitoria rebajar el régimen de caudales ecológicos en el periodo de la campaña de riego (abril-septiembre) para equiparlo a los equivalentes al 50% del HPU máximo. Una rebaja mayor afectaría negativamente al Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) “Estuario del Río Guadiaro”, situado aguas abajo de este tramo. Se establece este régimen transitorio hasta que se hayan realizado las actuaciones necesarias para corregir los déficits estivales.

### SUBSISTEMA I-3

**Guadalmansa, Guadalmina y Guadaiza:** Para los trasvases de los ríos Guadalmansa, Guadalmina y Guadaiza, la propuesta final corresponde al escenario en el que se hayan construido las infraestructuras previstas de desalación y reutilización, ya esté plenamente operativo un sistema de gestión mancomunado de los recursos y se haya corregido la sobreexplotación de los acuíferos. Entretanto, se propone un régimen transitorio que consiste en limitar los caudales ecológicos en el periodo invernal a los correspondientes al 50% del HPU máximo.

**La Concepción:** El régimen propuesto resulta de rebajar el obtenido por métodos hidrológicos de modo que esté por encima del 50% del HPU máximo, salvo los meses de verano, en los que coincide con dicho valor. Esta propuesta final corresponde al escenario en el que se hayan construido las infraestructuras previstas de desalación y reutilización, ya esté plenamente operativo un sistema de gestión mancomunado de los recursos y se haya corregido la sobreexplotación de los acuíferos. Transitoriamente se propone un régimen equivalente al 50% del HPU máximo, salvo en los meses estivales, en los que se adopta el hidrológico, cuyo valor mínimo es el 30% del HPU máximo, pues se trata de una masa muy alterada hidrológicamente. El

tramo está situado en el LIC fluvial "Río Verde", pero este régimen, al estar en la actualidad el cauce desconfigurado, no va a cubrir las necesidades ecológicas del tramo en su estado actual.

#### SUBSISTEMA I-4

**La Encantada:** Dada la grave problemática de déficit aguas abajo de los embalses del Guadalhorce, se propone para la presa de la Encantada un régimen de caudales ecológicos transitorio que equivale al 50% del HPU máximo (se trata de un LIC fluvial) a la espera de la realización de las distintas actuaciones planificadas para corregir el actual desequilibrio en los balances (corrección de vertidos salinos, reutilización en riegos agrícolas, etc.).

**Casasola:** Aguas abajo del embalse de Casasola, al igual que en los otros dos tramos de la cuenca del Medio-Bajo Guadalhorce, se propone un régimen transitorio reducido, pero en este caso equivale al 30% del HPU máximo, al tratarse de una masa de agua muy modificada por alteración de su régimen hidrológico sin ninguna figura de protección. Además, para que el régimen sea realmente efectivo, sería necesaria la restauración del cauce (fuertemente desestabilizado) para devolverle su morfología natural.

**Azud de Aljaima:** Por idénticas razones, se hace también una propuesta transitoria de caudales ecológicos aguas abajo del azud de Aljaima.

**El Limonero:** A pesar de tratarse de un tramo encauzado de muy reducido potencial ambiental, cuenta con uso potencial en ocio y una problemática de vertidos residuales descontrolados y malos olores, por lo que se propone un caudal mínimo que cumpla funciones estéticas e higiénicas. Este régimen podrá ser revisado en función de evaluaciones posteriores de la calidad del agua circulante en el periodo de estiaje, así como de la propia eficacia de los vertidos desde la presa para cumplir con los objetivos perseguidos, ya que podría suceder que la totalidad de los caudales liberados se infiltren en el acuífero aluvial, en cuyo caso habría que reconsiderar la pertinencia de establecer un régimen de caudales ecológicos mínimos en la presa.

#### SUBSISTEMA II-1

**Benamargosa:** Al igual que en otros sectores, éste presenta en la actualidad una cierta insuficiencia de recursos hídricos disponibles, por lo que se propone un régimen transitorio equivalente al obtenido por métodos hidrológicos, pero suprimiendo la posibilidad de trasvases en el periodo de verano. La aplicación efectiva de este régimen de caudales ecológicos requerirá de una actuación para restituir el dique a su estado inicial mediante la limpieza de los aterramientos.

**Vélez y Bajo Guaro:** Para el río Vélez-Guaro en sus dos emplazamientos, el primero aguas abajo de la presa de La Viñuela y el segundo tras la confluencia de los afluentes de la margen izquierda, al tratarse de una masa muy modificada por alteración de su régimen hidrológico y en un sector que en la actualidad presenta una cierta insuficiencia de recursos disponibles, se propone, a la espera de que se lleven a cabo las actuaciones necesarias para resolver esta problemática, un régimen transitorio que se corresponde con el 30% del HPU máximo, salvo en los meses de verano. En dichos meses, el caudal vertido desde el embalse de La Viñuela sería nulo, al tratarse de un curso de agua temporal, mientras que en las presas de derivación de los afluentes de la margen

izquierda se interrumpirían los trasvases (al igual que desde las presas del Benamargosa). Por otra parte, también en este caso el estado de aterramiento actual de los diques de derivación impide la aplicación efectiva de cualquier régimen de caudales ecológicos, por lo que se hace necesario realizar actuaciones de limpieza de acarreo para restituir estas obras a su estado inicial.

### SUBSISTEMA III-2

**Poqueira:** Se trata de un tramo afectado fundamentalmente por aprovechamientos hidroeléctricos y situado en el LIC "Sierra Nevada", por lo que el régimen propuesto se corresponde con el 80% del HPU máximo, no pudiéndose derivar cuando los caudales circulantes por el río se sitúen por debajo de este valor. La implantación de dicho régimen y del que se establezca para la masa situada aguas arriba (Central Poqueira) requerirá la revisión de los términos concesionales de los aprovechamientos hidroeléctricos para incorporar los consiguientes condicionados ambientales.

**Trevélez:** Para el río Trevélez, al tratarse de una masa situada en un espacio protegido (LIC "Sierra Nevada"), la propuesta se sitúa entre el 50% y el 80% del HPU máximo. Dicho régimen se establece para el punto de derivación de la acequia real de Cástaras, por la que se conducen los caudales para el abastecimiento urbano del sistema de la Contraviesa, y que se localiza en el límite del Parque Nacional Sierra Nevada, y deja por otro lado un margen de caudales disponibles durante el periodo de estiaje para los aprovechamientos existentes a lo largo de toda la masa que, en cualquier caso, deberán respetar un caudal mínimo de al menos el 50% del HPU máximo.

**Béznar:** En el caso del embalse de Béznar, el régimen de caudales ecológicos propuesto (obtenido de adaptar los resultados del régimen hidrológico al 50% del HPU máximo) persigue la conservación de los hábitats ribereños del tramo situado entre el pie de la presa y la cola del embalse de Rules. Dichos caudales ecológicos serían posteriormente regulados en este último.

**Rules:** Entre la presa de Rules y el azud de Vélez, el régimen de caudales propuesto pretende el no deterioro del ecosistema fluvial, en la actualidad bien conservado, así con el mantenimiento de los valores de este tramo para usos recreativos. No obstante, además de dichos caudales, se ha previsto el vertido desde la presa de un caudal de saturación del aluvial equivalente a 20 hm<sup>3</sup> al año, evaluación que procede del proyecto de la obra de regulación y que deberá ser revisado mediante aforos diferenciales para determinar el régimen definitivo de vertidos desde el embalse necesario para la implantación de los caudales ecológicos.

**Azud de Vélez:** Para el Guadalfeo aguas abajo del azud de Vélez se propone un régimen de caudales ecológicos mínimos situado entre el 30% y el 50% del HPU máximo, pues se trata de un tramo alterado hidrológicamente sin ninguna figura de protección.

### SUBSISTEMA III-4

**Benínar:** Los caudales ecológicos aguas abajo de las Fuentes de Marbella se encuentran en la actualidad plenamente garantizados por las cuantiosas fugas desde el embalse, que resurgen en dicho manantial. La implantación de un régimen de vertidos desde la presa con fines ambientales en el tramo intermedio se consideraba no viable en los ciclos de planificación hidrológica anteriores, por la crítica situación deficitaria del subsistema III-4 y, sobre todo, por la reducción de

la capacidad del embalse como consecuencia de las limitaciones al nivel para evitar problemas de inestabilidad en las laderas del propio embalse unido a la problemática de filtraciones.

#### SUBSISTEMA IV-1

**Canjáyar:** El régimen de caudales ecológicos mínimos se sitúa entre el 80% y el 50% del HPU máximo, si bien dada la fuerte presión extractiva durante el periodo de estiaje, se establece un régimen transitorio en el periodo junio a septiembre, durante el que se hace equivaler al 30% del HPU máximo.

#### SUBSISTEMA V-2

**Cuevas de Almanzora:** El carácter totalmente artificial del tramo encauzado desde el pie de presa hasta la desembocadura del río en el mar permite descartar el interés de establecer un régimen de flujo con fines ambientales en dicho tramo, circunstancia a la que se le añade el hecho de que el embalse de Cuevas de Almanzora permanezca desde hace casi diez años fuera de servicio por la ausencia total de reservas.

---

#### 6.1.2 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MÁXIMOS

El régimen de máximos se calculó en aquellas masas situadas aguas abajo de infraestructuras hidráulicas que tienen capacidad de regulación. Este régimen se definió para dos periodos hidrológicos:

- Periodo húmedo: de noviembre a abril, salvo para las masas del sistema III-2, que por tener un régimen nival (debido al deshielo de las cumbres de Sierra Nevada) se considera de diciembre a junio.
- Periodo seco: de mayo a octubre, salvo para las masas del sistema III-2, que por tener un régimen nival se considera de julio a noviembre.

La Figura nº 13 muestra la localización de las masas de agua estratégicas de la demarcación y en la Tabla nº 2 se incluye la propuesta de régimen de caudales máximos en dichas masas.

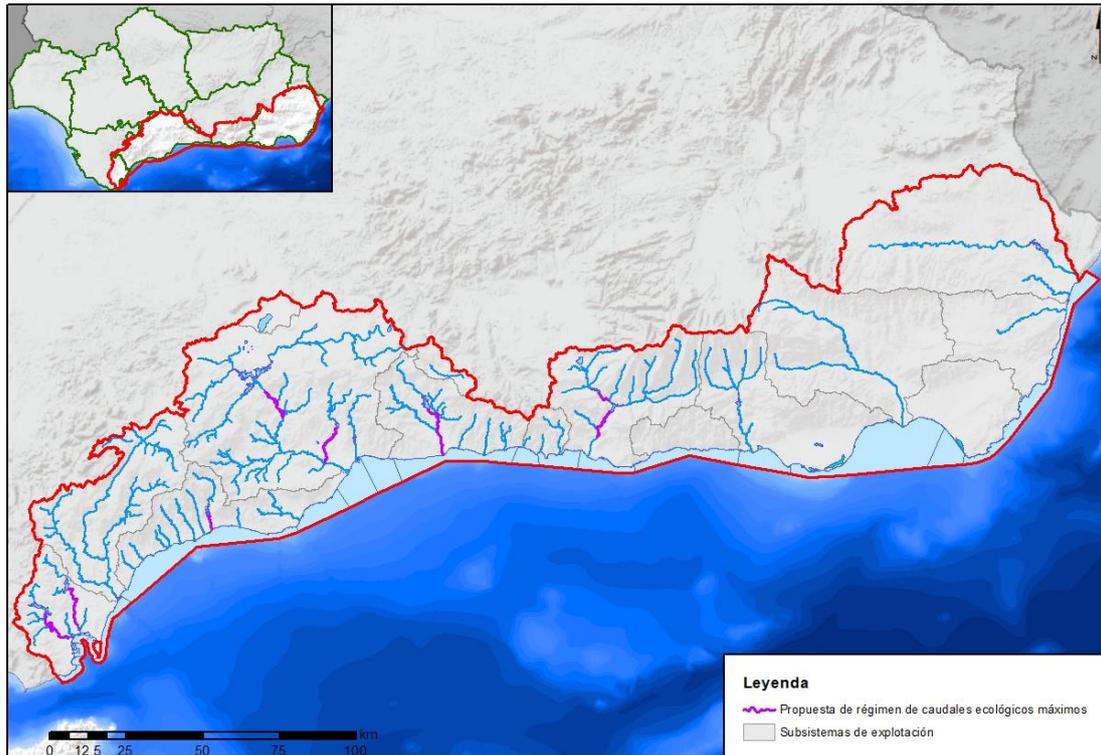


Figura nº 13. Masas de agua con propuesta de régimen de caudales ecológicos máximos

Subsistema	Masa de agua		Infraestructura de regulación	P 90 (m³/s)		Régimen de máximos (m³/s)	
	Código	Nombre		Periodo húmedo	Periodo seco	Periodo húmedo	Periodo seco
I-1	ES060MSPF0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	5,54	0,39	5,5	5,5
	ES060MSPF0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	4,06	0,05	4,1	4,1
I-3	ES060MSPF0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de la Concepción	8,92	1,00	8,9	8,9
I-4	ES060MSPF0614150A	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Presa de La Encantada	15,46	3,75	15,5	3,8
	ES060MSPF0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola	4,08	0,17	4,1	1,3
II-1	ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela	4,85	0,90	4,9	0,9
III-2	ES060MSPF0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules <sup>4</sup>	Presa de Béznar	3,40	2,75	3,4	3,4
	ES060MSPF0632150A	Bajo Guadalfeo <sup>5</sup>	Presa de Rules	15,73	6,07	13,5	13,5

Tabla nº 2. Propuesta de régimen de caudales máximos

<sup>4</sup> El tramo no reúne condiciones para los alevines en el periodo seco, por lo que se le pone la misma limitación que para el periodo húmedo (juveniles). Según la validación biológica, admitiría valores sensiblemente superiores.

<sup>5</sup> El tramo no reúne condiciones para los alevines en el periodo seco, por lo que se le pone la misma limitación que para el periodo húmedo (juveniles). Según la validación biológica, admitiría valores sensiblemente superiores.

Este régimen de máximos no deberá ser superado durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas, no siendo de aplicación en las operaciones para mantenimiento y garantizar la seguridad en las presas.

---

### 6.1.3 RÉGIMEN DE CRECIDAS

El régimen de crecidas se estimó aguas abajo de los embalses de la DHCMA, calculándose para los distintos periodos de retorno su magnitud, duración, frecuencia y tasa de cambio.

En la Tabla nº 3 se recoge la propuesta de régimen de crecidas en las masas de agua estratégicas de la demarcación.

Sistema / Subsistema	Masa de agua	Código	Infraestructura	Frecuencia (años)	Magnitud			Duración media (días)	Estacionalidad	Tasa máxima de cambio	
					Caudal punta (m <sup>3</sup> /s)	Volumen total (hm <sup>3</sup> )	% apo. natural			Ascendente (m <sup>3</sup> /s/día)	Descendente (m <sup>3</sup> /s/día)
I-1	Bajo Palmones	ES060MSPF0611050	Presa de Charco Redondo	T = 5,5	50,1	9,6	28,7%	4	Dic - Ene	34,7	-24,2
	Medio y Bajo Guadarranque	ES060MSPF0611110Z	Presa de Guadarranque	T = 5,5	54,3	10,7	40,4%	7	Dic - Feb	50,1	-31,1
I-3	Bajo Verde de Marbella	ES060MSPF0613140	Presa de La Concepción	T = 5,5	38,9	11,7	17,1%	5	Nov - Mar	9,1	-8,0
I-4	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	ES060MSPF0614150A	Presa de La Encantada	T = 5,5	82,3	24,7	17,5%	7	Ene - Mar	57,8	-27,9
	Bajo Campanillas	ES060MSPF0614200	Presa de Casasola	T = 5,5	27,5	4,4	16,2%	4	Oct - Feb	14,2	14,7
II-1	Vélez y Bajo Guaro	ES060MSPF0621070	Presa de La Viñuela	T = 5,5	12,5	2,9	5,6%	4	Ene - May	7,8	-5,2
III-2	Ízbor entre Béznar y Rules	ES060MSPF0632130A	Presa de Béznar	T = 5,5	8,6	2,5	4,1%	6	Sep - Jun	4,1	-3,7
	Bajo Guadalfeo	ES060MSPF0632150A	Presa de Rules	T = 5,5	40,3	12,5	6,7%	4	Nov - Feb	7,0	-3,7
III-4	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	ES060MSPF0634070A	Presa de Benínar	T = 6,5	12,2	3,7	11,2%	5	Sep - May	2,7	-7,2

**Tabla nº 3. Propuesta de régimen de crecidas**

Dado que dichas crecidas se definen para mantener un cauce bien conformado, solo es necesario generarlas si se superase el periodo indicado sin que de manera natural o artificial haya discurrido un evento de magnitud equivalente o superior aguas abajo de la presa.

En el caso del embalse de Casasola, dada su reducida capacidad y que el objetivo principal de su construcción fue precisamente la protección del Bajo Guadalhorce frente a sus violentas avenidas (para lo cual se mantiene de manera permanente una amplia reserva para laminación), además de ser el Bajo Campanillas una masa muy modificada por alteración de su régimen hidrológico, se opta por fijar como régimen de crecidas el que resulta del análisis para un periodo de retorno de 2 años, aunque generando tales eventos con la periodicidad correspondiente al de 5,5.

Para la presa de Benínar, a la espera del resultado de las actuaciones previstas para estabilizar las laderas, mejorar la estanqueidad del vaso del embalse y reducir sus cuantiosas fugas, se establece como régimen transitorio de crecidas el consistente en la generación de eventos de características análogas al propuesto como régimen definitivo, pero introduciendo como factor adicional condicionante de su periodicidad el que el estado de las reservas embalsadas supere los 22,9 hm<sup>3</sup> (cota 342).

Respecto a los trasvases internos, la política a seguir en los que se realizan al embalse de La Concepción consistire en que cada año, de forma alterna, cada una de las presas de derivación interrumpiera los trasvases durante el periodo de aguas altas, de modo que el río aguas abajo funcione en régimen natural durante dicho periodo, permitiendo así la conservación de las características morfológicas del cauce. Idéntica política debería aplicarse para los trasvases a La Viñuela, si bien en éstos, además de mantener los desagües de fondo permanentemente abiertos durante dichos periodos, sería necesaria la instalación de compuertas en las tomas de derivación para permitir su cierre temporal.

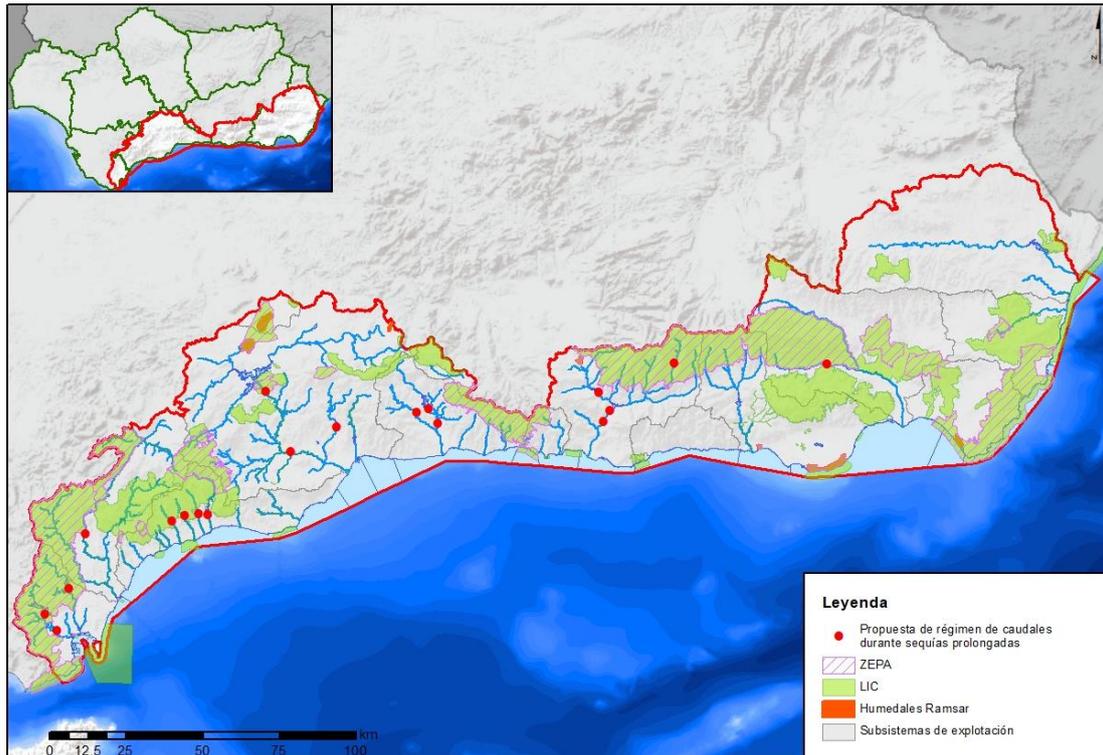
#### 6.1.4 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

Para algunas masas de agua se consideró necesario definir un régimen de caudales menos restrictivo durante sequías prolongadas. Este régimen menos exigente se aplica en 19 de los 22 puntos que cuentan con un régimen de caudales ecológicos.

En la Figura nº 14 se muestran las masas de agua superficial de categoría río que cuentan con un régimen de caudales durante sequías prolongadas. De forma general, se ha fijado directamente como tope mínimo de caudales en situaciones de sequía prolongada el valor correspondiente al 30% del HPU máximo, umbral que sube hasta el 50% en los tramos incluidos en la Red Natura 2000.

Este régimen menos restrictivo será vigente solo una vez decretada la situación de sequía prolongada, según el criterio establecido en los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, elaborados por los organismos de cuenca en cumplimiento del artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

En los tramos protegidos será de aplicación la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento, de acuerdo con lo establecido por la normativa vigente.



**Figura nº 14. Tramos con propuesta de régimen de caudales durante sequías prolongadas**

En la Tabla nº 4 se incluye dicha propuesta.

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales durante sequías prolongadas (m <sup>3</sup> /s)													
	Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media anual	% Nat
I-1	ES060MSPF 0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	0,01	0,13	0,20	0,20	0,20	0,17	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	8%
			Aguas abajo de afluentes	0,01	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11
	ES060MSPF 0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	4%
I-2	ES060MSPF 0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)	0,30	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,48	4%
I-3	ES060MSPF 0613062	Bajo Guadalmanza	Presa de derivación*	0,13	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,15	0,09	0,07	0,08	0,15	26%
	ES060MSPF 0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Presa de derivación*	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18	0,17	0,11	0,09	0,09	0,16	26%
	ES060MSPF 0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Presa de derivación*	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,09	0,07	0,07	0,12	26%
	ES060MSPF 0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción*	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,19	0,15	0,12	0,09	0,11	0,19	9%
I-4	ES060MSPF 0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada*	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,33	7%
	ES060MSPF 0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola*	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	8%
	ES060MSPF 0614210	Bajo Guadalhorce	Azud de Aljaima*	0,55	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,63	7%
II-1	ES060MSPF 0621060	Benamargosa	Salto del Negro (EA 6047)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	7%
	ES060MSPF 0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de La Viñuela*	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,08	5%
			Aguas debajo de afluentes MI*	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,03	0,01	0,01	0,12

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales durante sequías prolongadas (m <sup>3</sup> /s)														
	Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media anual	% Nat	
III-2	ES060MSPF 0632040A	Medio Trevélez	Azud Trevélez	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	0,10	0,22	19%
	ES060MSPF 0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	3%
	ES060MSPF 0632150A	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,15	0,15	0,15	0,24	4%
			Azud de Vélez	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,15	0,15	0,15	0,24	4%
IV-1	ES060MSPF 0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	11%

\* Coincidente con el régimen transitorio establecido en la propuesta de mínimos

**Tabla nº 4. Propuesta de régimen de caudales durante sequías prolongadas**

## 6.2 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

Los estudios realizados para los lagos y zonas húmedas seleccionados comprenden fundamentalmente dos apartados:

- Caracterización del lago o zona húmeda: climatología, geología, vegetación y fauna, valores ecológicos más relevantes y un análisis del funcionamiento hidrológico e hidrogeológico del lago.
- Estimación de las necesidades hídricas del humedal. Fundamentalmente, se ha tratado de establecer una relación entre las diferentes especies vegetales de la orla del lago, especialmente de aquellas con especial relevancia ecológica y alto grado de protección, y el mantenimiento de unas determinadas condiciones de superficie inundada y/o altura de la lámina de agua durante los períodos de tiempo en los que la vegetación presenta un estadio más sensible. Se concluye con una propuesta de umbral de altura de lámina o superficie encharcada que no debe ser rebasado en aras de la protección de la vegetación estudiada.

El acercamiento de la planificación hidrológica a esta materia pretende aportar también directrices para la mejor gestión de estas áreas singulares. En consecuencia, los estudios centran en la aportación de sugerencias de índole práctica para aumentar los valores ambientales intrínsecos a los lagos y humedales.

### 6.2.1 SELECCIÓN DE LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

Para la selección de lagos y humedales en los que determinar sus necesidades hídricas partió del total de 39 lagos y humedales recogidos en el Registro de Zonas Protegidas de la DHCMA durante el primer ciclo de planificación hidrológica. Posteriormente, se procedió a excluir aquellos que incumplen los criterios indicados en el apartado 5.2.1 de este Anejo. Por último, se seleccionó el nivel de detalle en los estudios y el momento su realización.

En la Tabla nº 5 se muestran los resultados generales del proceso de selección de humedales.

Humedales		Nº
Humedales de partida		39
Humedales excluidos previamente:		7
<i>Humedales artificiales</i>		2
<i>Humedales que no alcanzan el tamaño mínimo (2 ha)</i>		5
Humedales ligados a otras masas de agua superficial distintas de lagos		7
<b>Humedales para estudio</b>	<i>M1-T1</i>	13
	<i>M1-T2</i>	7
	<i>M2-T1</i>	3
	<i>M2-T2</i>	2
	<b>Total</b>	<b>25</b>

Tabla nº 5. Resultados generales del proceso de selección de humedales

El listado de humedales sujetos al estudio de sus necesidades hídricas clasificados según el momento de realización y nivel de profundidad en los estudios es el que se muestra en la Tabla nº 6.

Clase	Humedal	Masa de agua		Provincia
M1-T1	Turberas de Padul	ES060MSPF0632510	Turberas del Padul	Granada
	Albufera Honda	ES060MSPF0643500	Albufera de Adra	Almería
	Albufera Nueva	ES060MSPF0643500	Albufera de Adra	Almería
	Laguna de las Camuñas	ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	Málaga
	Laguna de Capacete	ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	Málaga
	Laguna de Cerero	ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	Málaga
	Laguna Dulce	ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	Málaga
	Laguna Salada	ES060MSPF0614510	Laguna Salada de Campillos	Málaga
	Laguna de Cortijo Grande			Málaga
	Laguna de Toro			Málaga
	Laguna de Fuente de Piedra	ES060MSPF0615500	Laguna de Fuente de Piedra	Málaga
	Laguna de Cantarranas			Málaga
	Laguneto del Pueblo			Málaga
M1-T2	Laguna Redonda	ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	Málaga
	Laguna de la Marcela			Málaga
	Cañada de las Norias			Almería
	Charca de Suárez			Granada
	Laguna de los Prados			Málaga
	Laguna del Chaparral			Málaga
	Laguna de la Herrera			Málaga
M2-T1	Lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada	ES060MSPF0632500	Laguna de la Caldera	Granada
	Laguna Grande	ES060MSPF0614520	Lagunas de Archidona	Málaga
	Laguna Chica	ES060MSPF0614520	Lagunas de Archidona	Málaga
M2-T2	Laguna de Caja			Málaga
	Laguna del Viso			Málaga

**Tabla nº 6. Humedales seleccionados clasificados según el momento de estudio y nivel de detalle**

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

La selección de humedales M1-T1 objeto de un estudio de mayor detalle se muestra en la Tabla nº 7 y la Figura nº 15. Para su selección, se han empleado los siguientes criterios:

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

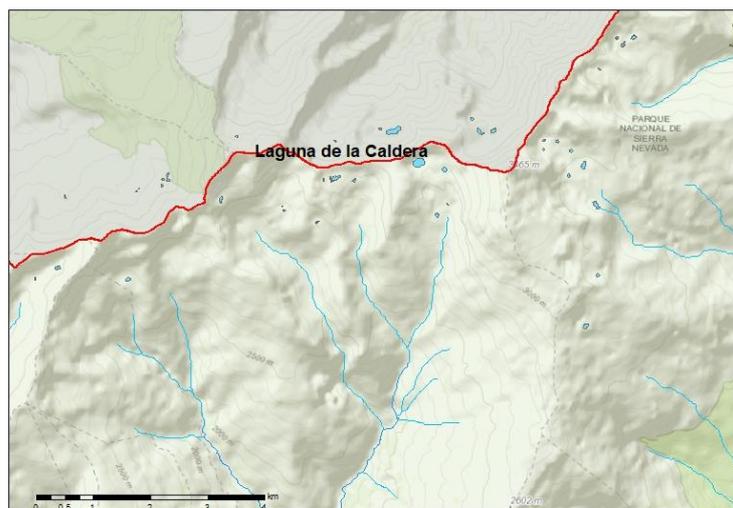
Zona húmeda	Estudios en detalle
Fuente de Piedra	Laguna de Fuente de Piedra
Albufera de Adra	Albufera Honda
Campillos	Laguna Dulce
	Laguna Salada
Turberas de Padul	Turberas de Padul

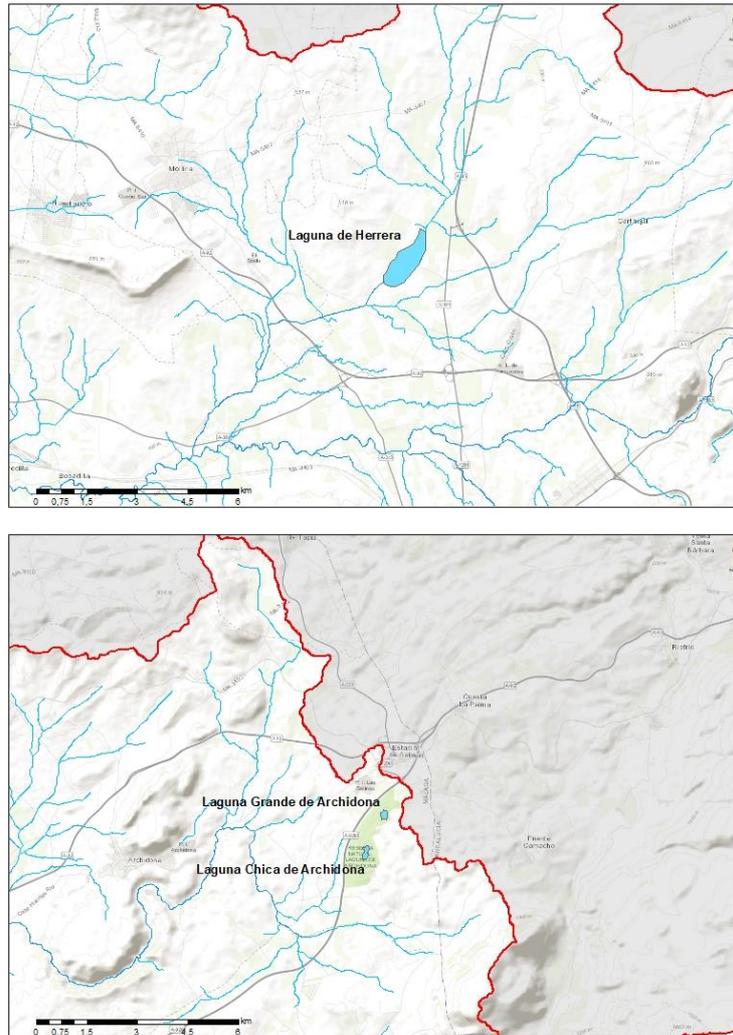
**Tabla nº 7. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1**



**Figura nº 15. Humedales con estudio de detalle de sus necesidades hídricas en el primer ciclo de planificación hidrológica**

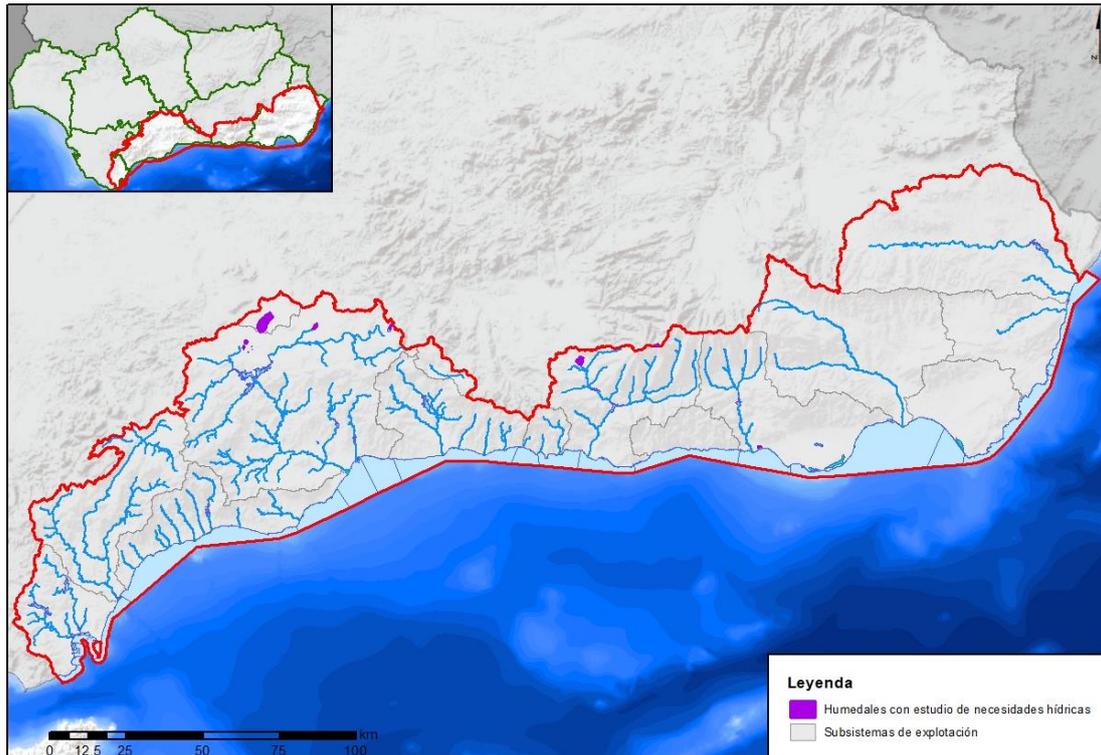
Por su parte, los trabajos de los humedales clasificados en la clase M2-T1 (Laguna de la Caldera y Lagunas Grande y Chica de Archidona) han sido abordados para la presente revisión y actualización del Plan Hidrológico, a los que se ha incorporado la Laguna Herrera por haber sido designada como masa de agua en el tercer ciclo de planificación hidrológica (Figura nº 16).





**Figura nº 16. Humedales con estudio de detalle de sus necesidades hídricas en el tercer ciclo de planificación hidrológica**

En la Figura nº 17 se muestra la localización en la demarcación de todos los humedales con estudio de detalle de sus necesidades hídricas.



**Figura nº 17. Humedales con estudio de necesidades hídricas**

### 6.2.2 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LAGOS Y HUMEDALES

Los requerimientos hídricos de los lagos y humedales de la DHCMA se han estimado en aquellos seleccionados para la realización de estudios de detalle de sus necesidades, que son un total de 9, de los cuales 4 se han incorporado en la presente revisión y actualización del Plan Hidrológico y cuyos trabajos de detalle se incluyen en el Apéndice V.1 a este anejo.

En las siguientes tablas (Tabla nº 8 a Tabla nº 14) se recoge dicha estimación, bien en volumen bien en niveles de la lámina de agua, diferenciando entre distintos años tipo (seco, medio y húmedo)

	Laguna Dulce de Campillos (hm <sup>3</sup> )			Laguna Salada de Campillos (Dm <sup>3</sup> )		
	Año seco	Año medio	Año húmedo	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	0,07	0,12	0,32	0,00	0,00	55,76
Noviembre	0,08	0,16	0,39	2,04	17,91	76,99
Diciembre	0,07	0,17	0,45	0,00	28,15	115,07
Enero	0,10	0,20	0,49	4,97	24,90	133,16
Febrero	0,10	0,20	0,50	5,74	35,59	139,14
Marzo	0,10	0,22	0,54	5,06	38,74	150,46
Abril	0,10	0,22	0,50	0,00	31,71	137,89
Mayo	0,09	0,20	0,49	0,00	8,37	111,82
Junio	0,07	0,17	0,39	0,00	0,00	89,28
Julio	0,06	0,13	0,31	0,00	0,00	51,89
Agosto	0,05	0,11	0,25	0,00	0,00	15,40
Septiembre	0,05	0,10	0,21	0,00	0,00	0,00

**Tabla nº 8. Necesidades hídricas de las Lagunas de Campillos**

	Laguna Grande (Dm <sup>3</sup> )			Laguna Chica (Dm <sup>3</sup> )		
	Año seco	Año medio	Año húmedo	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	128,73	179,82	213,33	9,24	12,63	47,16
Noviembre	131,36	188,59	242,31	8,13	25,80	56,54
Diciembre	142,73	215,12	273,91	18,69	45,32	101,51
Enero	152,40	235,42	278,65	18,21	58,94	119,96
Febrero	151,46	237,58	282,37	21,92	64,10	124,58
Marzo	171,01	238,95	281,95	21,08	68,63	124,45
Abril	160,40	229,59	282,11	17,56	58,31	123,82
Mayo	153,74	222,99	269,95	5,24	51,96	102,72
Junio	143,56	211,49	258,44	0,14	29,59	87,82
Julio	132,91	201,33	249,17	0,00	22,53	79,29
Agosto	123,26	193,14	240,23	0,00	18,18	74,89
Septiembre	117,22	188,10	236,26	0,00	14,88	72,11

**Tabla nº 9. Necesidades hídricas de las Lagunas de Archidona**

Dm <sup>3</sup>	Laguna Herrera		
	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	0,00	0,00	0,00
Noviembre	0,00	0,00	317,43
Diciembre	0,00	0,00	1.173,26
Enero	0,00	0,00	1.034,17
Febrero	0,00	0,00	623,95
Marzo	0,00	0,00	0,00
Abril	0,00	0,00	0,00
Mayo	0,00	0,00	0,00
Junio	0,00	0,00	0,00
Julio	0,00	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00	0,00
Septiembre	0,00	0,00	0,00

**Tabla nº 10. Necesidades hídricas de la Laguna de la Herrera**

hm <sup>3</sup>	Laguna de Fuente de Piedra		
	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	0,12	1,04	9,74
Noviembre	0,24	1,02	9,79
Diciembre	0,45	2,47	11,77
Enero	0,75	4,30	14,56
Febrero	0,92	4,65	14,00
Marzo	0,85	4,63	13,54
Abril	0,62	4,40	14,96
Mayo	0,15	3,48	14,20
Junio	0,00	2,05	12,60
Julio	0,08	0,39	10,70
Agosto	0,00	0,10	8,80
Septiembre	0,07	0,07	7,47

**Tabla nº 11. Necesidades hídricas de la Laguna de Fuente de Piedra**

Dm <sup>3</sup>	Laguna de la Caldera		
	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	2,82	20,73	33,43
Noviembre	3,01	27,12	44,11
Diciembre	5,53	27,92	49,43
Enero	5,70	28,16	50,30
Febrero	7,00	34,65	50,58
Marzo	10,21	38,97	57,29
Abril	13,85	43,34	66,33
Mayo	15,47	45,76	59,03
Junio	5,85	37,61	51,03
Julio	1,64	33,34	46,15
Agosto	0,00	30,24	42,86
Septiembre	0,00	22,97	40,95

**Tabla nº 12. Necesidades hídricas de la Laguna de la Caldera**

c.s.n.m. (m)	Turberas de Padul		
	Año húmedo y medio	Año seco	Sequía prolongada
Octubre	773,6	772,6	771,6
Noviembre	773,6	772,6	771,6
Diciembre	774,0	773,0	772,0
Enero	774,0	773,0	772,0
Febrero	774,0	773,0	772,0
Marzo	773,7	772,7	771,7
Abril	773,7	772,7	771,7
Mayo	773,7	772,7	771,7
Junio	773,4	772,4	771,4
Julio	773,4	772,4	771,4
Agosto	773,4	772,4	771,4
Septiembre	773,6	772,6	771,6

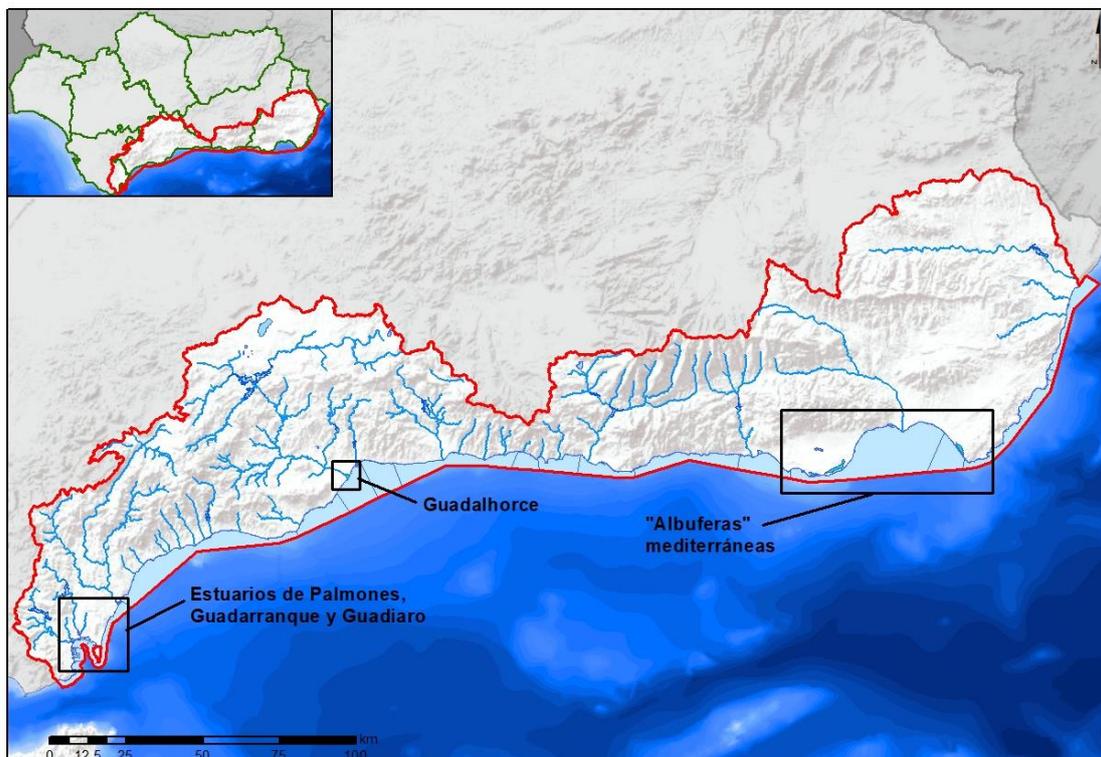
**Tabla nº 13. Necesidades hídricas de las Turberas de Padul**

Calado (cm)	Albufera Honda de Adra		
	Año seco	Año medio	Año húmedo
Octubre	167-127	171-143	227-194
Noviembre	185-151	227-204	263-235
Diciembre	188-155	256-226	295-273
Enero	206-174	260-232	340-325
Febrero	214-183	280-256	337-319
Marzo	231-202	274-248	326-310
Abril	229-196	282-263	329-317
Mayo	211-174	274-247	315-301
Junio	183-144	258-218	299-279
Julio	150-108	234-188	278-250
Agosto	122-82	206-160	253-217
Septiembre	123-82	187-146	235-196

**Tabla nº 14. Necesidades hídricas de la Albufera Honda de Adra**

### 6.3 RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN LAS AGUAS DE TRANSICIÓN

En este apartado incluye un análisis de los diferentes ámbitos estuarinos y zonas de marisma definidas en la demarcación (Figura nº 18), que requieren un estudio del régimen de caudales ecológicos.



**Figura nº 18. Ámbitos estuarinos y zonas de marismas**

En primer lugar, se realizó un análisis del aporte de agua dulce que recibe cada uno de estos ámbitos por parte de las aguas continentales. Así, en los casos en los que alguno de los ámbitos reciba de forma muy esporádica aportes de agua dulce, de manera, que la dinámica dominante en el mismo sea la marina la mayor parte del tiempo, no se considera necesario la estimación del régimen de caudales ecológicos puesto que el aporte fluvial no determina, en ningún caso, la dinámica natural del sistema.

Con el fin de conocer la dinámica dominante en las masas de agua de transición andaluzas, se identificaron los aportes de agua dulce que reciben de continentales cada uno de los ámbitos y se estudiaron los datos de salinidad disponibles procedentes de las estaciones de control de calidad de las aguas litorales de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.

Además, se analizó la regulación que sufre cada uno de los ámbitos, considerándose innecesario el análisis de caudales ecológicos en aquellas masas donde el régimen actual es similar al natural.

A continuación, se resumen las conclusiones del análisis realizado, que se sintetiza en la Tabla nº 15:

- El **estuario del río Palmones** y su marisma asociada, que recibe aportes del río Palmones (regulado) y en menor medida del Guadacortes, muestra gran variabilidad en los datos de salinidad registrados.
- Igualmente ocurre con el **estuario del río Guadarranque**, donde los valores de salinidad registrados son muy variables. Los principales aportes que recibe este estuario son del río Guadarranque, que está regulado, y del arroyo Madre Vieja.
- El **río Guadiaro**, cuya cuenca no está regulada, presenta, como ocurre en los pequeños estuarios comentados anteriormente, valores de salinidad muy variados en su tramo estuarino. El río sufre, aparte de diferentes captaciones en su curso, una importante detracción de caudal para el trasvase Guadiaro-Majaceite. No obstante, la alteración que suponen no es comparable a los efectos producidos por una infraestructura de regulación.
- En el caso la **desembocadura del río Guadalhorce**, la zona abarca una serie de lagunas de variadas características morfológicas y morfométricas y que se mantienen permanentemente inundadas por afloramiento de aguas subterráneas asociadas al acuífero detrítico del delta y su cauce fluvial (el río Guadalhorce). El hidoperíodo de este complejo está relacionado con el régimen micromareal y las infiltraciones del río, al ser el acuífero que las alimenta un acuífero costero. La salinidad de las aguas en las distintas lagunas de este complejo varía en función de su situación relativa respecto al litoral y al río.
- Los **Charcones de Punta Entinas** constituyen un humedal de aguas salobres que reciben también aportes endorreicos subterráneos e infiltraciones marinas. El aporte de escorrentía superficial es escaso, ya que su cuenca está poco jerarquizada por la escasa pendiente y la alteración morfológica provocada por la construcción de invernaderos.

- La **Salina de los Cerrillos** abarca una serie de terrenos inundables que reciben también aportes endorreicos subterráneos e infiltraciones marinas. La masa contiene una salina que ocupa casi toda su superficie, actualmente sin explotar, a la que se bombeaba agua directamente del mar.
- Finalmente, la situación litoral de las **Salinas de Cabo de Gata**, en una cota inferior a la del mar, es su característica hidrográfica más relevante, permitiendo la entrada directa de agua marina por gravedad y dirigida por los vientos dominantes de poniente.

Masa de agua		Modificada regulación	Masa continental aguas arriba	Embalse aguas arriba
Código	Nombre			
ES060MSPF610027	Estuario del Guadalranque	Si	ES060MSPF0611130 Bajo Guadalranque ES060MSPF0611120 La Madre Vieja	Embalse de Guadalranque
ES060MSPF610028	Estuario del Guadiaro	No	ES060MSPF0612062 Bajo Guadiaro	No
ES060MSPF610029	Marismas del Palmones	Si	ES060MSPF0611050 Bajo Palmones ES060MSPF0611060 Guadacortes	Embalse de Charco Redondo
ES060MSPF610033	Charcones de Punta Entinas	No	No	No
ES060MSPF610034	Salinas de los Cerrillos	No	No	No
ES060MSPF610035	Albufera del Cabo de Gata	No	No	No
ES060MSPF610036	Desembocadura del Guadalhorce	No	ES060MSPF0614220 Desembocadura del Guadalhorce	Embalses del Guadalhorce, muy aguas arriba de la zona estuarina

**Tabla nº 15. Resumen del análisis de ámbitos estuarinos y zonas de marismas**

Los humedales Charcones de Punta Entinas, Salinas de los Cerrillos y Albufera del Cabo de Gata son, por tanto, principalmente salinos, recibiendo escasos aportes de agua dulce.

A la vista de lo anterior, se resumen en la Tabla nº 16 las masas de agua de transición de la DHCMA que finalmente requerirían un análisis del régimen de caudales ecológicos.

Masa de agua	
Código	Nombre
610029	Marismas del Palmones
610027	Estuario del Guadalranque
610028	Estuario del Guadiaro
610036	Desembocadura del Guadalhorce

**Tabla nº 16. Masas de agua de transición que requieren un análisis del régimen de caudales ecológicos**

Como se ha comentado, las “albuferas” mediterráneas Salina de los Cerrillos, Charcones de Punta Entinas y la albufera de Cabo de Gata son zonas de transición donde no se considera oportuno el planteamiento de un posible cálculo de régimen de caudales ecológicos por las razones ya expuestas.



Por otra parte, respecto al resto de estuarios definidos en la demarcación en los que sí se requeriría un régimen de caudales ecológicos, los modelos necesarios, además de altamente complejos, son muy exigentes en cuanto al número de datos que requieren, frecuencia, grado de detalle y exactitud. Actualmente, los ámbitos definidos no cuentan los datos suficientes para la aplicación de los modelos (datos de marea, batimetría, avance de la cuña salina, etc.).

A lo largo del presente ciclo de planificación se procederá a la mejora de la información y la metodología para la determinación de los caudales mínimos para las masas de agua de transición señaladas.



## 7 PROCESO DE CONCERTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

La implantación de los caudales ecológicos debe desarrollarse conforme a un proceso específico de concertación que tenga en cuenta los usos y demandas actualmente existentes y su régimen concesional, así como las buenas prácticas, de modo que se puedan conciliar los requerimientos ambientales con los usos dentro de cada masa de agua.

El proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos tiene como objetivos:

- Valorar su integridad hidrológica y ambiental.
- Analizar la viabilidad técnica, económica y social de su implantación efectiva.
- Proponer un plan de implantación y gestión adaptativa.

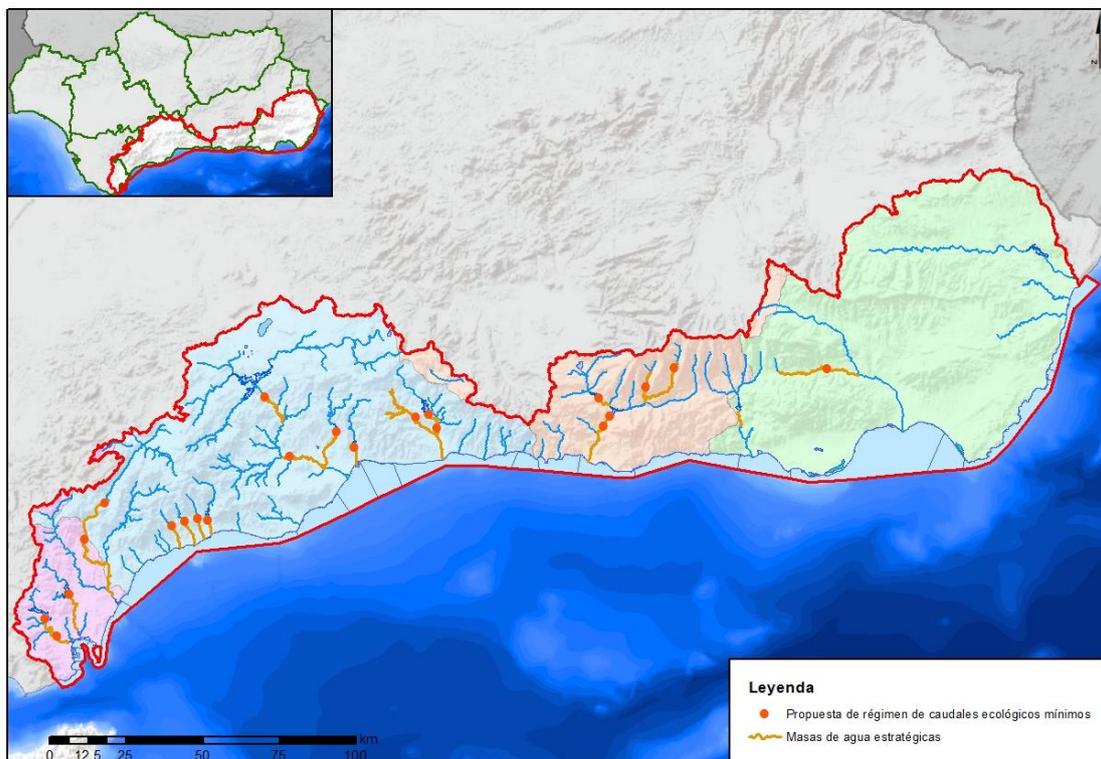
La dificultad del proceso es evidente y exige un tratamiento específico, caso a caso, dentro de los procesos de información, consulta pública y participación pública activa, en el que también se ha de poner de manifiesto la necesidad de buscar la compatibilidad para la consecución de los objetivos de planificación establecidos en la legislación de aguas, así como las diferentes oportunidades espaciales y temporales que quepa concebir en cada caso particular. En los casos más complejos, son necesarias mesas de negociación directa con todos los agentes involucrados, tanto de forma sectorial como en un tratamiento conjunto.

En esta fase se realizó, tal y como se ha comentado en los apartados anteriores, una selección de las masas estratégicas, que son aquellas en las que se ha desarrollado el proceso de concertación. En la Tabla nº 17 se recoge el listado de dichas masas y en la Figura nº 19 un mapa de su situación.

Subsistema	Masa de agua		Lugar
	Código	Nombre	
I-1	ES060MSPF0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo
	ES060MSPF0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Agua abajo de los afluentes Presa de Guadarranque
I-2	ES060MSPF0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras (EA 6033)
	ES060MSPF0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)
I-3	ES060MSPF0613062	Bajo Guadalmanza	Tras trasvase
	ES060MSPF0613072Z	Bajo Guadalmina	Tras trasvase
	ES060MSPF0613092Z	Bajo Guadaiza	Tras trasvase
	ES060MSPF0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción
I-4	ES060MSPF0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada
	ES060MSPF0614210	Bajo Guadalhorce	Azud de Aljaima
	ES060MSPF0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola
	ES060MSPF0614250	Bajo Guadalmedina	Presa del Limonero
II-1	ES060MSPF0621060	Benamargosa	Salto del Negro (EA 6047)
	ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela
	ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	A. abajo de los afluentes de la M.I.

Subsistema	Masa de agua		Lugar
	Código	Nombre	
III-2	ES060MSPF0632040A	Medio Trevélez	Azud Trevélez
	ES060MSPF0632040B	Medio y Bajo Poqueira	Central Pampaneira
	ES060MSPF0632130A	Izbor entre Béznar y Rules	Presas de Béznar
	ES060MSPF0632150A	Bajo Guadalfeo	Presas de Rules Azud de Vélez
III-4	ES060MSPF0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presas de Benínar
IV-1	ES060MSPF0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar (EA 6024)

**Tabla nº 17. Masas de agua estratégicas para el proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos**



**Figura nº 19. Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos**

Coincidiendo con el periodo de consulta pública del Plan Hidrológico del ciclo 2009-2015, y con la finalidad de concertar el régimen de caudales ecológicos en la demarcación, se realizaron 7 jornadas de trabajo, una interna, con responsables de la Administración, y otras 6 con los afectados en cada sistema de explotación.

El proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos se resume en el Anejo XI (Participación Pública) del Plan Hidrológico del ciclo 2009-2015 y se detalla en el trabajo “Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas” (Consejería de Medio Ambiente, 2011).

## 8 REGIONALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS A LA TOTALIDAD DE LAS MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA RÍO

Tal y como se indica en el apartado 3.4.1.2. de la IPHA, el ámbito espacial para la caracterización del régimen de caudales ecológicos se extenderá a todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría de río.

En la regionalización de resultados a la totalidad de masas de agua de la categoría río se ha tenido en cuenta la clasificación por tipos hidrológicos o hidrorregiones en las que se encuadran, y se han aplicado de forma proporcional los resultados obtenidos en los estudios técnicos siguiendo esta clasificación.

En la Figura nº 20 se incluye un mapa con la clasificación por tipos empleada para la regionalización de resultados.

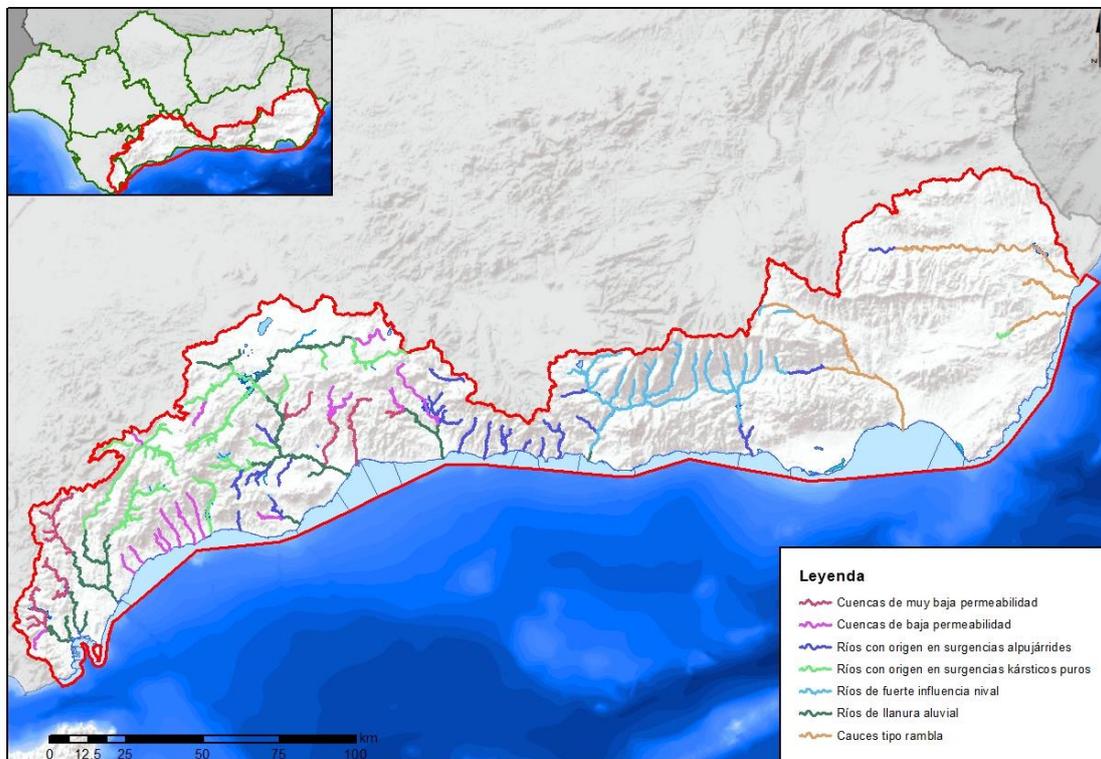


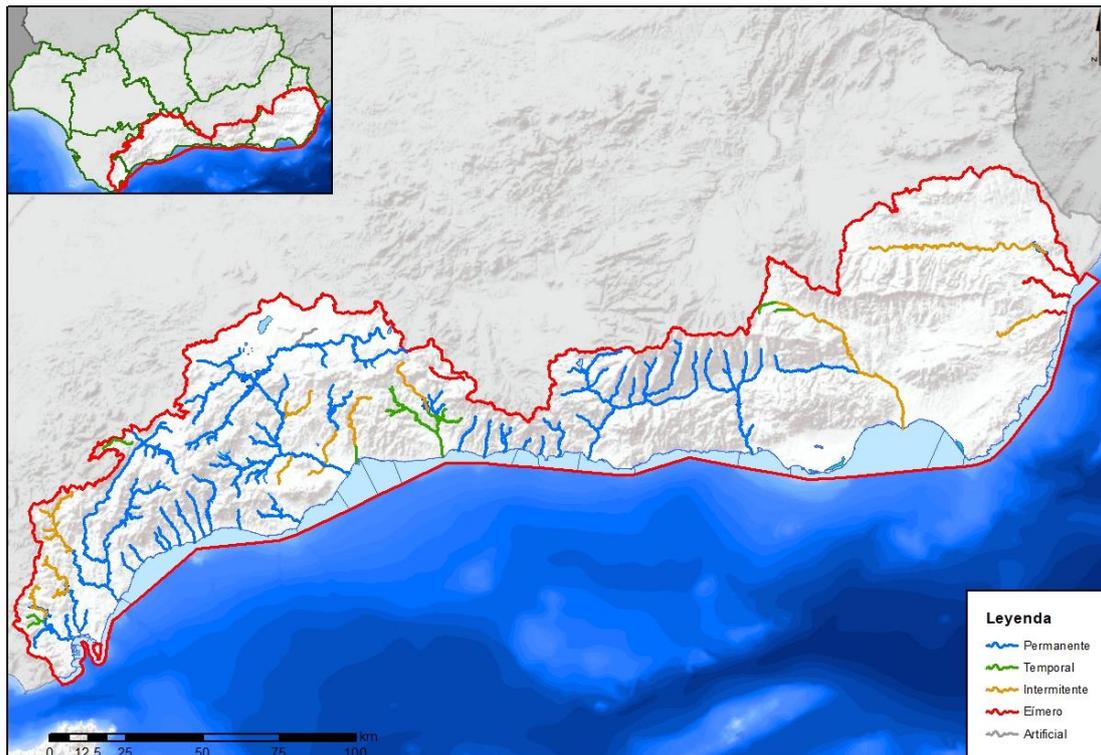
Figura nº 20. Clasificación por tipos hidrológicos

También se tuvo en cuenta el carácter permanente o temporal de las masas de agua de la categoría río, para lo que se han clasificado las mismas en los cuatro tipos que recoge la IPHA:

- Ríos permanentes: cursos fluviales que en, régimen natural, presentan agua fluyendo, de manera habitual, durante todo el año en su cauce.
- Ríos temporales o estacionales: cursos fluviales que, en régimen natural, presentan una marcada estacionalidad, caracterizada por presentar bajo caudal o permanecer secos en verano, fluyendo agua, al menos, durante un periodo medio de 300 días al año.

- Ríos intermitentes o fuertemente estacionales: cursos fluviales que, en régimen natural, presentan una elevada temporalidad, fluyendo agua durante un periodo medio comprendido entre 100 y 300 días al año.
- Río efímeros: cursos fluviales en los que, en régimen natural, tan sólo fluye agua superficialmente de manera esporádica, en episodios de tormenta, durante un periodo medio inferior a 100 días al año.

En la Figura nº 21 se incluye un mapa con la clasificación de los ríos de la DHCMA según su carácter permanente o temporal.



**Figura nº 21. Clasificación de los ríos según su carácter permanente o temporal**

Hay que destacar que el carácter de intermitente o efímero de la mayoría de las masas de la parte oriental de la demarcación (subsistemas IV-1, V-1 y V-2) viene determinado, no por el caudal que circularía en condiciones naturales, sino por la morfología actual de los cauces.

Para la regionalización se partió de los resultados obtenidos para las masas estratégicas, tanto por métodos hidrológicos como por modelización del hábitat. Además, se contaba con los resultados por métodos hidrológicos y de modelización del hábitat del resto de masas en las que se realizaron estos trabajos, y para las que la propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos se hizo siguiendo la metodología general empleada en las masas estratégicas, ya expuesta en el apartado 5.1.3 de este Anejo. Por último, en el resto de las masas se partió de los resultados por métodos hidrológicos, que se compararon y, según el caso, ajustaron a los resultados obtenidos mediante modelización de hábitat extrapolados a la masa en cuestión.

En el presente ciclo de planificación hidrológica, esta regionalización se ha extendido, siguiendo la misma metodología, a las nuevas masas de agua de la categoría río resultantes de los cambios introducidos en su delimitación. Del mismo modo, se ha incorporado un régimen de caudales ecológicos mínimos en la masa de agua ES060MSPF0634070A Adra entre presa y Fuentes de Marbella, en la presa de Benínar, para la que los trabajos planificados de ampliación de la capacidad de desagüe del aliviadero permitirán retomar al menos la cota 342 en incrementar la capacidad actual del embalse. En su definición se ha tenido en cuenta su condición de masa de agua muy alterada hidrológicamente.

En resumen, la extensión de las determinaciones a todas las masas de agua a partir de las obtenidas en las estrategias se ha llevado a cabo con el apoyo de la clasificación por tipos hidrológicos o hidrorregiones y los estudios por métodos hidrológicos y de modelización del hábitat que se han efectuado en las distintas masas.

En la Tabla nº 18 se recoge la propuesta de régimen de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río que no son embalses ni masas de agua artificiales de la DHCMA, en la que aparecen sombreadas en azul las propuestas de las masas estratégicas, y en verde las de otras masas de agua que cuentan con resultados de modelización de hábitat.

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m³/s)													
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
ES060MSPF0611010	Alto Palmones	Charco Redondo (EA 6083)	0,016	0,154	0,268	0,186	0,141	0,103	0,079	0,023	0,006	0,000	0,000	0,000	0,08	23%
ES060MSPF0611030	Valdeinfierno-La Hoya	Fin masa	0,175	0,465	0,806	0,506	0,454	0,200	0,140	0,043	0,001	0,001	0,001	0,007	0,23	29%
ES060MSPF0611040	Raudal	Fin masa	0,194	0,498	0,901	0,539	0,500	0,272	0,222	0,096	0,015	0,003	0,001	0,001	0,27	36%
ES060MSPF0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	0,040	0,130	0,362	0,267	0,214	0,166	0,111	0,064	0,032	0,032	0,032	0,032	0,12	12%
		Aguas abajo afluentes	0,317	0,547	0,883	0,687	0,625	0,463	0,378	0,246	0,080	0,080	0,080	0,080	0,37	14%
		Fin masa	0,350	0,713	1,177	0,822	0,811	0,528	0,406	0,247	0,080	0,080	0,080	0,080	0,45	12%
ES060MSPF0611060	Guadacortes	Fin masa	0,025	0,044	0,060	0,056	0,042	0,037	0,031	0,023	0,010	0,007	0,006	0,006	0,03	14%
ES060MSPF0611080	Alto Guadarranque	Fin masa	0,078	0,177	0,530	0,378	0,318	0,250	0,140	0,080	0,021	0,003	0,000	0,000	0,16	19%
ES060MSPF0611100	Los Codos	Fin masa	0,042	0,095	0,284	0,202	0,170	0,134	0,075	0,043	0,011	0,002	0,000	0,000	0,09	19%
ES060MSPF0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	0,045	0,080	0,300	0,230	0,188	0,146	0,080	0,060	0,045	0,045	0,045	0,045	0,11	7%
ES060MSPF0611120	La Madre Vieja	Fin masa	0,045	0,077	0,095	0,090	0,081	0,074	0,065	0,060	0,034	0,026	0,021	0,017	0,06	15%
ES060MSPF0612010A	Alto Guadalquivir	Molino del Cojo (EA 6029)	0,090	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,12	38%
ES060MSPF0612010B	Cabecera Guadiaro	Montejaque (EA 6105)	0,140	0,200	0,270	0,380	0,380	0,400	0,350	0,310	0,260	0,200	0,130	0,120	0,26	26%
ES060MSPF0612020	Gaduarez	Fin masa	0,150	0,400	0,500	0,660	0,480	0,550	0,430	0,340	0,180	0,130	0,060	0,040	0,33	23%
ES060MSPF0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Buitreras (EA 6033)	0,650	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	1,04	13%
ES060MSPF0612040A	Alto Genal	Puente Jubrique (EA 6058)	0,270	0,440	0,610	1,040	0,890	0,620	0,550	0,450	0,360	0,300	0,230	0,180	0,49	29%
		Gaucín	0,550	1,150	1,590	1,600	1,550	1,080	0,890	0,750	0,510	0,370	0,310	0,300	0,89	28%
ES060MSPF0612040B	Bajo Genal	Fin masa	0,700	1,400	1,860	1,960	1,820	1,250	1,060	0,840	0,550	0,390	0,320	0,340	1,04	28%
ES060MSPF0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera (EA 6028)	0,242	0,398	0,600	0,543	0,468	0,431	0,369	0,306	0,090	0,000	0,000	0,000	0,29	13%
ES060MSPF0612050B	Bajo Hozgarganta	Fin masa	0,295	0,505	0,841	0,714	0,585	0,503	0,377	0,233	0,084	0,028	0,017	0,019	0,35	11%
ES060MSPF0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras (EA 6033)	0,650	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	1,04	13%
ES060MSPF0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)	0,630	1,500	2,000	1,950	1,770	1,310	1,160	0,900	0,600	0,410	0,310	0,300	1,07	9%
		San Martín del Tesorillo (EA 6116)	0,740	2,400	3,500	3,400	3,000	2,000	1,710	1,330	0,690	0,400	0,260	0,250	1,64	14%
ES060MSPF0613010	Alto Manilva	Fin masa	0,053	0,109	0,129	0,122	0,101	0,083	0,073	0,060	0,041	0,032	0,029	0,029	0,07	29%
ES060MSPF0613020	Bajo Manilva	Fin masa	0,057	0,119	0,141	0,133	0,110	0,090	0,080	0,065	0,045	0,035	0,032	0,032	0,08	29%

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m³/s)													
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
ES060MSPF0613030	Vaquero	Fin masa	0,057	0,117	0,139	0,131	0,109	0,089	0,079	0,065	0,044	0,035	0,031	0,032	0,08	29%
ES060MSPF0613040	Padrón	Fin masa	0,053	0,110	0,131	0,124	0,102	0,084	0,074	0,061	0,041	0,033	0,029	0,030	0,07	29%
ES060MSPF0613050	Castor	Fin masa	0,047	0,097	0,115	0,109	0,090	0,074	0,065	0,054	0,036	0,029	0,026	0,026	0,06	29%
ES060MSPF0613061	Alto Guadalmanza	Fin masa	0,130	0,260	0,300	0,290	0,240	0,190	0,180	0,160	0,150	0,090	0,070	0,080	0,18	31%
ES060MSPF0613062	Bajo Guadalmanza	Presa derivación	0,130	0,260	0,300	0,290	0,240	0,190	0,180	0,160	0,150	0,090	0,070	0,080	0,18	31%
		Fin masa	0,160	0,330	0,380	0,370	0,310	0,240	0,200	0,160	0,120	0,100	0,090	0,090	0,21	29%
ES060MSPF0613071	Alto Guadalmina	Fin masa	0,140	0,290	0,340	0,330	0,270	0,220	0,200	0,180	0,170	0,110	0,090	0,090	0,20	31%
ES060MSPF0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Presa derivación	0,140	0,290	0,340	0,330	0,270	0,220	0,200	0,180	0,170	0,110	0,090	0,090	0,20	31%
		Fin masa	0,190	0,390	0,450	0,430	0,380	0,280	0,240	0,190	0,130	0,110	0,100	0,110	0,25	30%
ES060MSPF0613091	Alto Guadaiza	Fin masa	0,100	0,210	0,260	0,240	0,200	0,170	0,150	0,140	0,140	0,090	0,070	0,070	0,15	32%
ES060MSPF0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Presa derivación	0,100	0,210	0,260	0,240	0,200	0,170	0,150	0,140	0,140	0,090	0,070	0,070	0,15	32%
		Fin masa	0,120	0,270	0,310	0,290	0,240	0,190	0,170	0,140	0,100	0,080	0,070	0,080	0,17	31%
ES060MSPF0613110	Cabecera Verde de Marbella	Fin masa	0,110	0,170	0,260	0,210	0,200	0,200	0,180	0,130	0,100	0,080	0,060	0,060	0,15	23%
ES060MSPF0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Fin masa	0,290	0,490	0,700	0,560	0,550	0,510	0,430	0,330	0,240	0,190	0,150	0,160	0,38	23%
ES060MSPF0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción	0,150	0,280	0,400	0,360	0,340	0,330	0,260	0,190	0,150	0,150	0,150	0,150	0,24	11%
		Fin masa	0,150	0,280	0,400	0,360	0,340	0,330	0,260	0,190	0,150	0,150	0,150	0,150	0,24	11%
ES060MSPF0613150	Real	Fin masa	0,032	0,083	0,091	0,064	0,058	0,046	0,029	0,017	0,012	0,009	0,009	0,011	0,04	14%
ES060MSPF0613160	Alto y Medio Fuengirola	Confluencia Alaminos y Ojén	0,072	0,108	0,153	0,132	0,110	0,088	0,063	0,040	0,023	0,017	0,017	0,028	0,07	9%
ES060MSPF0613170	Bajo Fuengirola	Fin masa	0,078	0,119	0,167	0,144	0,122	0,098	0,072	0,046	0,028	0,020	0,019	0,030	0,08	9%
ES060MSPF0614021A	Cabecera del Guadalhorce	Fin masa	0,041	0,062	0,096	0,101	0,092	0,079	0,059	0,052	0,041	0,030	0,029	0,035	0,06	16%
ES060MSPF0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla (EA 6091)	0,180	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,22	9%
ES060MSPF0614021C	Marín (Alto Guadalhorce)	Fin masa	0,024	0,052	0,115	0,136	0,120	0,096	0,061	0,055	0,041	0,032	0,031	0,027	0,07	16%
ES060MSPF0614022	La Villa	Fin masa	0,040	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,05	28%
ES060MSPF0614040A	Serrato	Fin masa	0,126	0,182	0,251	0,209	0,143	0,113	0,100	0,054	0,020	0,009	0,011	0,030	0,10	22%
ES060MSPF0614040B	Guadalteba	Teba (EA 6093)	0,190	0,300	0,390	0,420	0,450	0,370	0,310	0,250	0,180	0,140	0,130	0,150	0,27	22%

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m <sup>3</sup> /s)													
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
ES060MSPF0614050	La Venta	Fin masa (a. ab. Manantial Torrox)	0,031	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,031	0,031	0,031	0,031	0,04	7%
ES060MSPF0614070A	Alto Turón	Fin masa	0,171	0,204	0,266	0,200	0,153	0,131	0,119	0,070	0,032	0,021	0,029	0,038	0,12	22%
ES060MSPF0614070B	Medio Turón	Ardales (EA 6011)	0,186	0,340	0,553	0,538	0,570	0,424	0,324	0,237	0,132	0,069	0,056	0,065	0,29	22%
ES060MSPF0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aguas abajo presas Guadalhorce	0,470	0,590	0,750	0,800	0,790	0,730	0,640	0,570	0,450	0,320	0,300	0,330	0,56	13%
ES060MSPF0614100	Piedras	Fin masa	0,030	0,127	0,141	0,136	0,124	0,066	0,049	0,040	0,030	0,028	0,026	0,024	0,07	23%
ES060MSPF0614110	Jévar	Fin masa	0,011	0,086	0,127	0,140	0,093	0,037	0,023	0,023	0,010	0,007	0,005	0,005	0,05	13%
ES060MSPF0614120	Las Cañas	Zalea (EA 6064)	0,019	0,061	0,069	0,085	0,072	0,038	0,036	0,027	0,018	0,006	0,006	0,007	0,04	11%
ES060MSPF0614130	Casaronela	Molino Garrido (EA 6063)	0,022	0,052	0,069	0,064	0,060	0,049	0,037	0,032	0,020	0,012	0,010	0,011	0,04	11%
ES060MSPF0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Las Millanas (EA 6035)	0,390	0,630	0,690	0,660	0,690	0,580	0,520	0,440	0,330	0,270	0,240	0,240	0,47	26%
		Cerro Blanco	0,560	1,010	1,130	1,090	1,090	0,850	0,720	0,590	0,430	0,350	0,310	0,330	0,71	24%
ES060MSPF0614140B	Pereilas	Fin masa	0,071	0,113	0,125	0,118	0,110	0,095	0,080	0,066	0,054	0,045	0,040	0,042	0,08	13%
ES060MSPF0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Fin masa	0,700	1,320	1,520	1,490	1,470	1,140	0,950	0,790	0,610	0,500	0,450	0,450	0,95	24%
ES060MSPF0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presas de La Encantada	0,470	0,590	0,750	0,800	0,790	0,730	0,640	0,570	0,450	0,320	0,300	0,330	0,56	13%
ES060MSPF0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Puente Coronado (EA 6077)	0,390	0,520	0,700	0,790	0,800	0,610	0,490	0,470	0,390	0,290	0,280	0,290	0,50	10%
ES060MSPF0614160	Fahala	Fin masa	0,002	0,050	0,066	0,073	0,061	0,032	0,009	0,007	0,006	0,004	0,003	0,002	0,03	10%
ES060MSPF0614170	Breña Higuera	Fin masa	0,005	0,018	0,034	0,037	0,033	0,017	0,010	0,013	0,007	0,006	0,005	0,004	0,02	9%
ES060MSPF0614180	Alto Campanillas	Los Llanes (EA 6021)	0,040	0,077	0,127	0,109	0,096	0,066	0,051	0,043	0,027	0,022	0,021	0,022	0,06	13%
ES060MSPF0614200	Bajo Campanillas	Presas de Casasola	0,020	0,050	0,090	0,080	0,070	0,060	0,050	0,040	0,025	0,020	0,020	0,020	0,05	10%
ES060MSPF0614210	Bajo Guadalhorce	Tras confluencia Grande	0,650	0,850	1,270	1,580	1,600	1,050	0,800	0,730	0,630	0,560	0,550	0,550	0,90	10%
ES060MSPF0614220	Desembocadura Guadalhorce	A. abajo Campanillas y Breña H.	0,720	0,920	1,430	1,780	1,750	1,120	0,840	0,780	0,650	0,580	0,580	0,590	0,98	9%
ES060MSPF0614230	Alto y Medio Guadalmedina	Casabermeja (EA 6022)	0,011	0,044	0,111	0,104	0,078	0,069	0,044	0,028	0,008	0,002	0,001	0,002	0,04	24%
ES060MSPF0614250	Bajo Guadalmedina	Presas El Limonero	0,019	0,041	0,044	0,070	0,056	0,043	0,043	0,026	0,012	0,010	0,010	0,010	0,03	8%
ES060MSPF0621010	Alto y Medio Guaro	Alfarnatejo (EA 6013)	0,007	0,029	0,071	0,081	0,046	0,044	0,028	0,016	0,002	0,000	0,000	0,000	0,03	15%

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m³/s)													
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
ES060MSPF0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela (EA 6015)	0,013	0,066	0,068	0,053	0,071	0,073	0,045	0,033	0,011	0,004	0,002	0,002	0,04	16%
		Los González (EA 6016)	0,022	0,039	0,042	0,043	0,044	0,042	0,035	0,034	0,020	0,014	0,011	0,010	0,03	17%
ES060MSPF0621040	Almanchares	Pasada Granadillos (EA 6017)	0,014	0,016	0,012	0,017	0,022	0,024	0,021	0,015	0,006	0,001	0,000	0,003	0,01	16%
ES060MSPF0621050	Rubite	Hoya del Bujo (EA 6018)	0,014	0,045	0,051	0,052	0,054	0,049	0,037	0,021	0,007	0,002	0,000	0,001	0,03	15%
ES060MSPF0621060	Benamargosa	Salto del Negro (EA 6047)	0,050	0,248	0,389	0,450	0,437	0,355	0,280	0,223	0,191	0,069	0,031	0,015	0,23	33%
ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	0,061	0,185	0,370	0,198	0,179	0,204	0,178	0,223	0,107	0,000	0,000	0,000	0,14	9%
		Aguas abajo afluentes MI	0,150	0,267	0,450	0,324	0,302	0,298	0,251	0,265	0,150	0,026	0,005	0,010	0,21	9%
ES060MSPF0622010Z	La Madre	Azud de derivación	0,032	0,070	0,082	0,070	0,068	0,065	0,060	0,051	0,045	0,039	0,034	0,029	0,05	17%
ES060MSPF0623010	Algarrobo	La Umbría (EA 6020)	0,039	0,070	0,085	0,062	0,078	0,058	0,046	0,035	0,019	0,012	0,013	0,022	0,04	16%
ES060MSPF0623020	Torrox	Fin masa	0,050	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,06	15%
ES060MSPF0623030	Chíllar	Vegueta de la Grama	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,03	22%
		Fin masa	0,067	0,089	0,086	0,075	0,072	0,072	0,071	0,062	0,057	0,057	0,059	0,060	0,07	17%
ES060MSPF0631010	La Miel	Fin masa	0,015	0,031	0,035	0,028	0,025	0,021	0,019	0,013	0,009	0,005	0,004	0,005	0,02	16%
ES060MSPF0631020	Jate	Fin masa	0,021	0,049	0,047	0,034	0,025	0,022	0,019	0,012	0,006	0,003	0,002	0,005	0,02	16%
ES060MSPF0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázulas (EA 6052)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,10	22%
ES060MSPF0631040	Bajo Verde Almuñécar	Fin masa	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,05	6%
ES060MSPF0632010	Alto Guadalfeo	Narila (EA 6010)	0,085	0,136	0,179	0,184	0,169	0,168	0,182	0,168	0,103	0,038	0,015	0,032	0,12	30%
ES060MSPF0632020	Alto Trevélez	Fin masa	0,290	0,340	0,390	0,380	0,390	0,400	0,430	0,470	0,460	0,300	0,220	0,210	0,36	32%
ES060MSPF0632030	Alto Poqueira	Fin masa	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,35	48%
ES060MSPF0632040A	Medio Trevélez	Azud Trevélez (EA 6103)	0,200	0,200	0,390	0,380	0,390	0,400	0,430	0,470	0,460	0,200	0,200	0,200	0,33	29%
ES060MSPF0632040B	Medio y Bajo Poqueira	Central Pampaneira (EA 6055)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,50	50%
ES060MSPF0632040C	Bajo Trevélez	Fin masa	0,059	0,737	0,803	0,760	0,778	0,799	0,876	0,957	0,910	0,599	0,446	0,412	0,72	34%
ES060MSPF0632050	Chico de Órgiva	Fin masa	0,044	0,062	0,073	0,068	0,068	0,063	0,060	0,082	0,068	0,034	0,027	0,029	0,06	27%
ES060MSPF0632060A	Guadalfeo Cádiar-Trevélez	Fin masa	0,190	0,280	0,360	0,370	0,310	0,280	0,300	0,250	0,130	0,080	0,060	0,110	0,23	32%
ES060MSPF0632060B	Medio Guadalfeo	Puente de Órgiva (EA 6101)	0,420	0,520	0,570	0,560	0,560	0,580	0,610	0,650	0,610	0,420	0,310	0,300	0,51	20%
ES060MSPF0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,21	50%

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m <sup>3</sup> /s)													
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
ES060MSPF0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	Restábal (EA 6098)	0,300	0,370	0,430	0,450	0,470	0,410	0,380	0,440	0,370	0,220	0,140	0,200	0,35	22%
ES060MSPF0632080B	Albuñuelas	Fin masa	0,043	0,074	0,092	0,095	0,085	0,076	0,072	0,064	0,060	0,054	0,049	0,043	0,07	17%
ES060MSPF0632090	Torrente	Fin masa	0,055	0,077	0,091	0,084	0,084	0,079	0,074	0,102	0,085	0,042	0,033	0,036	0,07	27%
ES060MSPF0632110	Alto y Medio Lanjarón	Fin masa	0,064	0,090	0,105	0,098	0,098	0,092	0,086	0,119	0,099	0,049	0,039	0,042	0,08	27%
ES060MSPF0632120	Bajo Lanjarón	Lanjarón (EA 6097)	0,064	0,090	0,105	0,098	0,098	0,092	0,086	0,119	0,099	0,049	0,039	0,042	0,08	27%
ES060MSPF0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	0,200	0,230	0,250	0,250	0,260	0,260	0,240	0,250	0,230	0,160	0,130	0,160	0,22	11%
ES060MSPF0632140	La Toba	Puente Guájjar-Fondón (EA 6114)	0,087	0,099	0,112	0,126	0,119	0,106	0,105	0,100	0,094	0,084	0,075	0,075	0,10	17%
ES060MSPF0632150A	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	0,520	0,700	0,800	0,780	0,780	0,770	0,780	0,900	0,820	0,460	0,300	0,310	0,66	11%
		Azud de Vélez	0,250	0,250	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,250	0,250	0,250	0,34	6%
ES060MSPF0632150B	Desembocadura Guadalfeo	Azud El Vínculo	0,150	0,150	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,150	0,150	0,150	0,24	4%
ES060MSPF0634010	Alto Alcolea	Fin masa	0,014	0,022	0,037	0,037	0,035	0,038	0,036	0,030	0,020	0,010	0,007	0,008	0,02	27%
ES060MSPF0634020	Alto Bayárcal	Fin masa	0,019	0,029	0,048	0,049	0,047	0,050	0,048	0,040	0,026	0,013	0,009	0,011	0,03	27%
ES060MSPF0634030	Alto Yátor	Fin masa	0,034	0,052	0,087	0,088	0,084	0,090	0,086	0,072	0,047	0,023	0,016	0,019	0,06	27%
ES060MSPF0634040	Alto Ugíjar	Nechite (EA 6104)	0,020	0,030	0,050	0,051	0,049	0,053	0,050	0,042	0,027	0,014	0,009	0,011	0,03	27%
ES060MSPF0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	El Esparragal	0,061	0,093	0,156	0,159	0,151	0,163	0,155	0,130	0,084	0,042	0,029	0,034	0,10	27%
ES060MSPF0634050B	Bajo Ugíjar	Las Tosquillas (EA 6005)	0,052	0,080	0,133	0,136	0,129	0,139	0,132	0,111	0,072	0,036	0,025	0,029	0,09	27%
ES060MSPF0634050C	Bajo Yátor	Olivarejo	0,056	0,086	0,144	0,147	0,139	0,151	0,143	0,120	0,078	0,039	0,027	0,032	0,10	27%
ES060MSPF0634060	Embalse de Benínar	Darrícal (EA 6069)	0,170	0,260	0,440	0,440	0,420	0,450	0,430	0,360	0,230	0,120	0,080	0,100	0,29	27%
ES060MSPF0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	0,099	0,112	0,130	0,131	0,129	0,131	0,129	0,123	0,109	0,089	0,080	0,084	0,112	10%
ES060MSPF0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella (EA 6009)	0,170	0,170	0,170	0,580	0,380	0,330	0,280	0,210	0,210	0,210	0,170	0,170	0,25	27%
ES060MSPF0634080	Chico de Adra	La Ventilla (EA 6048)	0,024	0,035	0,055	0,065	0,049	0,034	0,032	0,025	0,020	0,016	0,016	0,017	0,03	16%
ES060MSPF0634090	Bajo Adra	Fin masa	0,140	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,16	16%
ES060MSPF0641010	Alto Canjáyar	Fin masa	0,013	0,017	0,019	0,018	0,018	0,022	0,028	0,020	0,015	0,013	0,012	0,011	0,02	20%
ES060MSPF0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar (EA 6024)	0,049	0,062	0,067	0,066	0,070	0,082	0,100	0,067	0,051	0,045	0,041	0,040	0,06	20%
ES060MSPF0641025	Huéneja o Isfalada	Toma derivación	0,021	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,02	15%

Masa de agua		Lugar	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m <sup>3</sup> /s)														
Código	Nombre		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.	
ES060MSPF0641030	Alto y Medio Nacimiento	El Chono	0,060	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,08	8%
ES060MSPF0641035	Fiñana	Toma derivación	0,018	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,02	15%
ES060MSPF0641040	Bajo Nacimiento	Fin masa	0,040	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,05	5%
ES060MSPF0641050	Medio Andarax	A. arriba rambla de Tabernas	0,067	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,08	4%
ES060MSPF0641060Z	Bajo Andarax	A. abajo rambla de Tabernas	0,076	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,09	4%
ES060MSPF0651010Z	Alto y Medio Aguas	Fin masa	0,050	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,07	20%
ES060MSPF0651030	Bajo Aguas	Fin masa	0,004	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,03	7%
ES060MSPF0652010	Antas	Fin masa	0,012	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,02	11%
ES060MSPF0652020	Alto Almanzora	Cantoria (EA 6067)	0,120	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,16	11%
ES060MSPF0652040	Medio Almanzora	Fin masa	0,160	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,22	11%
ES060MSPF0652060	Bajo Almanzora	Presa de Cuevas de Almanzora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Sombreadas en azul las propuestas de las masas de agua estratégicas, y en verde las de otras masas que cuentan con resultados de modelización del hábitat.

**Tabla nº 18. Propuesta de régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua de la categoría río**

## 9 REPERCUSIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA

Es notorio el fuerte aprovechamiento del recurso hídrico en gran parte del territorio de la DHCMA. 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.

Al implementar un régimen de caudales ecológicos en las distintas masas de agua, y debido a su carácter de restricción (y no de uso), es probable que se deriven afecciones a los distintos usuarios (abastecimiento, regadío, energía, etc.) que utilizan este recurso. Es necesario analizar cada caso concreto, pues la casuística es muy diversa.

Las principales afecciones se derivarán de los caudales mínimos, aunque también procederán de los máximos, 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 dentro del proceso de concertación. En otros casos, en los cuales existe un fuerte aprovechamiento del recurso hídrico por determinados usos, 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.

En el Anejo VI Asignación y Reservas de Recursos a Usos del presente Plan Hidrológico se comprueban los efectos que tiene la implantación del régimen de caudales ecológicos sobre los niveles de garantía de las distintas unidades de demandas afectadas y compatibilidad con los usos existentes, utilizando modelos de simulación.



## 10 GLOSARIO DE ABREVIATURAS

CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

DHCMA Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

DMA Directiva Marco del Agua

HPU Hábitat Potencial Útil

IAHRIS Índices de Alteración Hidrológica en Ríos

IFIM *Instream Flow Incremental Methodology*

IPHA Instrucción de Planificación Hidrológica para las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía

LIC Lugares de Importancia Comunitaria

PES Plan Especial de Actuación en Situación de Alerta y Eventual Sequía

PHN Plan Hidrológico Nacional

RDPH Reglamento de Dominio Público Hidráulico

RPH Reglamento de Planificación Hidrológica

TRLA Texto Refundido de la Ley de Aguas





## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baeza, D. (2002). Caracterización del régimen de caudales en los ríos de la cuenca del Tajo, basado en su regionalización hidrobiológica. Universidad Politécnica de Madrid. ETSI de Montes. Tesis Doctoral.

Baeza D. y D. García de Jalón. (1999). Cálculo de caudales de mantenimiento en ríos de la cuenca del Tajo a partir de variables climáticas y de sus cuencas. *Limnetica* 16: 69-84.

CEDEX (2011). Mapa de caudales máximos. Memoria Técnica. CEDEX. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/memoria\\_tecnica\\_v2\\_junio2011\\_tcm30-214566.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/memoria_tecnica_v2_junio2011_tcm30-214566.pdf)

Consejería de Medio Ambiente (2006). Evaluación de la calidad ecológica del río Trevélez y determinación de sus caudales ecológicos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Consejería de Medio Ambiente (2011). Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset\\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/estudios-complementarios-sobre-caudales-ecol-c3-b3gicos-realizados-en-el-marco-de-la-planificaci-c3-b3n-hidrol-c3-b3gica-de-las-cuencas-mediterr-c3-a1/20151?categoryVal=](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/estudios-complementarios-sobre-caudales-ecol-c3-b3gicos-realizados-en-el-marco-de-la-planificaci-c3-b3n-hidrol-c3-b3gica-de-las-cuencas-mediterr-c3-a1/20151?categoryVal=)

García de Jalón, D., B. Gutiérrez, F. Martínez, M. Morillo, S. Baselga y D. Baeza (1997). Realización de la metodología de cálculo de aportaciones ambientales y caudales ecológicos mínimos en la cuenca hidrográfica del río Tajo. Informe técnico CEDEX. Madrid.

Martínez C. y J.A. Fernández (2010). IAHRIS 2.2 Índices de alteración hidrológica en ríos. Manual de referencia metodológica.

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

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008). Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos. Borrador sin publicar.

Palau, A., J. Alcázar, C. Alcácer y J. Roi (1998). Metodología de cálculo de regímenes de caudales y mantenimiento. Informe técnico para el CEDEX. Ministerio de Medio Ambiente.

Sánchez, R. y M.J. Viñals (2012). Manual para la determinación de las necesidades hídricas de los humedales. El contexto español. MAGRAMA. Disponible en: [https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_documento/necesidades\\_hidricas\\_humedales.pdf](https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/necesidades_hidricas_humedales.pdf)





**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura,  
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



**UNIÓN EUROPEA**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

