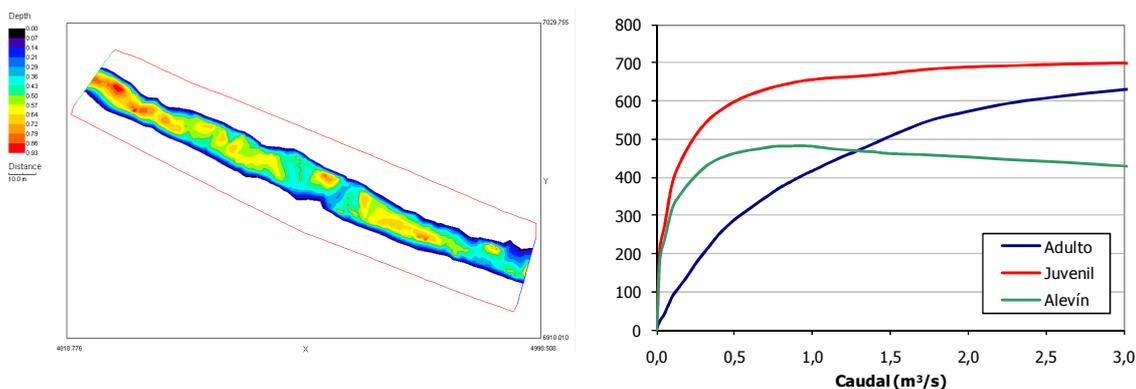


# Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

(Expte. 452/2008/G/00)



## ESTUDIO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN RÍOS



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

# **MEMORIA**

## **Estudio del régimen de caudales ecológicos en ríos**



# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO NORMATIVO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Texto Refundido de la Ley de Aguas .....	3
2.2. Reglamento de Planificación Hidrológica.....	4
2.3. Instrucción de Planificación Hidrológica.....	5
2.4. Ley de Aguas de Andalucía .....	6
<b>3. FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS</b> .....	<b>7</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>5. RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SITUACIONES ORDINARIAS</b> .....	<b>9</b>
5.1. Ámbito espacial .....	10
5.2. Componentes del régimen de caudales ecológicos .....	12
5.3. Clasificación hidrológica de las masas de agua.....	13
5.3.1. Clasificación de las masas de agua según su temporalidad .....	13
5.3.2. Clasificación de las masas de agua según su naturaleza hidrológica.....	16
5.4. Distribución temporal de caudales mínimos .....	18
5.4.1. Métodos hidrológicos.....	19
5.4.2. Métodos de modelización del hábitat .....	45
5.4.3. Obtención de la distribución de caudales mínimos.....	71
5.5. Distribución temporal de caudales máximos .....	108
5.6. Tasa de cambio .....	111
5.7. Caracterización del régimen de crecidas.....	113
<b>6. MASAS DE AGUA MUY ALTERADAS HIDROLÓGICAMENTE</b> .....	<b>119</b>
6.1. Obtención de series en régimen natural y alterado.....	120
6.2. Estimación de los índices de alteración hidrológica .....	122
6.3. Evaluación del grado de alteración hidrológica mediante el método IAHRIS.....	126
6.4. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente .....	132
<b>7. RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS</b> .....	<b>144</b>
<b>8. REPERCUSIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA</b> .....	<b>147</b>
8.1. Identificación de condicionantes y medidas necesarias para la implantación del régimen de caudales ecológicos .....	148
8.2. Análisis de viabilidad del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos.....	157



<b>9. PROCESO DE CONCERTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS.....</b>	<b>159</b>
9.1. Selección de masas de agua y definición de ámbitos de concertación .....	160
9.2. Elaboración de la documentación de análisis.....	162
9.3. Identificación de los agentes interesados en el proceso .....	164
9.4. Jornadas de concertación .....	167
9.4.1. Reunión de concertación interna .....	168
9.4.2. Reuniones de concertación por ámbitos .....	168
9.5. Encuentros bilaterales .....	172
9.6. Incorporación de resultados al Plan Hidrológico .....	173

## APÉNDICES

APÉNDICE 1	FICHAS DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS HIDROLÓGICOS
APÉNDICE 2	FICHAS DESCRIPTIVAS DE LOS TRAMOS DE MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT
APÉNDICE 3	FICHAS DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS DE MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT
APÉNDICE 4	FICHAS DEL RÉGIMEN DE CAUDALES MÍNIMOS EN LAS MASAS DE AGUA ESTRATÉGICAS
APÉNDICE 5	FICHAS DEL RÉGIMEN DE CAUDALES MÍNIMOS EN OTRAS MASAS DE AGUA CON MODELIZACIÓN DEL HÁBITAT
APÉNDICE 6	FICHAS DEL RÉGIMEN DE CAUDALES MÁXIMOS
APÉNDICE 7	FICHAS DEL RÉGIMEN DE CRECIDAS
APÉNDICE 8	FICHAS IAHRIS DE EVALUACIÓN DEL GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS MASAS DE AGUA EN LA SITUACIÓN ACTUAL
APÉNDICE 9	FICHAS IAHRIS DE EVALUACIÓN DEL GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS MASAS DE AGUA EN LA SITUACIÓN FUTURA
APÉNDICE 10	CUMPLIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS
APÉNDICE 11	DOCUMENTO DE CONCERTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



## Índice de tablas

Tabla 1.	Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos .....	22
Tabla 2.	Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos .....	31
Tabla 3.	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos .....	37
Tabla 4.	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos basados en caudales medios mensuales .....	44
Tabla 5.	Masas de agua afectadas por infraestructuras de regulación .....	47
Tabla 6.	Masas de agua seleccionadas para la aplicación de los métodos de modelización del hábitat.....	48
Tabla 7.	Selección de especies objetivo para los trabajos de modelización del hábitat .....	53
Tabla 8.	Rugosidad relativa del lecho según el tipo de sustrato .....	59
Tabla 9.	Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en las masas de agua estratégicas .....	76
Tabla 10.	Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en otras masas de agua con resultados por métodos de modelización del hábitat.....	84
Tabla 11.	Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río .....	89
Tabla 12.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-1 .....	95
Tabla 13.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-2 .....	96
Tabla 14.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-3 .....	98
Tabla 15.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-4 .....	100
Tabla 16.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-1 .....	101
Tabla 17.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-2 .....	102
Tabla 18.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-3 .....	102
Tabla 19.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-1 .....	103
Tabla 20.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-2 .....	104
Tabla 21.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-4 .....	105
Tabla 22.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema IV-1 .....	106
Tabla 23.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-1.....	107
Tabla 24.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-2.....	107
Tabla 25.	Propuesta de distribución temporal de caudales máximos .....	111
Tabla 26.	Propuesta de tasa máxima de cambio .....	112
Tabla 27.	Coeficiente de variación y periodo de retorno del caudal generador .....	115
Tabla 28.	Propuesta de régimen de crecidas .....	117
Tabla 29.	Obtención de series en régimen natural y alterado para la estimación del grado de alteración hidrológica.....	121
Tabla 30.	Relación de parámetros para la caracterización del régimen de caudales mediante la metodología IAHRIS.....	123
Tabla 31.	Relación de parámetros de valores habituales a estimar en regímenes alterados que no dispongan de la serie natural coetánea mediante la metodología IAHRIS .....	124
Tabla 32.	Relación de Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para regímenes coetáneos .....	124
Tabla 33.	Relación de Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para regímenes no coetáneos.....	125



Tabla 34.	Valores correspondientes de los Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para los diferentes estatus hidrológicos.....	126
Tabla 35.	Valores correspondientes de los Índices de Alteración Global utilizados en la metodología IAHRIS para los diferentes estatus hidrológicos.....	126
Tabla 36.	Índices seleccionados en la metodología IAHRIS para la evaluación del grado de alteración hidrológica a partir de datos diarios .....	127
Tabla 37.	Índices seleccionados en la metodología IAHRIS para la evaluación del grado de alteración hidrológica a partir de datos mensuales .....	127
Tabla 38.	Resultados de la evaluación del grado de alteración hidrológica mediante IAHRIS.....	129
Tabla 39.	Resultados de la evaluación del grado de alteración hidrológica en el horizonte 2027 mediante IAHRIS .....	131
Tabla 40.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-1 .....	134
Tabla 41.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-2 .....	134
Tabla 42.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-3 .....	135
Tabla 43.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-4 .....	137
Tabla 44.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-1 .....	138
Tabla 45.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-2 .....	138
Tabla 46.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-3 .....	139
Tabla 47.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-1 .....	139
Tabla 48.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-2 .....	141
Tabla 49.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-4 .....	142
Tabla 50.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema IV-1 .....	143
Tabla 51.	Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en los subsistemas V-1 y V-2 .....	143
Tabla 52.	Propuesta de régimen de caudales mínimos durante sequías prolongadas.....	146
Tabla 53.	Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas.....	150
Tabla 54.	Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos .....	161
Tabla 55.	Identificación preliminar de agentes interesados en el proceso de concertación .....	164
Tabla 56.	Agentes interesados en el proceso de concertación por ámbitos .....	167
Tabla 57.	Modificación del régimen de caudales mínimos en la masa 0632040 Medio y Bajo Trevélez-Poqueira (azud Trevélez) como resultado del proceso de concertación .....	174



# Índice de figuras

Figura 1.	Fases en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.....	7
Figura 2.	Río Hozgarganta en el LIC Los Alcornocales.....	8
Figura 3.	Situación geográfica de la DHCMA .....	10
Figura 4.	Ámbito territorial y masas de agua superficial de la DHCMA .....	11
Figura 5.	Sistemas de explotación básicos en la DHCMA .....	11
Figura 6.	Clasificación de las masas de agua de la categoría río según su temporalidad.....	14
Figura 7.	Clasificación de las masas de agua de la categoría río según los criterios de la DMA....	16
Figura 8.	Clasificación de las masas de agua de la categoría río según su naturaleza hidrológica.....	17
Figura 9.	Esquema metodológico de la estimación de la distribución temporal de caudales mínimos .....	19
Figura 10.	Restitución de series a escala diaria por modelización hidrológica .....	21
Figura 11.	Métodos empleados para la obtención de series en régimen natural .....	21
Figura 12.	Esquema metodológico de la modelación de la idoneidad del hábitat .....	46
Figura 13.	Elementos de importancia ambiental considerados para la selección de tramos de modelización del hábitat .....	48
Figura 14.	Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos de modelización del hábitat .....	50
Figura 15.	Especies objetivo seleccionadas para los trabajos de modelización del hábitat .....	53
Figura 16.	Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín de la trucha ( <i>Salmo trutta</i> ) .....	56
Figura 17.	Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín del barbo gitano ( <i>Barbus sclateri</i> ).....	57
Figura 18.	Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín de la boga de río ( <i>Chondrostoma polylepis</i> ) .....	57
Figura 19.	Tramo de estudio en el río Grande en Cerro Blanco durante las campañas de campo de abril de 2009 (aguas altas) y de julio de 2009 (aguas bajas).....	60
Figura 20.	Simulación del hábitat mediante modelos unidimensionales .....	62
Figura 21.	Simulación del hábitat mediante modelos bidimensionales .....	62
Figura 22.	Curvas HPU-Q para distintos estadios del barbo gitano en el río Guadalhorce .....	65
Figura 23.	Curvas combinadas HPU-Q para el barbo gitano en el río Guadalhorce.....	66
Figura 24.	Estimación del caudal correspondiente al 80% y 50% del HPU máximo .....	66
Figura 25.	Estimación del HPU máximo en una curva creciente y sin máximos.....	67
Figura 26.	Ajuste de los caudales por métodos hidrológicos a los de modelación del hábitat.....	72
Figura 27.	Masas de agua estratégicas y puntos con propuesta de régimen de caudales mínimos .....	74
Figura 28.	Puntos de estimación de los caudales mínimos por métodos hidrológicos y por métodos de modelización del hábitat en las masas de agua estratégicas.....	75
Figura 29.	Río Guadiaro en San Pablo Buceite .....	79
Figura 30.	Río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada .....	80
Figura 31.	Río Poqueira en Pampaneira.....	82
Figura 32.	Río Canjáyar en Canjáyar.....	83
Figura 33.	Río Genal en Gaucín .....	86
Figura 34.	Río Turón aguas abajo del Burgo.....	87
Figura 35.	Río Guadalfeo aguas arriba del embalse de Rules.....	88



Figura 36.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-1 .....	95
Figura 37.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-2 .....	96
Figura 38.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-3 .....	97
Figura 39.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-4 .....	99
Figura 40.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-1 .....	101
Figura 41.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-2 .....	102
Figura 42.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-3 .....	102
Figura 43.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-1 .....	103
Figura 44.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-2 .....	103
Figura 45.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-4 .....	105
Figura 46.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema IV-1 .....	106
Figura 47.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-1 .....	108
Figura 48.	Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-2 .....	108
Figura 49.	Análisis de la disponibilidad de refugio para distintos valores de caudal en el río Campanillas aguas abajo de la presa de Casasola .....	110
Figura 50.	Regiones para la estimación del coeficiente de variación en el cálculo del periodo de retorno correspondiente a la máxima crecida ordinaria .....	114
Figura 51.	Presa de Casasola .....	116
Figura 52.	Trasvases internos a los embalses de La Concepción y La Viñuela .....	118
Figura 53.	Ejemplo de estimación de los Índices de Alteración Hidrológica y Global para valores habituales en la masa de agua 0623010 Algarrobo en la Umbría (EA 6020) mediante IAHRIS .....	126
Figura 54.	Masas de agua clasificadas como muy alteradas hidrológicamente .....	132
Figura 55.	Masas de agua clasificadas como muy alteradas hidrológicamente en el horizonte 2027 .....	133
Figura 56.	Río Guadalmina en Benahavís .....	135
Figura 57.	Río Vélez aguas abajo de los afluentes de la margen izquierda .....	138
Figura 58.	Río Aguas en los Giles .....	143
Figura 59.	Puntos con propuesta de régimen de caudales ecológicos durante sequías prolongadas .....	145
Figura 60.	Embalse de Guadarranque durante la sequía de 1995 .....	145
Figura 61.	Verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada para el horizonte 2015 .....	158
Figura 62.	Verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada para el horizonte 2027 .....	158
Figura 63.	Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos .....	162
Figura 64.	Reunión de concertación de caudales ecológicos en Los Barrios .....	169
Figura 65.	Reunión de concertación de caudales ecológicos en Motril .....	170
Figura 66.	Reunión de concertación de caudales ecológicos en Almería .....	172
Figura 67.	Modificación del régimen de caudales mínimos en la masa 0632040 Medio y Bajo Trevélez-Poqueira (azud Trevélez) como resultado del proceso de concertación .....	173



# 1. INTRODUCCIÓN

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

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

Es importante destacar que, si bien en la Directiva Marco del Agua (DMA)<sup>1</sup> no se establece el requerimiento de establecer regímenes de caudales ecológicos, la determinación de los mismos y su mantenimiento supone un paso adelante en el camino hacia el logro del buen estado de las masas de agua, objetivo concreto y principio que inspira esta directiva. Por lo tanto, los caudales ecológicos no se conciben como un fin en sí mismo sino como un medio para alcanzar el objetivo citado.

El presente trabajo de establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la DHCMA tiene como objetivo dar cobertura a los contenidos fijados para las aguas continentales en el Plan Hidrológico de la demarcación.

El régimen de caudales ecológicos deberá, por tanto, establecerse de modo que proporcione condiciones de hábitat adecuadas (funcionalidad y estructura) para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría de ríos o aguas de transición. Debe ofrecer un patrón temporal de los caudales, y de su variabilidad, de manera que los cambios en la estructura y composición de los ecosistemas acuáticos y hábitats asociados sean leves, sin perturbar las estructuras de edades, densidad y biomasa de las especies integrantes de las comunidades de peces y de flora, sin alterar la frecuencia e intensidad de las floraciones algales, y evitando la proliferación acelerada de macroalgas o la acumulación de organismos fitobentónicos indeseables.

En paralelo, deberá abordarse la caracterización de los requerimientos hídricos ambientales de las masas de agua clasificadas en la categoría de lagos, así como de los humedales protegidos, con el objetivo de contribuir a alcanzar su buen estado o potencial ecológico.

---

<sup>1</sup> 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 agua.



El objeto de este documento es exponer los resultados de cada una de las fases en las que se divide el estudio de determinación de los regímenes de caudales en ríos, recogiendo los trabajos de estimación de las necesidades hídricas en lagos y humedales en un documento independiente. Por otra parte, se recoge en detalle el proceso seguido en la demarcación para la concertación del régimen de caudales ecológicos. Además de los resultados, se incluye una descripción de los conceptos y criterios metodológicos que se han aplicado en los trabajos, que han sido esencialmente los que establece la Instrucción de Planificación Hidrológica. Por lo tanto, para facilitar su seguimiento y comprensión, el texto se ha organizado siguiendo una estructura similar a esta norma, y cuenta con los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Marco normativo
3. Fases en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos
4. Objetivos
5. Régimen de caudales ecológicos durante situaciones ordinarias
6. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente
7. Régimen de caudales ecológicos durante sequías prolongadas
8. Repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua
9. Proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos

El Plan Hidrológico de la DHCMA, en su anejo V, recoge una síntesis de los trabajos.

## 2. MARCO NORMATIVO

El marco normativo en el ordenamiento jurídico español para la determinación de regímenes de caudales ecológicos viene establecido por el Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas; por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional; por la Ley 11/2005, de 22 de julio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional y por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica.

Además, la Instrucción de Planificación Hidrológica, aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, desarrolla los contenidos de la normativa y define la metodología de aplicación.

Por otra parte, la recientemente aprobada Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía, contiene una regulación de la planificación hidrológica para la que, en el ámbito estrictamente andaluz, se fijan una serie de objetivos, entre los que destaca alcanzar los caudales ecológicos.

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

### 2.1. Texto Refundido de la Ley de Aguas

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

El 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 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.*

## 2.2. Reglamento de Planificación Hidrológica

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

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

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

*Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

(...)

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

(...)



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



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

Además, en su artículo 18 recoge 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.*
- 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 4 del RPH tiene carácter básico, por lo que es de obligado cumplimiento para la DHCMA.

### **2.3. Instrucción de Planificación Hidrológica**

La Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), aprobada por la Orden Ministerial ARM 2656/2008, recoge y desarrolla los contenidos del RPH y del TRLA en su apartado 3.4. *Caudales ecológicos.*

La IPH detalla, por una parte, el proceso para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos en ríos y aguas de transición, concretamente la metodología necesaria para realizar los estudios específicos (epígrafe 3.4.1.), para la identificación y caracterización de las masas muy alteradas hidrológicamente (epígrafe 3.4.2.), y para la definición del régimen de caudales mínimos menos exigente para sequías prolongadas (epígrafe 3.4.3.). Por otra parte, recoge la metodología a seguir para la estimación de los requerimientos hídricos de lagos y zonas húme-



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



das (epígrafe 3.4.4.). Por último, incluye las especificaciones necesarias para el análisis de la repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua (epígrafe 3.4.5.) y para llevar a cabo del proceso de concertación del régimen de caudales (epígrafe 3.4.6.).

## 2.4. Ley de Aguas de Andalucía

La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía (LAA) 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.*

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.*



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



### 3. FASES EN EL ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

El establecimiento del régimen de caudales ecológicos se ha de realizar, tal y como se indica en el apartado 3.4. *Caudales ecológicos* de la IPH, mediante un proceso que se desarrollará en tres fases:

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

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

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

Mediante el presente trabajo, que se realizó durante la redacción del Plan Hidrológico de la DHCMA, se han llevado a cabo tanto los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua, como el proceso de concertación para aquellas masas que se han considerado estratégicas, correspondiendo el proceso de implantación, así como posibles estudios adicionales en otras masas de agua distintas de las estratégicas y procesos de concertación en las mismas, a la siguiente etapa de la planificación.

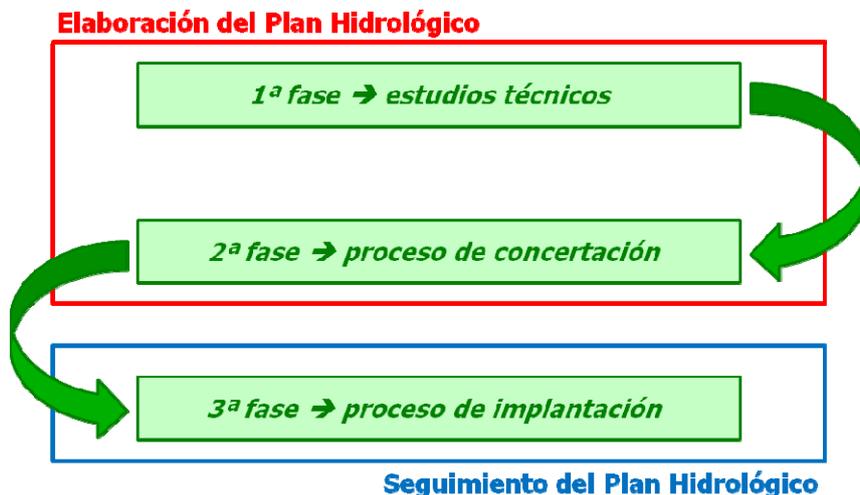


Figura 1. Fases en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos

## 4. OBJETIVOS

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

Para alcanzar estos objetivos el régimen de caudales ecológicos deberá 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 hábitats asociados y permita mantener la integridad biológica del ecosistema.

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

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



Figura 2. Río Hozgarganta en el LIC Los Alcornocales

En el caso de las **especies protegidas** por normativa europea (anexo I de la Directiva 9/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril de 1979, 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/autonómica (Catálogos de Especies Amenazadas, etc.), así como en el caso de los hábitats igualmente protegidos por normativa europea (anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992) y nacional/autonómica (Inventario Nacional de 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 hábitats según los requerimientos y directrices recogidos en las respectivas normativas.

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



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



## 5. RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SITUACIONES ORDINARIAS

El RPH define el caudal ecológico como aquel *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 base a esta definición se han llevado a cabo los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua de la DHCMA, para lo que se han seguido las disposiciones establecidas en la IPH adaptadas a las particularidades de la demarcación.

La IPH establece los procedimientos técnicos básicos para la obtención de dichos regímenes y es, por tanto, la referencia fundamental en la que se han basado los estudios realizados. En el desarrollo de la misma 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", Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en la que se detalla la metodología, ilustrándola con ejemplos que complementan y facilitan su aplicación.

La complejidad intrínseca de los trabajos técnicos y el gran número de masas de agua superficial de la DHCMA impide la extensión de este proceso a todas ellas en el reducido plazo disponible. También debe mencionarse la limitada experiencia en algunos trabajos inherentes a este tipo de determinaciones, que comprenden una doble vertiente: por una parte, análisis hidrológicos de las masas de agua, a realizar en gabinete y para los que se dispone de información suficiente; por otra, la realización de trabajos de modelización del hábitat, que exige un tiempo y un coste apreciables.

Por lo tanto, consideraciones obvias de índole práctica han llevado a aplicar en esta fase un procedimiento que asegura la compatibilidad de los objetivos buscados con los medios y plazos realmente disponibles. En este entendimiento se han realizado para todas las masas de agua estudios detallados de naturaleza hidrológica. Por el contrario, los esfuerzos relativos a los estudios de simulación de hábitat se han centrado en sólo un número limitado de masas de agua.

La elección de las masas a estudiar constituye una decisión trascendental, pues deben ser seleccionadas las que definan el régimen de los principales cursos de agua de la cuenca, puedan ser mantenidas con elementos específicos de regulación y sin olvidar las que puedan ser objeto, por diversas razones, de especial conflictividad. De esta forma, quedan cubiertas por estos estudios de modelización de hábitat las denominadas masas 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. Obviamente, la concertación debe limitarse a estas masas de agua estratégicas, en las que se han completado los estudios.

En consecuencia, la inclusión en la normativa del Plan hidrológico de cuenca de valores específicos para los caudales ambientales deberá limitarse en este proceso planificador a aquellas masas de agua seleccionadas en las que adicionalmente deberán existir elementos adecuados de medida para el seguimiento continuo de los mismos.



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



Para las restantes masas de agua no se han podido alcanzar estas condiciones y los avances tienen que ser más modestos. La extensión de las determinaciones a todas las masas de agua a partir de las estudiadas se ha intentado realizar con el apoyo de la calcificación de los ríos de la demarcación según su naturaleza hidrológica y los estudios por métodos hidrológicos, pero los resultados obtenidos no permiten su aplicación general a un tema tan delicado. Procede abrir, con posterioridad a la elaboración del Plan hidrológico de cuenca, una nueva etapa de estudios para avanzar en la determinación e implantación de caudales ecológicos sobre bases firmes.

### 5.1. **Ámbito espacial**

La DHCMA se extiende sobre una superficie de 17.952 km<sup>2</sup> a lo largo de una franja de unos 50 kilómetros de ancho y 350 de longitud. Está conformada por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo. Todo este territorio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería, así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz.



Figura 3. Situación geográfica de la DHCMA

El **ámbito territorial de planificación** comprende la parte continental definida como Distrito Hidrográfico Mediterráneo y la parte litoral que engloba las aguas de transición y costeras. Dicho ámbito queda, tal y como se establece en el Decreto 352/2009, enmarcado en el territorio andaluz de las cuencas hidrográficas que vierten al Mediterráneo desde el límite entre los términos municipales de Tarifa y Algeciras hasta la desembocadura del río Almanzora, incluida la de este río, quedando excluida la Rambla de Canales. Comprende, además, la cuenca endorreica de Zafarraya y las aguas de transición asociadas a sus cuencas. Las aguas costeras tienen como límite oeste la línea con orientación 144° que pasa por el Arrecife La Parra, extremo occidental de la Ensenada del Tolmo, y como límite este la línea con orientación 122° que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora.

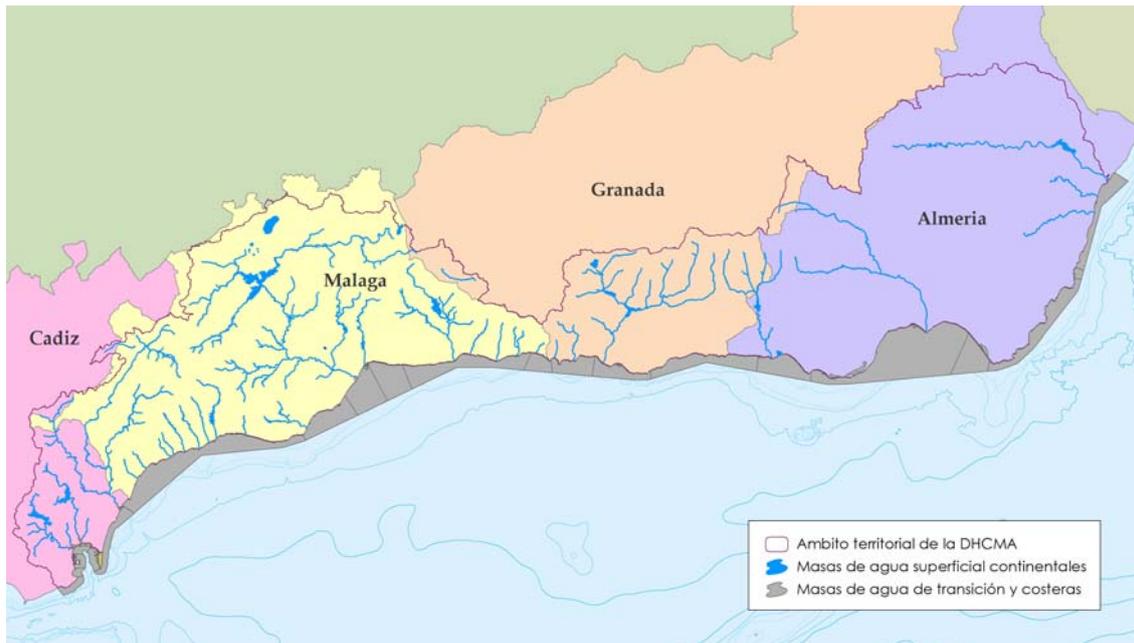


Figura 4. Ámbito territorial y masas de agua superficial de la DHCMA

Atendiendo a criterios geográficos e hidrológicos, y teniendo en cuenta las unidades básicas de explotación de aguas superficiales y subterráneas, la planificación hidrológica ha dividido la demarcación en cinco zonas o sistemas, numerados del I al V desde el Oeste hacia el Este, cada uno de los cuales se encuentra a su vez subdividido en unidades menores: los subsistemas.



Figura 5. Sistemas de explotación básicos en la DHCMA

El *ámbito espacial para la caracterización del régimen de caudales ecológicos* se extiende a todas las masas de agua superficial clasificadas en la categoría ríos de la DHCMA, que son un total de 133, si bien se han excluido de este estudio la única masa de agua artificial (el canal de drenaje de la Laguna Herrera) y los 14 embalses, al tratarse estos últimos de masas

de agua muy modificadas que en las que existe una alteración sustancial de su naturaleza, siendo más bien asimilables a lagos. En este trabajo tampoco se incluyen las aguas de transición de la demarcación, pues su estudio corresponde a la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente.

Además, hay que tener en cuenta que la determinación del régimen de caudales ecológicos de una masa de agua deberá realizarse teniendo en cuenta los requerimientos ambientales de las masas de agua asociadas a ella, con el fin de definir un régimen consecuente con los objetivos definidos en el apartado 4.

## 5.2. Componentes del régimen de caudales ecológicos

El régimen hidrológico es el elemento vertebrador de los ecosistemas fluviales, estructurando tanto el medio acuático como el ripario, modelando sus condiciones ambientales y posibilitando la variedad de hábitats y el dinamismo en sus interacciones. El rango completo de variación intra e interanual del régimen hidrológico con sus características asociadas de estacionalidad, duración, frecuencia y tasa de cambio, son críticas para sustentar la biodiversidad natural y la integridad de los ecosistemas acuáticos.<sup>2</sup> Se hace por ello imprescindible definir un régimen de caudales ecológicos que tenga en cuenta, además de un valor de caudal mínimo variable a lo largo del año, el resto de componentes del régimen.

Por lo tanto, para alcanzar los objetivos indicados en el apartado 4, el régimen de caudales ecológicos deberá incluir, tal y como recoge la IPH en su apartado 3.4.1.3. 5.2. *Componentes del régimen de caudales ecológicos*, al menos los siguientes:

*a) Caudales mínimos que deben ser superados, con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre las comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades autóctonas.*

*b) Caudales máximos que no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras, con el fin de limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas más vulnerables a estos caudales, especialmente en tramos fuertemente regulados.*

*c) Distribución temporal de los anteriores caudales mínimos y máximos, con el objetivo de establecer una variabilidad temporal del régimen de caudales que sea compatible con los requerimientos de los diferentes estadios vitales de las principales especies de fauna y flora autóctonas presentes en la masa de agua.*

*d) Caudales de crecida, 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.*

<sup>2</sup> Poff N.L., Allan J.D., Bain M.B., Karr J.R., Prestgaard K.L., Richter B.D., Sparks R.E. & Stromberg J.C. 1997. "The Natural Flow Regime. A paradigm for river conservation and restoration". *BioScience* 47 (11).



*e) Tasa de cambio, con objeto de evitar los efectos negativos de una variación brusca de los caudales, como pueden ser el arrastre de organismos acuáticos durante la curva de ascenso y su aislamiento en la fase de descenso de los caudales. Asimismo, debe contribuir a mantener unas condiciones favorables a la regeneración de especies vegetales acuáticas y ribereñas.*

Para el presente trabajo se han estimado los caudales mínimos y su distribución temporal en todas las masas de agua, mientras que el resto de componentes del régimen se ha determinado tan sólo en aquellas situadas aguas abajo de las infraestructuras de regulación de la demarcación.

### **5.3. Clasificación hidrológica de las masas de agua**

La IPH distingue, para llevar a cabo la caracterización del régimen de caudales ecológicos, entre ríos permanentes, temporales, intermitentes y efímeros. Por otra parte, para la regionalización de los resultados de régimen de caudales mínimos obtenidos a otras masas con regímenes hidrológicos comparables se hace necesaria una clasificación de las masas de agua en función de su hidrología. Por lo tanto, para la realización de los trabajos de estimación del régimen de caudales ecológicos en la DHCMA se han llevado a cabo dos tipos de clasificaciones de sus masas de agua: según su temporalidad y según su naturaleza hidrológica.

#### **5.3.1. Clasificación de las masas de agua según su temporalidad**

La singular climatología de las regiones áridas y semiáridas da lugar a ecosistemas acuáticos caracterizados por regímenes hidrológicos con una acentuada variabilidad interanual y estacional, siendo la temporalidad un fenómeno natural que se repite periódicamente.

Bajo la denominación de ríos temporales se engloban desde aquellos que pueden mantener un flujo permanente todo el año salvo en verano hasta los ríos que fluyen solo un periodo corto del año, estando la mayor parte del tiempo completamente secos. Se puede hablar en este caso de un gradiente de temporalidad en función de número de días con caudal, dando lugar a clasificaciones como la que incluye la IPH en su apartado *1.2. Definiciones*:

*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.*



Para clasificar las masas de agua de la categoría río de la DHCMA según su temporalidad se ha partido de las series de caudales medios diarios en régimen natural obtenidas para la estimación de los caudales mínimos por métodos hidrológicos (ver apartado 5.4.1.1). Atendiendo a las definiciones que incluye la IPH, se han clasificado los mismos según el número de días con caudal cero:

- Permanentes: <7 días/año sin caudal
- Temporales: 7-100 días/año sin caudal
- Intermitentes: 100-300 días/año sin caudal
- Efímeros: > 300 días/año sin caudal

Para aquellas masas en las que no se han podido obtener datos diarios, se ha trabajado con las series de aportaciones mensuales en el marco del Plan Hidrológico para la estimación de los recursos hídricos, siguiendo los criterios siguientes:

- Permanentes: todo el año con caudal
- Temporales: <3 meses/año con caudal mensual inferior a 1 l/s
- Intermitentes: 3- 9 meses/año con caudal mensual inferior a 1 l/s
- Efímeros: > 9 meses/año con caudal mensual inferior a 1 l/s

No obstante, realizar la clasificación de ríos temporales a partir de datos hidrológicos a escala mensual puede comportar unos errores en la asignación, por lo que en algunos casos, y partiendo del conocimiento de la demarcación, se ha corregido para ciertas masas de agua mediante criterio de experto.

A continuación se incluye un mapa con la clasificación de los ríos de la DHCMA según su carácter permanente o temporal:



Figura 6. Clasificación de las masas de agua de la categoría río según su temporalidad

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.

La IPH incluye distintos criterios metodológicos para la caracterización del régimen de caudales ecológicos según los ríos sean permanentes, temporales, intermitentes o efímeros:

#### *3.4.1.4.1. Ríos permanentes*

*El régimen de caudales ecológicos definirá, desde el punto de vista temporal, al menos, las siguientes características:*

- a) Distribución temporal de caudales mínimos.*
- b) Distribución temporal de caudales máximos.*
- c) Máxima tasa de cambio aceptable del régimen de caudales.*
- d) Caracterización del régimen de crecidas, incluyendo caudal punta, duración y tasa de ascenso y descenso, así como la identificación de la época del año más adecuada desde el punto de vista ambiental.*

#### *3.4.1.4.2. Ríos temporales, intermitentes y efímeros*

*Para la caracterización del régimen de caudales ecológicos en ríos temporales, intermitentes y efímeros se aplicarán los siguientes criterios metodológicos:*

*a) En ríos 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 atendiendo a la frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de recesión de los episodios de cese de caudal característicos del régimen natural, utilizando una serie hidrológica representativa de, al menos, 20 años.*

*b) En ríos intermitentes se caracterizarán los siguientes aspectos:*

*Periodo de cese de caudal atendiendo a la frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de recesión de los episodios de cese de caudal característicos del régimen natural.*

*Conexión con las aguas subterráneas, definiendo los volúmenes mínimos necesarios para preservar el flujo subsuperficial que alimenta las pozas y remansos, de gran importancia como sumidero y refugio de las comunidades biológicas, a la espera de períodos hidrológicamente más favorables.*

*Magnitud de la crecida y período de tiempo de recesión al caudal base, que permiten el desarrollo del ciclo biológico de las comunidades adaptadas.*

*Caudal generador, que permite mantener la dimensión del canal principal del río y su buen funcionamiento morfodinámico.*

*c) En ríos efímeros se determinarán, como elementos característicos, el tiempo de recesión tras la crecida, clave para el buen funcionamiento de las comunidades propias de estos sistemas, y el caudal generador, que permite mantener su funcionamiento morfodinámico.*



### 5.3.2. Clasificación de las masas de agua según su naturaleza hidrológica

La agrupación de las masas de agua en tipologías homogéneas es de gran utilidad en la planificación hidrológica, ya que permite simplificar las tareas al disponer de procedimientos, técnicas o procesos que pueden aplicarse a varias zonas en una misma demarcación. En particular, en el caso del diseño del régimen de caudales ecológicos este tipo de agrupaciones resultan muy interesantes, puesto que partiendo de un comportamiento hidrológico similar en varias masas de agua se puede decidir con mayor rigor el método más adecuado para estimar los caudales mínimos y su distribución temporal. Sin lugar a dudas, la clasificación hidrológica es el paso previo para a partir de aquí particularizar en situaciones diferentes.

La IPH propone en su apartado 3.4.1.4.1.1. *Distribución temporal de caudales mínimos* que:

*Para la caracterización de la distribución temporal de caudales mínimos se tendrá en cuenta la clasificación en tipos establecida en 2.2.1.3.1.*

Según esta clasificación, en la DHCMA las masas de agua de la categoría río se agruparían en:

- 107 Ríos mineralizados mediterráneos de baja altitud
- 108 Ríos de la baja montaña mediterránea silíceo
- 109 Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
- 111 Ríos de montaña mediterránea silíceo
- 112 Ríos de montaña mediterránea calcárea
- 113 Ríos mediterráneos muy mineralizados
- 114 Ejes mediterráneos de baja altitud
- 118 Ríos costeros mediterráneos
- 127 Ríos de alta montaña

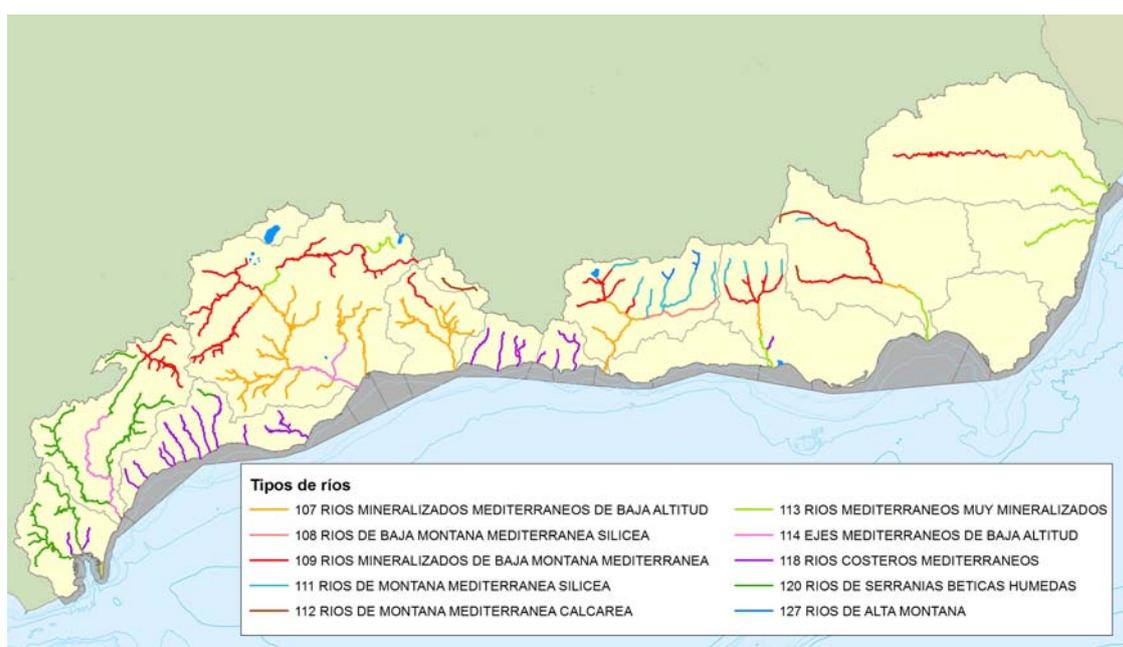


Figura 7. Clasificación de las masas de agua de la categoría río según los criterios de la DMA

Esta clasificación está basada en factores físicos y químicos que determinan las características del río o parte del río y, por ende, la estructura y composición de la comunidad biológica. Sin embargo, puesto que el objetivo que persigue la clasificación de ríos en los trabajos de estimación del régimen de caudales ecológicos es que ésta constituya una herramienta que permita hacer una regionalización de los caudales mínimos y su distribución temporal obtenidos en ciertas masas de agua con estudios de detalle al resto de las masas de la demarcación, se ha considerado más oportuno utilizar una clasificación basada exclusivamente en criterios hidrológicos, y no ecológicos como se propone en la IPH. No hay que olvidar, además, que atendiendo a la naturaleza hidrológica de los ríos es posible establecer una tipología de masas de agua que de alguna forma presenten respuestas ecológicas similares.

Las masas de agua de categoría río de la DHCMA se han clasificado atendiendo a su naturaleza hidrológica partiendo de la información existente, la modelación disponible y el juicio de expertos, de manera que puedan compararse y extrapolarse series de caudales entre ríos con regímenes hidrológicos comparables. Debido a que el principal objetivo de este trabajo es rehabilitar los ecosistemas fluviales degradados mediante la implementación de un régimen de caudales que sea similar al natural, se ha partido para ello del conocimiento de los caudales naturales de cada sistema. Finalmente, se han obtenido los siguientes grupos:

- Cuencas de muy baja permeabilidad
- Cuencas de baja permeabilidad
- Ríos con origen en surgencias kársticas
- Ríos con origen en surgencias alpujárrides
- Ríos de llanura aluvial
- Ríos de fuerte influencia nival
- Cauces tipo rambla

A continuación se incluye un mapa con la clasificación de los ríos de la DHCMA según su naturaleza hidrológica:



Figura 8. Clasificación de las masas de agua de la categoría río según su naturaleza hidrológica

#### 5.4. Distribución temporal de caudales mínimos

El caudal mínimo en un río es el necesario para 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. No obstante, no hay que olvidar que deben existir condiciones diferenciadas en las distintas épocas del año, ya que estas influyen en la abundancia y distribución de las especies presentes en el medio acuático en cualquier momento del año, por lo que el caudal mínimo debe ir acompañado de una distribución temporal 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.

Existen numerosas metodologías para el cálculo del régimen de caudales ecológicos, que se pueden agrupar en los siguientes grupos:

- Métodos hidrológicos: el caudal mínimo se deduce de datos hidrológicos tratados de distintas formas, (caudales clasificados, porcentajes, análisis de series temporales, etc.), siendo los más versátiles, dado que son aplicables a distintas escalas desde la de la planificación hidrológica hasta la de tramos de río concretos.
- Métodos hidráulicos: el caudal mínimo se deduce de la relación entre algún parámetro hidráulico (normalmente el perímetro mojado o la profundidad) y el caudal.
- Métodos hidrobiológicos o de modelización del hábitat: el caudal mínimo se deduce a partir de una cuantificación previa del hábitat físico de una especie de referencia (normalmente peces) y del análisis de su relación con el caudal mediante simulación hidráulica, siendo aplicable tan sólo a secciones y tramos concretos de ríos.
- Métodos holísticos: consiste en un procedimiento o protocolo de cómo deducir el caudal de mantenimiento a partir de un análisis independiente de las necesidades de los componentes del ecosistema fluvial objetivo, sean aspectos abióticos (geomorfología, calidad del agua, etc.), ecológicos (comunidades naturales), perceptuales (paisaje), socioeconómicos o todos en conjunto. En la práctica su aplicación puede ser compleja en función de la heterogeneidad de los resultados parciales obtenidos para cada componente considerado, por lo que son poco utilizables a escala de planificación.
- Métodos ecohidrológicos: el caudal de mantenimiento se calcula a partir de datos hidrológicos, pero adoptando como referente los requerimientos de una o varias especies objetivo, definibles por ejemplo para cada ecorregión, y para los que el caudal mínimo establecido debe permitir su conservación. Es un enfoque adecuado para su aplicación en cuencas con distintas ecorregiones, dado que permite la extrapolación de los resultados, pero no parece ser muy apropiado para el cálculo en tramos de río concretos.

La metodología de la IPH apuesta, tal y como se recoge en su apartado 3.4.1.4.1.1. *Distribución temporal de caudales mínimos*, por la combinación de los métodos hidrológicos, cuya aplicación permite un uso extendido y generalizado en toda la demarcación, con los de modelización del hábitat en tramos concretos:

*Se definirá una distribución temporal de caudales mínimos. Para ello se seleccionarán periodos homogéneos y representativos en función de la naturaleza hidrológica de la masa de agua y de los ciclos biológicos de las especies autóctonas, identificándose al menos dos períodos distintos dentro del año.*



*Esta distribución se obtendrá aplicando métodos hidrológicos y sus resultados deberán ser ajustados mediante la modelación de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río.*

Por lo tanto, según las indicaciones de la IPH, en primer lugar es necesario estimar la distribución temporal de caudales mínimos aplicando los métodos hidrológicos y, posteriormente, estos regímenes se ajustan a los resultados obtenidos de la modelación de la idoneidad del hábitat en los tramos fluviales considerados como representativos, tal y como se recoge en el siguiente esquema:

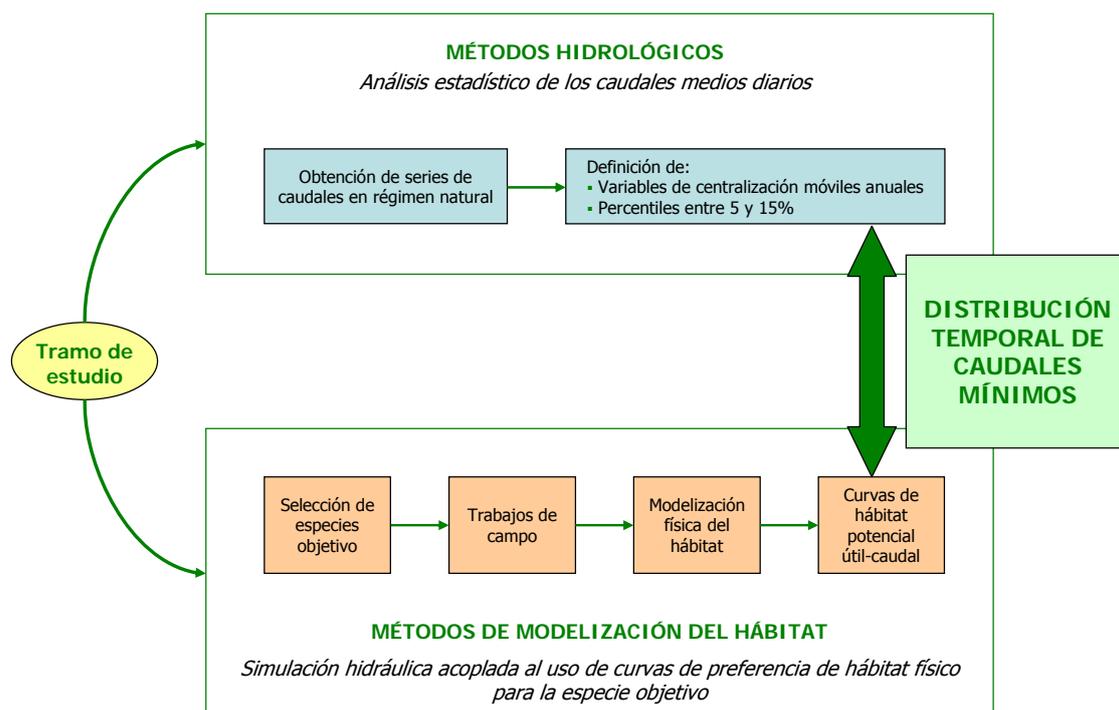


Figura 9. Esquema metodológico de la estimación de la distribución temporal de caudales mínimos

#### 5.4.1. Métodos hidrológicos

Para la cuantificación del régimen de caudales mínimos por métodos hidrológicos existen actualmente numerosas metodologías basadas en el análisis estadístico de los caudales medios diarios o mensuales con la finalidad de definir un nivel adecuado de reserva del caudal base en la determinación del régimen de caudales ecológicos. En la DHCMA se ha seguido la metodología recogida en el apartado 3.4.1.4.1.1.1. *Métodos hidrológicos* de la IPH:

*Para obtener la distribución temporal de caudales mínimos, los métodos hidrológicos diferenciarán, al menos, dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos mediante la aplicación de alguno de los siguientes criterios:*

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

*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.*

*Estos criterios se aplicarán sobre una serie hidrológica representativa de al menos 20 años, preferentemente consecutivos, que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos.*

*La serie hidrológica utilizada deberá caracterizar el régimen natural y, siempre que sea posible, se definirá a escala diaria. Para la obtención de dicha serie podrán aplicarse las siguientes metodologías:*

*a) Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala diaria.*

*b) Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala mensual y posterior aplicación del patrón de distribución diario correspondiente a estaciones de control en régimen natural o cuasi-natural situadas en tramos pertenecientes al mismo tipo fluvial.*

#### 5.4.1.1. Obtención de las series en régimen natural

Las metodologías propuestas necesitan de una serie hidrológica representativa de al menos 20 años en régimen natural que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos. Esta serie debe estar caracterizada a escala diaria, y deberá ser determinada por una de las siguientes metodologías:

- Utilización directa de la red de aforos, de encontrarse las masas de agua en régimen natural o próximo al natural.
- Restitución de la serie en el caso de régimen alterado, que podrá realizarse mediante:
  - 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 será necesario estimar con posterioridad el régimen a escala diaria.
  - Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala diaria o mensual con la estimación posterior de la serie a escala diaria.

En la DHCMA se han obtenido series en régimen natural a escala diaria para gran parte de las masas de agua de la categoría río, bien en el punto final de la masa, bien en otros puntos de interés como las estaciones de aforo. Para ello se ha partido principalmente de registros de estaciones de aforo, simulaciones diarias realizadas con el modelo SSMA-2 y mediciones de las entradas a embalses facilitadas por los servicios de explotación de las presas, así como de las series de escurrentía generadas por el modelo SIMPA y las series de aportaciones mensuales calculadas en el marco del Plan Hidrológico para la estimación de los recursos hídricos.



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



**JUNTA DE ANDALUCÍA**  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

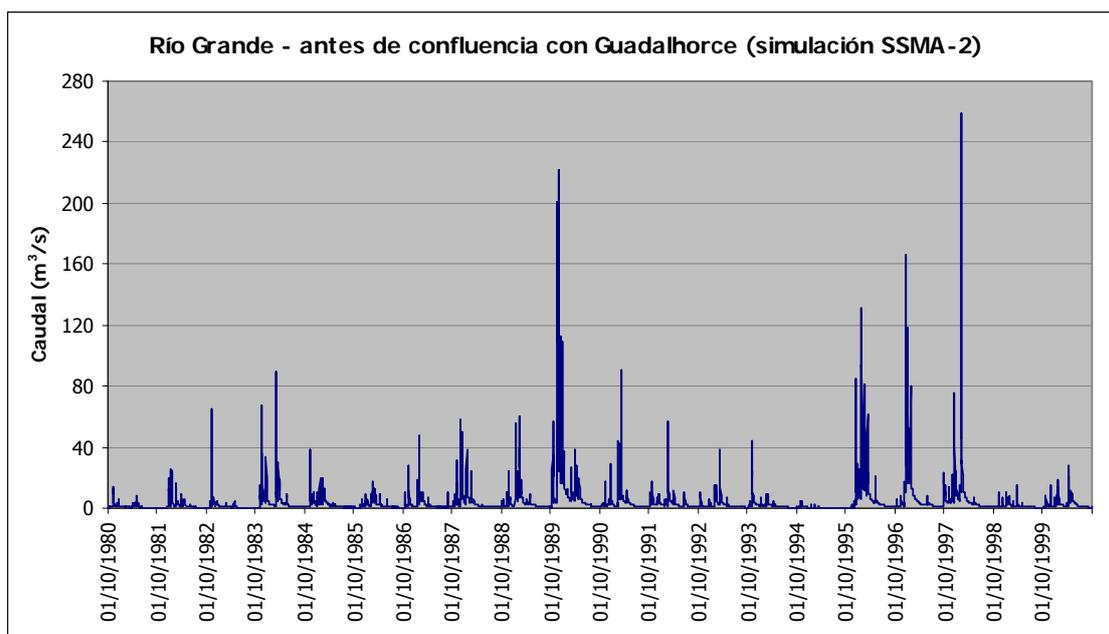


Figura 10. Restitución de series a escala diaria por modelización hidrológica

En función de los datos disponibles en cada caso -longitud de las series y calidad de las mismas- y de las características de cada zona, se ha diseñado una metodología específica para la obtención de cada una de ellas. Además, 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 otra ocasiones, siempre para masas de características muy similares, se han obtenido las series diarias mediante proporcionalidad de aportes.

En la siguiente figura y en la tabla a continuación se recogen los distintos métodos empleados para la obtención de series en régimen natural en la DHCMA:

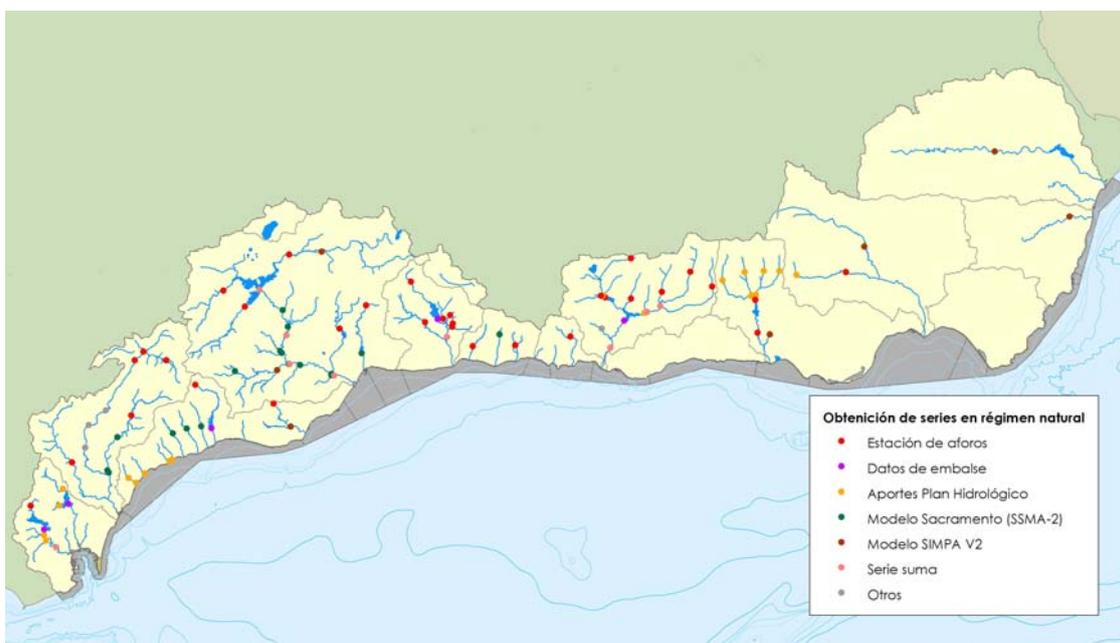


Figura 11. Métodos empleados para la obtención de series en régimen natural

Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
I-1	0611010	Alto Palmones	Charco Redondo	EA 6083	Diarios	1987-2006
	0611030	Valdeinfierno-La Hoya	Confluencia Palmones	Aportes PH2010 y distribución diaria EA 6083	Diarios	1985-2004
	0611040	Raudal	Confluencia Palmones	Aportes PH2010 y distribución diaria EA 6083	Diarios	1985-2004
	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Embalse 6507 y distribución diaria EA 6083	Diarios	1987-2006
			Aguas abajo afluentes	Suma Presa de Charco Redondo + afluentes	Diarios	1985-2004
	0611060	Guadacortes	---	Sin datos	---	---
	0611080	Alto Guadarranque	Cola embalse de Guadarranque	Proporcionalidad de superficie a partir de serie presa Guadarranque	Diarios	1987-2006
	0611100	Los Codos	Confluencia Guadarranque	Proporcionalidad de superficie a partir de serie presa Guadarranque	Diarios	1987-2006
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Embalse 6505 y distribución diaria EA 6083	Diarios	1987-2006
0611120	La Madre Vieja	---	Sin datos	---	---	
I-2	0612010A	Alto Guadalevín	Molino del Cojo	EA 6029	Diarios	1987-2006
	0612010B	Cabecera Guadiaro	Montejaque	EA 6105	Diarios	1996-2007
	0612020	Gaduares	Cueva del Gato	EA 6030	Diarios	1987-2006
	0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Presa Buitreras	EA 6033 (corregidos)	Diarios	1977-1996
	0612040A	Alto Genal	Puente Jubrique	Simulación SSMA-2	Diarios	1969-1988
	0612040B	Bajo Genal	Gaucín	Simulación SSMA-2	Diarios	1969-1988
	0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera	EA 6028	Diarios	1987-2006
	0612050B	Bajo Hozgarganta	---	Sin datos	---	---
	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Central Corchado	EA 6001 (corregidos)	Diarios	1980-1999
	0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite	EA 6060 (corregidos)	Diarios	1980-1999
Tras confluencia con Genal			Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
I-3	0613010	Alto Manilva	Fin de masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Guadalmanza	Diarios	1980-1999
	0613020	Bajo Manilva	Fin de masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Guadalmanza	Diarios	1980-1999
	0613030	Vaquero	Fin de masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Guadalmanza	Diarios	1980-1999
	0613040	Padrón	Fin de masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Guadalmanza	Diarios	1980-1999
	0613050	Castor	Fin de masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Guadalmanza	Diarios	1980-1999
	0613061	Alto Guadalmanza	Presa derivación	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0613062	Bajo Guadalmanza				
	0613071	Alto Guadalmina	Presa derivación	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina				
	0613091	Alto Guadaiza	Presa derivación	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza				
	0613110	Cabecera Verde de Marbella	Puente Manantial	EA 6102	Diarios	1994-2006
	0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	---	Sin datos	---	---
	0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción	Embalse 6504 (corregidos) y distribución diaria EA 6102	Diarios	1986-2005
	0613150	Real	---	Sin datos	---	---
	0613160	Alto y Medio Fuengirola	Barranco Blanco	EA 6108	Diarios	1998-2007
			Confluencia Alaminos y Ojén	SIMPA y distribución diaria EA 6108	Diarios	1986-2005
0613170	Bajo Fuengirola	---	Sin datos	---	---	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
I-4	0614021A	Cabecera del Guadalhorce	---	Sin datos	---	---
	0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla	EA 6091	Diarios	1987-2006
	0614021C	Marín (Alto Guadalhorce)	---	Sin datos	---	---
	0614022	La Villa	Fin masa	SIMPA	Mensuales	1980-2005
	0614040A	Serrato	---	Sin datos	---	---
	0614040B	Medio Guadalteba	Teba	EA 6093	Diarios	1977-1997
	0614050	La Venta	---	Sin datos	---	---
	0614070A	Alto Turón	---	Sin datos	---	---
	0614070B	Medio Turón	Ardales	EA 6011	Diarios	1986-2005
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aguas abajo presas Guadalhorce	Suma tres embalses	Diarios	1988-2007
	0614100	Piedras	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614110	Jévar	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614120	Las Cañas	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614130	Casarabonela	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Las Millanas	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614140B	Pereilas	Coín	SIMPA	Mensuales	1980-2005
	0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada	Suma tres embalses	Diarios	1988-2007
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Puente Coronado	Suma tres embalses + Simulación SSMA-2	Diarios	1984-1999
	0614160	Fahala	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614170	Breña Higuera	Confluencia Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614180	Alto Campanillas	Cola Embalse de Casasola	EA 6021	Diarios	1980-1999
	0614200	Bajo Campanillas	Confluencia Guadalhorce	Suma EA 6021 + Simulación SSMA-2	Diarios	1980-1999
	0614210	Bajo Guadalhorce	Tras confluencia Grande	Suma tres embalses + Simulación SSMA-2	Diarios	1984-1999
	0614220	Desembocadura Guadalhorce	Inicio masa	Suma tres embalses + Simulación SSMA-2	Diarios	1984-1999
0614230	Alto y Medio Guadalmedina	Casabermeja	EA 6022	Diarios	1987-2006	
0614250	Bajo Guadalmedina	Presa El Limonero	Simulación SSMA-2	Diarios	1970-1984	



Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
II-1	0621010	Alto y Medio Guaro	Alfarnatejo	EA 6013	Diarios	1987-2006
	0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	EA 6015	Diarios	1976-1994
			Los González	EA 6016	Diarios	1977-1996
	0621040	Almanchares	Pasada Granadillos	EA 6017	Diarios	1965-1994
	0621050	Rubite	Hoya del Brujo	EA 6018	Diarios	1975-1994
	0621060	Benamargosa	Salto del Negro	EA 6047	Diarios	1975-1994
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	Aportes PH2010 y distribución diaria EA 6013	Diarios	1975-1994	
		Aguas abajo afluentes MI	Suma Presa de la Viñuela + afluentes	Diarios	1975-1994	
II-2	0622010	La Madre	---	Sin datos	---	---
II-3	0623010	Algarrobo	La Umbría	EA 6020	Diarios	1986-2005
	0623020	Torrox	Torrox	Simulación SSMA-2	Diarios	1977-1996
	0623030	Chíllar	Vegueta de la Grama	EA 6436	Diarios	1986-1999
III-1	0631010	La Miel	---	Sin datos	---	---
	0631020	Jate	---	Sin datos	---	---
	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázulas	EA 6052 (corregidos)	Diarios	1980-1999
	0631040	Bajo Verde Almuñécar	---	Sin datos	---	---



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
III-2	0632010	Alto Guadalfeo	Narila	EA 6010	Diarios	1987-2006
	0632020	Alto Trevélez	Trevélez	EA 6103 (corregidos)	Diarios	1986-2008
	0632030	Alto Poqueira	Pampaneira	EA 6055 (corregidos)	Diarios	1986-2008
	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Confluencia con Guadalfeo	Suma EA 6103 + EA 6055	Diarios	1986-2008
	0632050	Chico de Órgiva	Confluencia con Guadalfeo	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6097	Diarios	1988-2007
	0632060A	Guadalfeo Cádiar-Trevélez	---	Sin datos	---	---
	0632060B	Medio Guadalfeo	Punte de Órgiva	Suma EA 6010 + EA 6103 + EA 6055	Diarios	1986-2005
	0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	EA 6042	Diarios	1946-1965
	0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	Restábal	EA 6098	Diarios	1987-2006
	0632080B	Albuñuelas	---	Sin datos	---	---
	0632090	Torrente	Confluencia con Guadalfeo	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6097	Diarios	1986-2008
	0632110	Alto y Medio Lanjarón	---	Sin datos	---	---
	0632120	Bajo Lanjarón	Lanjarón	EA 6097	Diarios	1988-2007
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	EA 6043	Diarios	1946-1965
	0632130B	Embalse de Rules	Presa de Rules	Suma Béznar + EA10 + EA103 + EA 55 + EA97 + Chico de Órgiva	Diarios	1988-2004
	0632140	La Toba	Puente Guájjar-Fondón	Proporcionalidad de aportes a partir de EA 6052	Diarios	1980-1999
0632150	Bajo Guadalfeo	Azud El Vínculo	Suma Presa de Rules + La Toba	Diarios	1988-2000	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 1. Obtención de series en régimen natural para la aplicación de los métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Fuente de datos	Tipo de datos	Periodo serie de datos
	Código	Nombre				
III-4	0634010	Alto Alcolea	Fin masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634020	Alto Bayárcal	Fin masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634030	Alto Yátor	Fin masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634040	Alto Ugíjar	Fin masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	El Esparragal	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634050B	Bajo Ugíjar	Las Tosquillas	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634050C	Bajo Yátor	Olivarejo	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de EA 6069	Diarios	1986-2006
	0634070A	Adra entre presa y Fuente de Marbella	Presa de Benínar	EA6069	Diarios	1986-2006
	0634070B	Adra entre Fuente de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella	EA6009	Diarios	1987-2006
	0634080	Chico de Adra	La Ventilla	SIMPA y distribución diaria EA 6048	Diarios	1986-2005
0634090	Bajo Adra	---	Sin datos	---	---	
IV-1	0641010	Alto Canjáyar	Fin masa	Proporcionalidad de aportes PH2010 a partir de serie Canjáyar	Diarios	2001-2007
	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	EA 6024 corregida con manantiales H.06.13.002-B y H.06.13.003-B	Diarios	2001-2007
	0641025	Huéneja o Isfalada	---	Sin datos	---	---
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	El Chono	SIMPA	Mensuales	1980-2005
	0641035	Fiñana	---	Sin datos	---	---
	0641040	Bajo Nacimiento	---	Sin datos	---	---
	0641050	Medio Andarax	---	Sin datos	---	---
	0641060Z	Bajo Andarax	---	Sin datos	---	---
V-1	0651010Z	Alto y Medio Aguas	Fin masa	SIMPA	Mensuales	1980-2005
	0651030	Bajo Aguas	---	Sin datos	---	---
V-2	0652010	Antas	---	Sin datos	---	---
	0652020	Alto Almanzora	Cantoria	SIMPA	Mensuales	1980-2005
	0652040	Medio Almanzora	---	Sin datos	---	---
	0652060	Bajo Almanzora	---	Sin datos	---	---



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



En el caso de *series obtenidas a escala mensual* ha sido necesario adecuar el régimen con el fin de construir un régimen sintético diario que permita la aplicación de los métodos hidrológicos anteriormente indicados. Para ello se ha aplicado un patrón de distribución diario correspondiente a estaciones de control en régimen natural o próximo al natural situadas en masas de características análogas.

Como punto de partida ha sido necesario identificar aquellas series pertenecientes a estaciones de aforo que recogen el régimen natural o bien que durante algún periodo han podido recoger dicho régimen a escala diaria, y que pertenecen a masas de agua próximas a la de la serie mensual y del mismo tipo de río según su naturaleza hidrológica. Posteriormente, se ha obtenido la pauta de cambio diaria para cada mes a partir del cociente de cada uno de los valores de caudales diarios de un mes del aforo de referencia con respecto al caudal medio de su mes, con lo que se obtiene entre 28 y 31 índices que indican cómo se producen las variaciones diarias con respecto a la media mensual en el aforo de referencia. Por último, cada índice diario obtenido de la serie patrón se multiplica por el valor del caudal mensual, de modo que los valores mensuales se incrementan o disminuyen en la proporción en la que se incrementa el índice diario del aforo de referencia.

No obstante, no en todas las masas de agua, principalmente en las situadas en la parte oriental de la DHCMA, se dispone de estaciones de aforo que puedan servir de referencia para construir el patrón diario, por lo que en estos casos, y ante la ausencia de otros métodos para obtener datos, no ha sido posible aplicar los métodos hidrológicos basados en series diarias, y se ha trabajado, sólo en aquellas masas en las que se han aplicado métodos de modelización del hábitat, con series mensuales (ver apartado 5.4.1.5).

En cuanto a la *selección del periodo de análisis*, la IPH recomienda utilizar una serie hidrológica representativa de al menos 20 años, preferentemente consecutivos, que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos. En la DHCMA se ha optado como norma general por los últimos 20 años de la serie, si bien para aquellas procedentes de estaciones de aforo se han tomado los valores previos a la alteración, en caso de haberla.

#### 5.4.1.2. Obtención de los caudales ecológicos mínimos por métodos hidrológicos

Dada la simplicidad con la que en determinadas ocasiones se ha calculado el caudal ecológico, como son porcentajes del módulo u de otro caudal característico, y sin una corroboración de los mismos en términos de su validez ambiental, se ha considerado que el caudal base, obtenido con métodos hidrológicos, y sobre el cual se diseñará el resto del régimen de caudales, debe contemplar las siguientes características:

- Estar basado en un estudio estadístico de una serie amplia de caudales históricos.
- Representar una situación mantenida durante un periodo largo de tiempo en el río, es decir, ser representativo del periodo de estiaje completo y no de sólo un día.
- Tener sentido biológico, es decir, tiene que ser suficiente para que las poblaciones que están adaptadas a esos tipos de estiaje se mantengan, o se recuperen de una situación perturbadora.
- Reflejar las situaciones normales que la cuenca es capaz de mantener, en situaciones de mínimo aporte hídrico, por parte de los mecanismos hidrogeológicos de ésta.



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



El caudal que se ha considerado idóneo, dentro de los posibles que se pueden calcular a partir del registro histórico, y que cumple con los requisitos aquí expuestos, es un caudal que se calcula a partir de las medias móviles de un grupo amplio de días correlativos, dentro de la serie anual de caudales diarios.

Entre los métodos, que se basan en el uso de medias móviles, se han empleado los siguientes:

- El método conocido como Método del Caudal Básico o QBM<sup>3</sup>, en el que 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. De esta forma se obtiene un caudal mínimo para cada año de la serie estudiada, tomando finalmente como valor de caudal mínimo ecológico alguna medida de centralización (media, mediana) de esa serie de caudales mínimos.
- El método aplicado en la cuenca del Tajo del Q25d<sup>4</sup>, método estadístico desarrollado en la Escuela de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid bajo la dirección de Diego García Jalón y 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. Este método es de aplicación para ríos permanentes, pero no para los temporales, en los que existe un número elevado de días sin caudal, normalmente agrupados en un periodo concreto del año, el estiaje, lo que da lugar a que los cálculos de medias móviles sobre intervalos cortos de número de días den un resultado igual a cero. Para estos ríos, la empresa Ecohidraulica S.L., colaboradora en la elaboración de los trabajos, propone el uso de intervalos de 90 y 110 días consecutivos para ríos temporales o estacionales e intermitentes o fuertemente estacionales, respectivamente, intervalos que han sido de aplicación en los trabajos de la DHCMA.
- El método desarrollado por Baeza (2000)<sup>5</sup>, en el que 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. Los cambios de pendientes en algunas de estas curvas se pueden explicar con aspectos de recarga y descarga de la cuenca y aportes al río. El caudal elegido estará relacionado con la resistencia que la cuenca presenta a los momentos más críticos en el año de los estiajes, y está mantenido por aportes de las reservas de la cuenca, que son extraordinariamente importantes para el funcionamiento del sistema fluvial en el verano, y que hacen que los días de aguas muy bajas sean muy pocos y extraordinariamente improbables en el río. Para obtener el cambio de pendiente en la curva se normalizan los valores, dividiendo tanto el valor de los caudales como el del tamaño del intervalo entre los valores máximos. Una vez normalizada la curva se calcula la pendiente entre intervalos y, finalmente, se observa dónde disminuye por debajo del valor 1. Para asegurar la constancia de los valores de caudal obtenidos a partir de ese dato se lleva a cabo una verificación, que consiste en observar que los incrementos del valor de caudal, a partir del seleccionado, permanezcan con muy poca variación, al menos durante 5 días.

---

<sup>3</sup> Palau A., J. Alcázar, C. Alcácer & J. Roi. 1998. "Metodología de cálculo de regímenes de caudales e mantenimiento". Informe técnico para el CEDEX. Ministerio de Medio Ambiente.

<sup>4</sup> Baeza D. & 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.

<sup>5</sup> 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.



El caudal obtenido por estos métodos ha sido validado estadísticamente, comparando sus valores con los de la curva de frecuencias de caudales mínimos de cada tramo, así como la posición en la curva de caudales clasificados (percentiles 5 y 15).

De este modo, se han obtenido seis estimaciones para cada masa de agua en la que se han aplicado los métodos hidrológicos, dos correspondientes a los percentiles 5 y 15 y cuatro obtenidas a partir de métodos basados en el cálculo de medias móviles:

- **QBM media:** mayor incremento anual de medias móviles mínimas, según el método QBM, obteniéndose la media de toda la serie obtenida.
- **QBM mediana:** mayor incremento anual de medias móviles mínimas, según el método QBM obteniéndose la mediana de toda la serie obtenida.
- **QXd:** valor medio de los mínimos obtenidos al calcular la media móvil de un intervalo de 25, 90 ó 110 días de todos los caudales diarios de los años estudiados.
- **Q cambio de pendiente:** caudal que corresponde a un cambio mantenido en la pendiente registrada entre los intervalos de las series de medias móviles mínimas generadas a partir de las series de caudales diarios anuales.
- **Percentil 5:** partiendo de la curva de caudales clasificados se obtiene para cada año el valor que deja por debajo al 5 % de todos los valores anuales, y el percentil 5 % se obtiene calculando la media de todos los valores obtenidos de esta forma en la serie de años estudiada.
- **Percentil 15:** partiendo de la curva de caudales clasificados se obtiene para cada año el valor que deja por debajo al 15 % de todos los valores anuales, y el percentil 15 % se obtiene calculando la media de todos los valores obtenidos de esta forma en la serie de años estudiada.

A continuación se incluye una tabla con los resultados de caudales mínimos obtenidos por métodos hidrológicos para las masas de agua de la DHCMA en la que se ha contado con una serie diaria representativa del régimen natural:



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



Tabla 2. Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Q medio	Caudales mínimos					
	Código	Nombre				Q pendiente	Q X nº días	QBM media	QBM mediana	Percentil 5	Percentil 15
I-1	0611010	Alto Palmones	Charco Redondo	Intermitente	0,349	0,003	0,006	0,004	0,004	0,000	0,000
	0611030	Valdeinfierno-La Hoya	Confluencia Palmones	Temporal	0,834	0,001	0,001	0,002	0,002	0,000	0,000
	0611040	Raudal	Confluencia Palmones	Permanente	0,747	0,001	0,001	0,004	0,004	0,000	0,000
	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Intermitente	1,061	0,002	0,004	0,012	0,012	0,000	0,000
			Aguas abajo afluentes	Permanente	2,637	0,014	0,001	0,025	0,002	0,000	0,000
	0611080	Alto Guadarranque	Cola embalse de Guadarranque	Intermitente	0,864	0,010	0,002	0,021	0,002	0,000	0,000
	0611100	Los Codos	Confluencia Guadarranque	Intermitente	0,463	0,006	0,001	0,011	0,001	0,000	0,000
061110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Intermitente	1,542	0,002	0,019	0,005	0,003	0,000	0,000	
I-2	0612010A	Alto Guadalevín	Molino del Cojo	Permanente	0,312	0,035	0,026	0,026	0,026	0,027	0,034
	0612010B	Cabecera Guadiaro	Montejaque	Permanente	1,006	0,331	0,250	0,223	0,267	0,238	0,301
	0612020	Gaduares	Cueva del Gato	Permanente	1,396	0,157	0,083	0,066	0,075	0,081	0,133
	0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Presa Buitreras	Permanente	5,981	0,349	0,187	0,169	0,174	0,184	0,274
	0612040A	Alto Genal	Puente Jubrique	Permanente	1,709	0,331	0,216	0,228	0,225	0,217	0,271
	0612040B	Bajo Genal	Gaucín	Permanente	2,645	0,693	0,377	0,410	0,421	0,379	0,476
	0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera	Intermitente	2,250	0,003	0,028	0,001	0,001	0,000	0,000
	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Central Corchado	Permanente	8,223	0,574	0,289	0,258	0,230	0,281	0,483
	0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite	Permanente	11,439	0,763	0,407	0,467	0,410	0,418	0,676
Tras confluencia con Genal			Permanente	14,278	1,286	0,794	0,892	0,816	0,814	1,164	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 2. Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Q medio	Caudales mínimos					
	Código	Nombre				Q pendiente	Q X nº días	QBM media	QBM mediana	Percentil 5	Percentil 15
I-3	0613010	Alto Manilva	Fin de masa	Permanente	0,247	0,029	0,019	0,020	0,019	0,018	0,026
	0613020	Bajo Manilva	Fin de masa	Permanente	0,269	0,032	0,020	0,022	0,021	0,020	0,028
	0613030	Vaquero	Fin de masa	Permanente	0,265	0,031	0,020	0,022	0,020	0,019	0,028
	0613040	Padrón	Fin de masa	Permanente	0,249	0,029	0,019	0,020	0,019	0,018	0,026
	0613050	Castor	Fin de masa	Permanente	0,220	0,026	0,017	0,018	0,017	0,016	0,023
	0613061	Alto Guadalmana	Presa derivación	Permanente	0,564	0,067	0,043	0,046	0,044	0,041	0,059
	0613062	Bajo Guadalmana									
	0613071	Alto Guadalmina	Presa derivación	Permanente	0,641	0,079	0,051	0,057	0,047	0,049	0,070
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina									
	0613091	Alto Guadaiza	Presa derivación	Permanente	0,476	0,063	0,040	0,043	0,038	0,039	0,055
	0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza									
	0613110	Cabecera Verde de Marbella	Puente Manantial	Permanente	0,533	0,284	0,199	0,224	0,205	0,195	0,235
	0613140	Bajo Verde de Marbella	Barranco Blanco	Permanente	0,094	0,059	0,023	0,017	0,017	0,020	0,027
	0613160	Alto y Medio Fuengirola									
		Confluencia Alaminos y Ojén	Permanente	0,774	0,027	0,018	0,020	0,017	0,018	0,026	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 2. Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Q medio	Caudales mínimos					
	Código	Nombre				Q pendiente	Q X nº días	QBM media	QBM mediana	Percentil 5	Percentil 15
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla	Permanente	2,390	0,134	0,053	0,137	0,193	0,044	0,072
	0614040B	Medio Guadalteba	Teba	Permanente	1,211	0,238	0,164	0,137	0,130	0,171	0,226
	0614070B	Medio Turón	Ardales	Permanente	1,326	0,089	0,056	0,065	0,061	0,055	0,081
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aguas abajo presas Guadalhorce	Permanente	4,449	0,559	0,367	0,390	0,353	0,369	0,471
	0614100	Piedras	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,297	0,045	0,032	0,032	0,024	0,031	0,038
	0614110	Jévar	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,368	0,036	0,020	0,022	0,013	0,019	0,027
	0614120	Las Cañas	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,331	0,019	0,006	0,022	0,021	0,005	0,014
	0614130	Casarabonela	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,339	0,034	0,017	0,023	0,010	0,017	0,027
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Las Millanas	Permanente	1,787	0,431	0,302	0,267	0,240	0,295	0,377
	0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Confluencia Guadalhorce	Permanente	3,986	0,802	0,545	0,546	0,452	0,545	0,709
	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada	Permanente	4,449	0,559	0,367	0,390	0,353	0,369	0,471
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Puente Coronado	Permanente	4,839	0,605	0,392	0,409	0,334	0,403	0,510
	0614160	Fahala	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,258	0,011	0,003	0,020	0,012	0,003	0,007
	0614170	Breña Higuera	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,176	0,012	0,004	0,018	0,016	0,004	0,006
	0614180	Alto Campanillas	Cola Embalse de Casasola	Permanente	0,448	0,037	0,022	0,023	0,021	0,021	0,029
	0614200	Bajo Campanillas	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,859	0,006	0,006	0,006	0,001	0,000	0,001
	0614210	Bajo Guadalhorce	Tras confluencia Grande	Permanente	8,950	1,395	1,005	1,013	0,967	1,018	1,255
	0614220	Desembocadura Guadalhorce	Inicio masa	Permanente	10,355	1,463	1,051	1,066	1,011	1,063	1,311
	0614230	Alto y Medio Guadalmedina	Casabermeja	Intermitente	0,172	0,001	0,003	0,003	0,003	0,000	0,001
	0614250	Bajo Guadalmedina	Presa El Limonero	Intermitente	0,428	0,011	0,005	0,008	0,005	0,005	0,009



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 2. Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Q medio	Caudales mínimos					
	Código	Nombre				Q pendiente	Q X nº días	QBM media	QBM mediana	Percentil 5	Percentil 15
II-1	0621010	Alto y Medio Guaro	Alfarnatejo	Intermitente	0,185	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
	0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	Permanente	0,236	0,006	0,002	0,012	0,005	0,002	0,003
			Los González	Permanente	0,178	0,023	0,013	0,011	0,010	0,012	0,019
	0621040	Almanchares	Pasada Granadillos	Temporal	0,079	0,004	0,005	0,002	0,002	0,000	0,002
	0621050	Rubite	Hoya del Brujo	Temporal	0,182	0,003	0,004	0,000	0,001	0,000	0,001
	0621060	Benamargosa	Salto del Negro	Temporal	0,691	0,031	0,035	0,044	0,036	0,007	0,017
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	Intermitente	1,642	0,027	0,027	0,008	0,009	0,000	0,000
Aguas abajo afluentes MI			Temporal	2,300	0,010	0,013	0,078	0,025	0,002	0,005	
II-3	0623010	Algarrobo	La Umbría	Permanente	0,278	0,040	0,025	0,033	0,014	0,021	0,034
	0623020	Torrox	Torrox	Permanente	0,233	0,192	0,174	0,181	0,181	0,175	0,187
	0623030	Chíllar	Vegueta de la Grama	Permanente	0,133	0,113	0,105	0,119	0,118	0,107	0,115
III-1	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázuas	Permanente	0,460	0,229	0,181	0,145	0,135	0,181	0,216
III-2	0632010	Alto Guadalfeo	Narila	Permanente	0,400	0,041	0,047	0,007	0,001	0,008	0,031
	0632020	Alto Trevélez	Trevélez	Permanente	1,130	0,370	0,208	0,214	0,213	0,206	0,325
	0632030	Alto Poqueira	Pampaneira	Permanente	1,008	0,318	0,187	0,227	0,194	0,188	0,279
	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	2,131	0,738	0,454	0,463	0,412	0,446	0,670
	0632050	Chico de Órgiva	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	0,209	0,038	0,027	0,034	0,029	0,025	0,033
	0632060B	Medio Guadalfeo	Punte de Órgiva	Permanente	2,540	0,768	0,441	0,873	0,429	0,436	0,672
	0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	Permanente	0,431	0,219	0,170	0,139	0,127	0,165	0,185
	0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	Restábal	Permanente	1,561	0,835	0,802	0,812	0,739	0,657	0,903
	0632090	Torrente	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	0,261	0,047	0,033	0,041	0,036	0,032	0,041
	0632120	Bajo Lanjarón	Lanjarón	Permanente	0,303	0,055	0,039	0,048	0,042	0,037	0,048
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	Permanente	1,937	1,019	0,833	0,785	0,744	0,835	1,005
	0632130B	Embalse de Rules	Presa de Rules	Permanente	5,799	2,508	1,979	2,106	1,955	1,983	2,417
	0632140	La Toba	Puente Guájar-Fondón	Permanente	0,575	0,292	0,226	0,181	0,169	0,226	0,271
0632150	Bajo Guadalfeo	Azud El Vínculo	Permanente	6,571	2,563	2,152	2,686	3,208	2,182	2,469	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 2. Resultados de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Sub-sistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Q medio	Caudales mínimos					
	Código	Nombre				Q pendiente	Q X nº días	QBM media	QBM mediana	Percentil 5	Percentil 15
III-4	0634010	Alto Alcolea	Fin masa	Permanente	0,091	0,015	0,009	0,008	0,007	0,009	0,012
	0634020	Alto Bayárcal	Fin masa	Permanente	0,120	0,019	0,012	0,010	0,009	0,012	0,016
	0634030	Alto Yátor	Fin masa	Permanente	0,216	0,035	0,022	0,019	0,016	0,021	0,029
	0634040	Alto Ugíjar	Fin masa	Permanente	0,125	0,020	0,013	0,011	0,009	0,012	0,017
	0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	El Esparragal	Permanente	0,388	0,062	0,040	0,033	0,029	0,038	0,053
	0634050B	Bajo Ugíjar	Las Tosquillas	Permanente	0,332	0,053	0,034	0,029	0,025	0,033	0,045
	0634050C	Bajo Yátor	Olivarejo	Permanente	0,359	0,058	0,037	0,031	0,027	0,035	0,049
	0634070A	Adra entre presa y Fuente de Marbella	Presa de Benínar	Permanente	1,085	0,174	0,110	0,093	0,080	0,107	0,148
	0634070B	Adra entre Fuente de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella	Permanente	0,955	0,597	0,529	0,505	0,420	0,538	0,597
0634080	Chico de Adra	La Ventilla	Permanente	0,202	0,059	0,048	0,043	0,041	0,047	0,056	
IV-1	0641010	Alto Canjáyar	Fin masa	Permanente	0,084	0,041	0,035	0,032	0,034	0,035	0,041
	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	Permanente	0,301	0,147	0,125	0,114	0,121	0,126	0,148



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

#### 5.4.1.3. Distribución temporal de caudales mínimos

Una vez determinado el caudal ecológico mínimo que debe circular por cada tramo del río, hay que establecer un régimen anual de modo que el mínimo a mantener no sea siempre el mismo, sino que varíe a lo largo del año de un modo similar a como cambiaría el flujo de forma natural. Esto se puede hacer a diferentes escalas temporales, que pueden ir desde al menos dos periodos (época húmeda-época seca) hasta el nivel de detalle máximo que puede considerarse el régimen mensual.

En la DHCMA se ha optado, en el caso de los métodos hidrológicos, por establecer una distribución mensual, para lo que existen varios métodos posibles. Lo más habitual es tratar de simular el régimen natural utilizando índices mensuales basados en las medias de caudales mensuales naturales, de modo que se utilice el régimen natural como un patrón cuyas pautas de fluctuación imitará el régimen ecológico propuesto. Para ello se determinan doce índices mensuales ( $I_x$ ) que se aplican al caudal ecológico mínimo obtenido ( $Q_{eco}$ ), y que son el resultado de dividir el caudal medio mensual de cada mes ( $Q_x$ ) por el caudal medio mensual del mes mínimo ( $Q_{min}$ ). En algunos casos, a estos doce índices se les suele aplicar un coeficiente ( $n$ ) que amortigüe o extreme los cambios mensuales, coeficiente que suele ser la raíz cuadrada<sup>6</sup>.

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

En el caso de ríos temporales, para respetar el periodo de estiaje, se ha tomado como referencia para calcular los índices mensuales en vez del mes mínimo, cuyo caudal sería cero, el primer mes que el río lleva agua de forma natural, y se ha comenzado a construir el régimen propuesto partiendo de dicho mes.

Las propuestas de distribución temporal se han realizado para los cuatro valores de caudales mínimos obtenidos a partir de métodos basados en el cálculo de medias móviles, si bien en la siguiente tabla se recogen sólo aquellas correspondientes al menor y al mayor valor, moviéndose el resto entre estos rangos:

---

<sup>6</sup> Palau A. & J. Alcázar. 1996. "The Basic Flow: An alternative approach to calculate minimum environmental instream flows". Proceedings of 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics. Quebec (Canadá). Vol. A: 547-558.

Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
I-1	0611010	Alto Palmones	Charco Redondo	Intermitente	1	0,016	0,154	0,268	0,186	0,141	0,103	0,079	0,023	0,006	0,000	0,000	0,000	0,081	23,3%
						0,008	0,072	0,125	0,086	0,066	0,048	0,037	0,011	0,003	0,000	0,000	0,000	0,038	10,8%
	0611030	Valdeinfierno-La Hoya	Confluencia Palmones	Temporal	1	0,184	0,490	0,850	0,534	0,478	0,211	0,147	0,046	0,002	0,002	0,004	0,008	0,246	30,1%
						0,173	0,462	0,801	0,503	0,450	0,198	0,139	0,043	0,001	0,001	0,004	0,007	0,232	28,4%
	0611040	Raudal	Confluencia Palmones	Permanente	0,8	0,194	0,498	0,901	0,539	0,500	0,272	0,222	0,096	0,015	0,003	0,018	0,001	0,272	36,3%
						0,033	0,085	0,154	0,092	0,085	0,046	0,038	0,016	0,002	0,001	0,003	0,000	0,046	6,2%
	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Intermitente	0,8	0,040	0,130	0,362	0,267	0,214	0,166	0,111	0,064	0,012	0,000	0,000	0,000	0,114	10,7%
						0,006	0,019	0,054	0,040	0,032	0,025	0,017	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000	0,017	1,6%
			Aguas abajo afluentes	Permanente	0,5	0,452	0,781	1,261	0,981	0,892	0,661	0,539	0,352	0,078	0,004	0,036	0,001	0,503	19,1%
	0611080	Alto Guadarranque	Cola embalse de Guadarranque	Intermitente	0,8	0,030	0,052	0,084	0,066	0,060	0,044	0,036	0,024	0,007	0,002	0,005	0,001	0,034	1,3%
						0,078	0,177	0,530	0,378	0,318	0,250	0,140	0,080	0,021	0,003	0,000	0,000	0,165	19,0%
	0611100	Los Codos	Confluencia Guadarranque	Intermitente	0,8	0,006	0,015	0,044	0,031	0,026	0,021	0,012	0,007	0,002	0,000	0,000	0,000	0,014	1,6%
0,042						0,095	0,284	0,202	0,170	0,134	0,075	0,043	0,011	0,002	0,000	0,000	0,088	19,0%	
0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Intermitente	0,5	0,003	0,008	0,023	0,017	0,014	0,011	0,006	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,007	1,6%	
					0,141	0,237	0,469	0,380	0,341	0,294	0,204	0,144	0,062	0,009	0,000	0,000	0,190	12,3%	
						0,023	0,039	0,077	0,063	0,056	0,048	0,034	0,024	0,010	0,003	0,000	0,031	2,0%	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
I-2	0612010A	Alto Guadalquivir	Molino del Cojo	Permanente	0,5	0,090	0,124	0,176	0,135	0,114	0,086	0,078	0,063	0,044	0,035	0,049	0,064	0,088	28,2%
						0,067	0,092	0,130	0,100	0,084	0,064	0,057	0,046	0,033	0,026	0,036	0,047	0,065	20,9%
	0612010B	Cabecera Guadiaro	Montejaque	Permanente	0,5	0,442	0,611	0,846	0,876	0,814	0,736	0,656	0,566	0,452	0,365	0,289	0,342	0,583	57,8%
						0,298	0,412	0,571	0,591	0,549	0,496	0,442	0,381	0,305	0,251	0,223	0,243	0,397	39,3%
	0612020	Gaduares	Cueva del Gato	Permanente	0,5	0,361	0,679	0,906	0,913	0,717	0,675	0,571	0,466	0,296	0,238	0,143	0,104	0,506	36,2%
						0,152	0,285	0,381	0,384	0,302	0,284	0,240	0,196	0,124	0,100	0,077	0,066	0,216	15,5%
	0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Presas Buitreras	Permanente	0,5	0,854	1,826	2,433	2,727	2,608	2,024	1,539	1,358	0,788	0,560	0,300	0,261	1,440	23,9%
						0,414	0,885	1,180	1,322	1,264	0,981	0,746	0,658	0,382	0,248	0,181	0,169	0,703	11,7%
	0612040A	Alto Genal	Puente Jubrique	Permanente	0,5	0,489	0,804	1,062	1,394	1,275	0,928	0,815	0,701	0,545	0,447	0,344	0,270	0,756	44,0%
						0,319	0,525	0,693	0,910	0,832	0,605	0,532	0,457	0,355	0,292	0,243	0,216	0,498	29,0%
	0612040B	Bajo Genal	Gaucín	Permanente	0,5	0,963	1,615	2,087	2,641	2,506	1,907	1,652	1,438	1,141	0,856	0,596	0,466	1,489	55,9%
						0,542	0,879	1,136	1,438	1,364	1,038	0,899	0,783	0,621	0,511	0,427	0,377	0,835	31,4%
	0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera	Intermitente	0,6	0,319	0,674	1,486	1,234	0,929	0,791	0,578	0,387	0,140	0,011	0,000	0,012	0,547	24,3%
						0,007	0,015	0,032	0,027	0,020	0,017	0,012	0,008	0,003	0,001	0,000	0,001	0,012	0,5%
	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Central Corchado	Permanente	0,5	1,179	3,238	4,062	3,983	3,708	2,712	2,368	2,044	1,257	0,838	0,504	0,419	2,192	26,5%
						0,472	1,297	1,626	1,595	1,485	1,086	0,948	0,818	0,503	0,335	0,252	0,230	0,887	10,7%
	0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite	Permanente	0,5	1,523	3,829	5,246	5,122	4,604	3,304	2,902	2,385	1,454	1,009	0,689	0,662	2,727	23,7%
						0,812	2,042	2,798	2,732	2,456	1,762	1,548	1,272	0,776	0,538	0,415	0,407	1,463	12,7%
Tras confluencia con Genal			Permanente	0,5	2,426	5,701	7,435	7,206	6,654	4,807	4,244	3,574	2,268	1,638	1,174	1,117	4,020	28,0%	
					1,497	3,518	4,589	4,447	4,106	2,967	2,619	2,205	1,400	1,011	0,814	0,794	2,497	17,4%	

Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
I-3	0613010	Alto Manilva	Fin de masa	Permanente	0,5	0,053	0,109	0,129	0,122	0,101	0,083	0,073	0,060	0,041	0,032	0,029	0,029	0,072	29,1%
						0,034	0,070	0,083	0,079	0,065	0,053	0,047	0,039	0,026	0,021	0,019	0,019	0,046	18,7%
	0613020	Bajo Manilva	Fin de masa	Permanente	0,5	0,057	0,119	0,141	0,133	0,110	0,090	0,080	0,065	0,045	0,035	0,032	0,032	0,078	29,1%
						0,037	0,076	0,090	0,086	0,071	0,058	0,051	0,042	0,029	0,023	0,020	0,021	0,050	18,7%
	0613030	Vaquero	Fin de masa	Permanente	0,5	0,057	0,117	0,139	0,131	0,109	0,089	0,079	0,065	0,044	0,035	0,031	0,032	0,077	29,1%
						0,036	0,075	0,089	0,084	0,070	0,057	0,050	0,041	0,028	0,022	0,020	0,020	0,050	18,7%
	0613040	Padrón	Fin de masa	Permanente	0,5	0,053	0,110	0,131	0,124	0,102	0,084	0,074	0,061	0,041	0,033	0,029	0,030	0,073	29,1%
						0,034	0,071	0,084	0,079	0,066	0,054	0,047	0,039	0,026	0,021	0,019	0,019	0,047	18,7%
	0613050	Castor	Fin de masa	Permanente	0,5	0,047	0,097	0,115	0,109	0,090	0,074	0,065	0,054	0,036	0,029	0,026	0,026	0,064	29,1%
						0,030	0,062	0,074	0,070	0,058	0,047	0,042	0,034	0,023	0,019	0,017	0,017	0,041	18,7%
	0613062	Bajo Guadalmanza	Presa derivación	Permanente	0,5	0,121	0,249	0,295	0,280	0,231	0,190	0,167	0,137	0,093	0,074	0,067	0,067	0,164	29,1%
						0,077	0,160	0,190	0,179	0,148	0,122	0,107	0,088	0,060	0,047	0,043	0,043	0,105	18,7%
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Presa derivación	Permanente	0,5	0,137	0,289	0,344	0,327	0,271	0,223	0,193	0,161	0,111	0,088	0,079	0,080	0,192	29,9%	
					0,082	0,172	0,205	0,194	0,161	0,132	0,115	0,096	0,066	0,052	0,047	0,048	0,114	17,8%	
0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Presa derivación	Permanente	0,5	0,106	0,219	0,267	0,254	0,207	0,172	0,149	0,125	0,088	0,070	0,063	0,063	0,149	31,2%	
					0,064	0,133	0,162	0,154	0,126	0,105	0,090	0,075	0,053	0,043	0,038	0,038	0,090	18,9%	
0613110	Cabecera Verde de Marbella	Puente Manantial	Permanente	0,5	0,254	0,291	0,426	0,500	0,406	0,331	0,302	0,290	0,284	0,289	0,287	0,299	0,330	61,8%	
					0,178	0,205	0,300	0,352	0,286	0,233	0,213	0,204	0,199	0,203	0,202	0,210	0,232	43,4%	
0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción	Permanente	0,5	0,487	0,936	1,393	1,030	0,958	0,932	0,711	0,506	0,359	0,267	0,157	0,233	0,664	30,5%	
					0,213	0,410	0,610	0,451	0,419	0,408	0,311	0,222	0,157	0,117	0,090	0,109	0,293	13,5%	
0613160	Alto y Medio Fuengirola	Barranco Blanco	Permanente	0,5	0,025	0,031	0,045	0,039	0,045	0,056	0,054	0,048	0,047	0,033	0,028	0,023	0,039	41,7%	
		Confluencia entre Alaminos y Ojén	Permanente	0,5	0,018	0,022	0,033	0,029	0,033	0,041	0,040	0,035	0,034	0,024	0,020	0,017	0,029	30,7%	
					0,113	0,171	0,243	0,208	0,174	0,139	0,100	0,063	0,037	0,027	0,027	0,044	0,112	14,5%	
					0,072	0,108	0,153	0,132	0,110	0,088	0,063	0,040	0,023	0,017	0,017	0,028	0,071	9,2%	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla	Permanente	0,5	0,447	0,777	1,140	1,192	1,123	0,980	0,734	0,619	0,430	0,154	0,175	0,278	0,671	27,9%
						0,122	0,212	0,312	0,326	0,307	0,268	0,201	0,169	0,117	0,053	0,056	0,076	0,185	7,7%
	0614040B	Medio Guadalteba	Teba	Permanente	0,5	0,348	0,555	0,708	0,771	0,817	0,674	0,559	0,454	0,333	0,251	0,238	0,268	0,498	40,8%
						0,190	0,303	0,387	0,422	0,447	0,368	0,306	0,248	0,182	0,137	0,130	0,147	0,272	22,3%
	0614070B	Medio Turón	Ardales	Permanente	0,5	0,225	0,358	0,523	0,512	0,535	0,425	0,346	0,271	0,172	0,104	0,088	0,099	0,305	22,8%
						0,142	0,227	0,331	0,324	0,338	0,269	0,219	0,171	0,109	0,066	0,056	0,063	0,193	14,5%
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aguas abajo presas Guadalhorce	Permanente	0,5	1,060	1,517	2,216	2,419	2,402	2,116	1,735	1,448	1,017	0,619	0,529	0,646	1,477	33,0%
						0,670	0,959	1,400	1,528	1,518	1,337	1,096	0,915	0,642	0,391	0,353	0,408	0,935	20,9%
	0614100	Piedras	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,6	0,056	0,239	0,264	0,254	0,232	0,124	0,092	0,074	0,057	0,052	0,046	0,042	0,128	42,8%
						0,030	0,127	0,141	0,136	0,124	0,066	0,049	0,040	0,030	0,028	0,026	0,024	0,068	22,9%
	0614110	Jévar	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,5	0,050	0,163	0,210	0,225	0,171	0,096	0,074	0,073	0,050	0,043	0,035	0,031	0,102	27,6%
						0,018	0,060	0,078	0,083	0,063	0,036	0,027	0,027	0,018	0,016	0,014	0,013	0,038	10,2%
	0614120	Las Cañas	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,5	0,047	0,117	0,136	0,143	0,124	0,081	0,070	0,054	0,040	0,022	0,022	0,023	0,073	22,1%
						0,012	0,030	0,035	0,037	0,032	0,021	0,018	0,014	0,011	0,006	0,006	0,006	0,019	5,7%
	0614130	Casarabonela	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,6	0,073	0,174	0,231	0,214	0,201	0,164	0,122	0,108	0,066	0,042	0,034	0,038	0,122	36,0%
						0,022	0,052	0,069	0,064	0,060	0,049	0,037	0,032	0,020	0,012	0,010	0,011	0,037	10,8%
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Las Millanas	Permanente	0,5	0,702	1,131	1,240	1,187	1,236	1,035	0,932	0,787	0,597	0,483	0,410	0,413	0,846	47,1%
						0,391	0,629	0,690	0,661	0,688	0,576	0,519	0,438	0,332	0,269	0,240	0,241	0,473	26,3%
0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Confluencia Guadalhorce	Permanente	0,5	1,239	2,349	2,688	2,635	2,600	2,013	1,680	1,393	1,074	0,889	0,772	0,779	1,676	41,8%	
					0,699	1,325	1,516	1,486	1,466	1,136	0,947	0,786	0,606	0,502	0,452	0,454	0,948	23,7%	
0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Puente Coronado	Permanente	0,5	1,005	1,545	2,367	2,730	2,775	2,015	1,518	1,351	0,992	0,646	0,605	0,637	1,516	31,1%	
					0,554	0,852	1,305	1,505	1,530	1,111	0,837	0,745	0,547	0,356	0,334	0,351	0,836	17,1%	
0614160	Fahala	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,5	0,010	0,155	0,195	0,192	0,167	0,108	0,051	0,034	0,025	0,015	0,011	0,009	0,081	31,2%	
					0,004	0,026	0,033	0,032	0,028	0,018	0,008	0,007	0,006	0,004	0,004	0,003	0,014	5,5%	
0614170	Breña Higuera	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,5	0,010	0,069	0,132	0,144	0,129	0,068	0,041	0,051	0,021	0,015	0,011	0,009	0,058	33,0%	
					0,005	0,018	0,034	0,037	0,033	0,017	0,010	0,013	0,007	0,006	0,005	0,004	0,016	8,9%	
0614180	Alto Campanillas	Cola Embalse de Casasola	Permanente	0,5	0,069	0,134	0,220	0,188	0,165	0,114	0,088	0,075	0,047	0,038	0,037	0,039	0,101	22,5%	
					0,040	0,077	0,127	0,109	0,096	0,066	0,051	0,043	0,027	0,022	0,021	0,022	0,059	13,0%	
0614200	Bajo Campanillas	Confluencia Guadalhorce	Intermitente	0,7	0,109	0,307	0,409	0,358	0,253	0,126	0,079	0,063	0,017	0,006	0,009	0,024	0,147	17,0%	
					0,023	0,065	0,086	0,076	0,053	0,026	0,017	0,013	0,004	0,001	0,002	0,005	0,031	3,6%	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
I-4	0614210	Bajo Guadalhorce	Tras confluencia Grande	Permanente	0,5	2,210	3,308	4,781	5,673	5,720	4,144	3,110	2,751	2,094	1,520	1,395	1,436	3,179	35,2%
						1,532	2,293	3,315	3,933	3,965	2,873	2,156	1,907	1,452	1,054	0,967	0,996	2,204	24,4%
	0614220	Desembocadura Guadalhorce	Inicio masa	Permanente	0,5	2,453	3,601	5,407	6,390	6,265	4,416	3,259	2,930	2,175	1,584	1,463	1,534	3,456	33,1%
						1,696	2,489	3,738	4,418	4,331	3,053	2,253	2,025	1,504	1,095	1,011	1,061	2,390	22,9%
0614230	Alto y Medio Guadalmedina	Casabermeja	Intermitente	0,8	0,035	0,136	0,347	0,324	0,242	0,216	0,136	0,086	0,015	0,003	0,001	0,002	0,128	74,4%	
					0,011	0,044	0,111	0,104	0,078	0,069	0,044	0,028	0,008	0,002	0,001	0,002	0,042	24,2%	
0614250	Bajo Guadalmedina	Presa El Limonero	Intermitente	0,5	0,039	0,085	0,092	0,145	0,116	0,090	0,090	0,053	0,024	0,017	0,009	0,010	0,064	14,9%	
					0,019	0,041	0,044	0,070	0,056	0,043	0,043	0,026	0,012	0,007	0,005	0,006	0,031	7,2%	
II-1	0621010	Alto y Medio Guaro	Alfarnatejo	Intermitente	0,7	0,010	0,044	0,109	0,124	0,070	0,067	0,044	0,025	0,003	0,000	0,000	0,000	0,041	22,5%
						0,003	0,013	0,032	0,037	0,021	0,020	0,013	0,007	0,001	0,000	0,000	0,000	0,012	6,7%
	0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	Permanente	0,5	0,057	0,142	0,157	0,151	0,165	0,152	0,119	0,098	0,054	0,015	0,003	0,004	0,093	39,2%
			Los González	Permanente	0,5	0,009	0,023	0,025	0,024	0,027	0,025	0,019	0,016	0,009	0,004	0,002	0,002	0,016	6,5%
	0621040	Almanchares	Pasada Granadillos	Temporal	0,5	0,051	0,091	0,096	0,098	0,102	0,097	0,080	0,079	0,046	0,033	0,020	0,017	0,067	37,7%
						0,022	0,039	0,042	0,043	0,044	0,042	0,035	0,034	0,020	0,014	0,011	0,010	0,030	16,5%
	0621050	Rubite	Hoya del Brujo	Temporal	0,5	0,028	0,033	0,032	0,041	0,044	0,042	0,039	0,032	0,019	0,006	0,002	0,012	0,028	34,9%
						0,009	0,011	0,011	0,014	0,015	0,014	0,013	0,011	0,006	0,003	0,002	0,004	0,009	11,7%
	0621060	Benamargosa	Salto del Negro	Temporal	0,5	0,049	0,099	0,115	0,127	0,122	0,106	0,091	0,067	0,035	0,008	0,000	0,003	0,068	37,4%
						0,001	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	1,0%
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	Intermitente	0,8	0,088	0,300	0,420	0,462	0,454	0,394	0,332	0,274	0,157	0,069	0,031	0,015	0,250	35,9%
			Aguas abajo afluentes MI	Temporal	0,5	0,074	0,209	0,292	0,321	0,315	0,274	0,231	0,191	0,109	0,066	0,031	0,015	0,177	25,5%
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	Intermitente	0,8	0,027	0,238	0,582	0,293	0,255	0,281	0,220	0,274	0,049	0,000	0,000	0,000	0,185	11,3%	
					0,008	0,072	0,176	0,089	0,077	0,085	0,067	0,083	0,015	0,000	0,000	0,000	0,056	3,4%	
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Aguas abajo afluentes MI	Temporal	0,5	0,322	1,895	3,039	2,296	2,138	2,114	1,779	1,876	0,382	0,026	0,005	0,010	1,324	57,5%	
					0,084	0,250	0,400	0,302	0,282	0,278	0,234	0,247	0,091	0,024	0,005	0,015	0,184	8,0%	
II-3	0623010	Algarrobo	La Umbría	Permanente	0,5	0,078	0,117	0,141	0,130	0,139	0,109	0,096	0,082	0,057	0,041	0,040	0,053	0,090	32,3%
						0,027	0,040	0,048	0,044	0,047	0,037	0,033	0,028	0,019	0,014	0,014	0,018	0,031	10,9%
	0623020	Torrox	Torrox	Permanente	0,5	0,196	0,208	0,211	0,219	0,220	0,223	0,215	0,211	0,205	0,200	0,195	0,192	0,208	89,3%
						0,178	0,189	0,192	0,199	0,201	0,203	0,195	0,192	0,187	0,182	0,177	0,174	0,189	81,2%
	0623030	Chíllar	Vegueta de la Grama	Permanente	0,5	0,119	0,118	0,123	0,128	0,127	0,129	0,128	0,128	0,127	0,124	0,121	0,120	0,124	93,4%
						0,105	0,105	0,109	0,114	0,113	0,115	0,114	0,113	0,112	0,110	0,107	0,107	0,110	82,8%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
III-1	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázulas	Permanente	0,5	0,273	0,329	0,382	0,434	0,397	0,343	0,338	0,322	0,294	0,255	0,229	0,231	0,319	69,2%
						0,161	0,194	0,225	0,255	0,234	0,202	0,199	0,189	0,173	0,150	0,135	0,136	0,188	40,7%
III-2	0632010	Alto Guadalfeo	Narila	Permanente	0,5	0,111	0,154	0,188	0,188	0,184	0,186	0,199	0,201	0,154	0,076	0,028	0,056	0,144	35,9%
						0,018	0,025	0,031	0,031	0,030	0,031	0,033	0,033	0,025	0,013	0,007	0,010	0,024	6,0%
	0632020	Alto Trevélez	Trevélez	Permanente	0,5	0,510	0,612	0,689	0,672	0,701	0,716	0,762	0,844	0,813	0,534	0,400	0,364	0,635	56,1%
						0,287	0,344	0,387	0,378	0,394	0,402	0,428	0,474	0,457	0,300	0,225	0,208	0,357	31,6%
	0632030	Alto Poqueira	Pampaneira	Permanente	0,5	0,453	0,599	0,652	0,618	0,613	0,653	0,699	0,751	0,706	0,466	0,345	0,293	0,571	56,6%
						0,267	0,354	0,385	0,365	0,362	0,386	0,413	0,443	0,417	0,275	0,203	0,187	0,338	33,5%
	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	0,5	1,058	1,322	1,441	1,364	1,396	1,433	1,572	1,717	1,632	1,074	0,770	0,657	1,286	60,3%
						0,590	0,737	0,803	0,760	0,778	0,799	0,876	0,957	0,910	0,599	0,446	0,412	0,722	33,9%
	0632050	Chico de Órgiva	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	0,5	0,063	0,087	0,102	0,095	0,096	0,089	0,084	0,115	0,097	0,047	0,038	0,041	0,080	38,0%
						0,044	0,062	0,073	0,068	0,068	0,063	0,060	0,082	0,068	0,034	0,027	0,029	0,056	26,9%
	0632060B	Medio Guadalfeo	Punte de Órgiva	Permanente	0,5	1,258	1,606	1,803	1,746	1,766	1,833	1,950	2,105	1,938	1,246	0,791	0,724	1,564	61,5%
						0,618	0,789	0,885	0,858	0,867	0,900	0,958	1,034	0,952	0,612	0,448	0,429	0,779	30,6%
	0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	Permanente	0,5	0,266	0,319	0,289	0,313	0,305	0,314	0,360	0,480	0,475	0,340	0,224	0,183	0,323	75,0%
						0,154	0,185	0,167	0,181	0,177	0,182	0,208	0,278	0,275	0,197	0,140	0,127	0,189	44,0%
	0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	Restábal	Permanente	0,5	0,991	1,086	1,176	1,204	1,229	1,147	1,099	1,187	1,096	0,896	0,835	0,877	1,069	68,3%
						0,876	0,961	1,040	1,065	1,087	1,015	0,972	1,050	0,969	0,793	0,739	0,775	0,945	60,5%
0632090	Torrente	Confluencia con Guadalfeo	Permanente	0,5	0,078	0,109	0,128	0,119	0,119	0,111	0,105	0,144	0,120	0,059	0,047	0,051	0,099	38,0%	
					0,055	0,077	0,091	0,084	0,084	0,079	0,074	0,102	0,085	0,042	0,033	0,036	0,070	26,9%	
0632120	Bajo Lanjarón	Lanjarón	Permanente	0,5	0,091	0,126	0,148	0,138	0,138	0,129	0,122	0,167	0,140	0,069	0,055	0,059	0,115	38,0%	
					0,064	0,090	0,105	0,098	0,098	0,092	0,086	0,119	0,099	0,049	0,039	0,042	0,082	27,0%	
0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	Permanente	0,5	1,391	1,525	1,661	1,696	1,729	1,733	1,629	1,672	1,531	1,188	0,879	1,136	1,481	76,4%	
					1,016	1,113	1,212	1,238	1,262	1,265	1,189	1,220	1,117	0,867	0,744	0,845	1,091	56,2%	
0632130B	Embalse de Rules	Presa de Rules	Permanente	0,5	3,246	3,917	4,352	4,231	4,181	4,194	4,306	4,786	4,378	2,991	2,431	2,555	3,797	65,5%	
					2,530	3,053	3,392	3,298	3,259	3,269	3,357	3,731	3,412	2,331	1,955	1,991	2,965	51,1%	
0632140	La Toba	Puente Guájar-Fondón	Permanente	0,5	0,347	0,414	0,482	0,554	0,508	0,439	0,432	0,410	0,376	0,327	0,287	0,291	0,406	70,4%	
					0,201	0,239	0,278	0,320	0,294	0,254	0,250	0,237	0,217	0,189	0,169	0,170	0,235	40,8%	
0632150	Bajo Guadalfeo	Azud El Vínculo	Permanente	0,5	4,258	5,303	6,149	6,105	6,091	5,614	5,587	6,222	5,662	3,563	2,478	2,659	4,974	75,6%	
					2,856	3,557	4,124	4,094	4,085	3,765	3,747	4,173	3,797	2,580	2,152	2,229	3,430	52,1%	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 3. Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Temporalidad	Coeficiente	Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos													
	Código	Nombre				Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	%
III-4	0634010	Alto Alcolea	Fin masa	Permanente	0,7	0,031	0,048	0,080	0,081	0,077	0,083	0,079	0,066	0,043	0,022	0,013	0,017	0,053	58,5%
						0,014	0,022	0,037	0,037	0,035	0,038	0,036	0,030	0,020	0,010	0,007	0,008	0,025	26,9%
	0634020	Alto Bayárcal	Fin masa	Permanente	0,7	0,041	0,063	0,105	0,107	0,102	0,110	0,104	0,088	0,057	0,028	0,018	0,023	0,070	58,5%
						0,019	0,029	0,048	0,049	0,047	0,050	0,048	0,040	0,026	0,013	0,009	0,011	0,032	26,9%
	0634030	Alto Yátor	Fin masa	Permanente	0,7	0,074	0,113	0,189	0,193	0,183	0,197	0,187	0,157	0,101	0,051	0,032	0,041	0,126	58,5%
						0,034	0,052	0,087	0,088	0,084	0,090	0,086	0,072	0,047	0,023	0,016	0,019	0,058	26,9%
	0634040	Alto Ugíjar	Fin masa	Permanente	0,7	0,043	0,065	0,110	0,112	0,106	0,115	0,109	0,091	0,059	0,030	0,018	0,024	0,073	58,5%
						0,020	0,030	0,050	0,051	0,049	0,053	0,050	0,042	0,027	0,014	0,009	0,011	0,034	26,9%
	0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	El Esparragal	Permanente	0,7	0,132	0,203	0,340	0,347	0,329	0,355	0,337	0,283	0,183	0,092	0,057	0,075	0,228	58,5%
						0,061	0,093	0,156	0,159	0,151	0,163	0,155	0,130	0,084	0,042	0,029	0,034	0,105	26,9%
0634050B	Bajo Ugíjar	Las Tosquillas	Permanente	0,7	0,113	0,174	0,291	0,297	0,281	0,304	0,288	0,242	0,156	0,079	0,049	0,064	0,195	58,5%	
					0,052	0,080	0,133	0,136	0,129	0,139	0,132	0,111	0,072	0,036	0,025	0,029	0,090	26,9%	
0634050C	Bajo Yátor	Olivarejo	Permanente	0,7	0,122	0,188	0,315	0,321	0,304	0,329	0,312	0,262	0,169	0,085	0,053	0,069	0,211	58,5%	
					0,056	0,086	0,144	0,147	0,139	0,151	0,143	0,120	0,078	0,039	0,027	0,032	0,097	26,9%	
0634070A	Adra entre presa y Fuente de Marbella	Presa de Benínar	Permanente	0,7	0,370	0,567	0,950	0,969	0,918	0,992	0,941	0,790	0,510	0,257	0,158	0,209	0,636	58,5%	
					0,170	0,260	0,436	0,444	0,421	0,455	0,432	0,362	0,234	0,118	0,080	0,096	0,292	26,9%	
0634070B	Adra entre Fuente de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella	Permanente	0,5	0,613	0,604	0,597	0,846	0,733	0,700	0,667	0,644	0,622	0,619	0,598	0,598	0,653	68,3%	
					0,430	0,424	0,420	0,595	0,515	0,491	0,469	0,453	0,437	0,435	0,420	0,420	0,459	48,0%	
0634080	Chico de Adra	La Ventilla	Permanente	0,5	0,080	0,107	0,147	0,174	0,144	0,108	0,105	0,090	0,077	0,063	0,059	0,061	0,101	50,0%	
					0,057	0,075	0,104	0,123	0,101	0,076	0,074	0,064	0,054	0,045	0,041	0,043	0,071	35,3%	
IV-1	0641010	Alto Canjáyar	Fin masa	Permanente	0,5	0,050	0,063	0,067	0,066	0,067	0,076	0,089	0,069	0,054	0,048	0,040	0,036	0,060	72,0%
						0,039	0,049	0,052	0,052	0,052	0,059	0,069	0,053	0,042	0,037	0,033	0,032	0,047	56,6%
	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	Permanente	0,5	0,181	0,225	0,240	0,239	0,242	0,274	0,319	0,247	0,194	0,171	0,142	0,129	0,217	72,0%
						0,141	0,175	0,187	0,186	0,188	0,213	0,248	0,192	0,151	0,133	0,120	0,114	0,171	56,6%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Las distribuciones de caudales mínimos obtenidas por métodos hidrológicos habrá que validarlas comparándolas con los resultados de la modelización del hábitat para dar una propuesta de régimen definitiva.

#### 5.4.1.4. Presentación de resultados

Los resultados obtenidos de aplicar los métodos hidrológicos a todas las masas de la categoría río para la que se ha contado con una serie en régimen natural a escala diaria se resumen en unas fichas que se incluyen en el Apéndice 1 y que recogen la siguiente información:

- Identificación de la masa de agua y de la serie de aforos utilizada para generar los caudales diarios.
- Análisis de la serie en régimen natural y clasificación de la misma.
- Resultados de valores de caudal ecológico mínimo, procedentes de la definición de variables a partir de las medias móviles, y valores obtenidos de la definición de percentiles para su comparación.
- Distribución temporal de los caudales mínimos, detallando dos regímenes: uno calculado a partir del el caudal mínimo de los calculados en el punto anterior y otro calculado a partir del máximo.

#### 5.4.1.5. Métodos basados en los caudales medios mensuales

En algunos casos, la imposibilidad de obtener una serie en régimen natural a escala diaria ha llevado a la aplicación de métodos sencillos basados en los caudales medios mensuales, de modo que sirvan para comparar los resultados con los obtenidos mediante los métodos de modelización del hábitat, si bien serán estos últimos los que se empleen para la definición del régimen, y los primeros una forma de validarlos.

El método empleado para estas masas de agua ha sido el conocido como método del 30% del caudal medio mensual<sup>7</sup>, que consiste en aplicar este porcentaje para definir el caudal ecológico preciso en cada mes del año, y los resultados son los siguientes:

Tabla 4. **Distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos basados en caudales medios mensuales**

Masa de agua		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
Código	Nombre													
0614022	La Villa	0,03	0,07	0,12	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05
0614140B	Pereilas	0,12	0,35	0,46	0,38	0,32	0,22	0,15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,19
0641030	Alto y Medio Nacimiento	0,28	0,62	0,51	0,58	0,42	0,33	0,32	0,31	0,12	0,03	0,03	0,15	0,31
0651010Z	Alto y Medio Aguas	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,08	0,07	0,06	0,06	0,09	0,10
0652020	Alto Almanzora	0,38	0,67	0,61	0,51	0,65	0,67	0,52	0,40	0,27	0,17	0,16	0,33	0,44

En el resto de masas que no cuentan con serie en régimen natural a escala diaria no se han aplicado métodos hidrológicos basados en los caudales medios mensuales, sino que el régimen

<sup>7</sup> Tharme R.E. 2003. "A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers". River Res. Applic. 19: 397–441 (2003).



se ha obtenido exclusivamente por regionalización de los resultados obtenidos por modelización del hábitat (ver apartado 5.4.3.3).

#### 5.4.2. Métodos de modelización del hábitat

Los estudios de régimen de caudales ecológicos deben estar basados en metodologías que integren variables biológicas e hidráulicas del funcionamiento de los ríos. De esta manera, para que un caudal pueda considerarse como ecológico tiene que haberse determinado a partir de parámetros que permitan integrar la relación de las comunidades biológicas específicas (macroinvertebrados, macrófitos, peces, vegetación de ribera, etc.) con las características de los flujos hidráulicos (velocidad, calado, sustrato, calidad del agua, temperatura, periodicidad de ocurrencia, etc.), para poder vincular los caudales circulantes (en cantidad y calidad) con la potencialidad del hábitat, y considerando las demandas de los organismos que habitan o dependen del ecosistema fluvial.

Tal y como indica la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.1.2. *Métodos de modelación del hábitat:*

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

Se define el Hábitat Potencial Útil (HPU) o Área Potencial Útil (APU) como el equivalente al porcentaje del hábitat, expresado como superficie del cauce inundado o como anchura por unidad de longitud de río, que puede ser potencialmente utilizado con una preferencia máxima por una población o una comunidad fluvial. Así, la aplicación de métodos de modelización del hábitat permite deducir un régimen de caudales mínimos a partir de una cuantificación previa del hábitat físico de una especie de referencia (normalmente piscícola) y del análisis de su relación con el caudal mediante simulación hidráulica.

La construcción y calibración los modelos de hábitat requiere de una cantidad importante de recursos especializados, destacando los necesarios para el desarrollo de los trabajos de campo. Las principales tareas a realizar para la aplicación de los mismos son las siguientes:

- Selección de los tramos de estudio e identificación de los subtramos representativos
- Selección de las especies objetivo
- Obtención 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
- Elaboración de las curvas de hábitat potencial útil-caudal mediante la simulación de las condiciones hidráulicas en el tramo

Finalmente, una vez generadas las curvas que relacionan el hábitat potencial útil con el caudal a partir de los modelos generados, será necesario analizar las mismas para seleccionar un caudal, o rango de caudales que pueden considerarse como mínimo u óptimo para generar el resto de valores del régimen a partir de ellos.



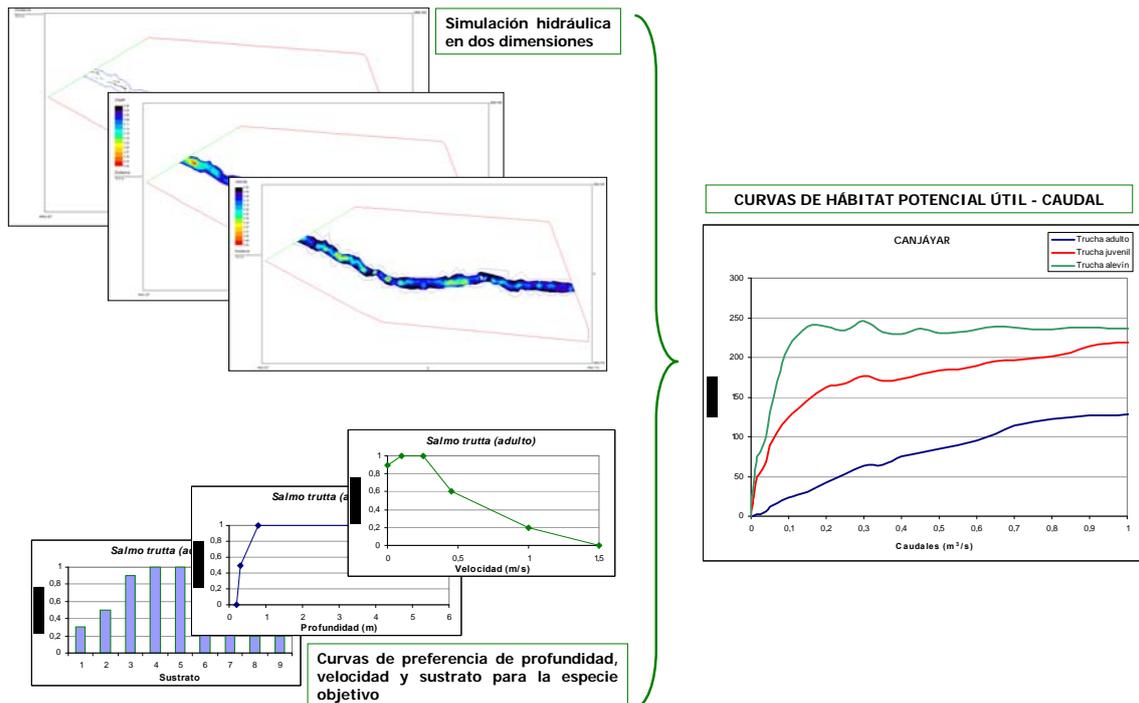


Figura 12. Esquema metodológico de la modelación de la idoneidad del hábitat

#### 5.4.2.1. Selección de tramos de estudio

La aplicación de métodos hidrológicos, al tratarse de metodologías de índole estadística, permite un uso extendido y generalizado. Por el contrario, las metodologías basadas en la modelización del hábitat físico necesitan de intensos y costosos trabajos de campo que desaconseja su uso extensivo. Es por ello que la IPH, en su apartado 3.4.1.4.1.1.2.1. *Selección de tramos y especies*, recomienda su aplicación contrastada en una serie de tramos cuya selección deberá atender ciertos criterios:

*La simulación deberá realizarse en un número suficiente de masas de agua, recomendándose un mínimo del 10% del número total de masas de agua de la categoría río.*

*La selección de tramos a modelar será 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 seleccionarán 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. La longitud de los tramos seleccionados ha de ser suficiente para que incluya una representación adecuada de la variabilidad física y ecológica del río.*

De este modo, para la selección de las masas de agua de estudio ha sido necesario localizar los principales elementos de regulación, derivación y transporte de la demarcación, así como aquellos elementos medioambientales que por su relación directa con el sistema hídrico merecen de una consideración especial, en particular los espacios de la Red Natura 2000 relacionados con el medio hídrico, otros espacios naturales protegidos y los tramos que acogen a especies protegidas o amenazadas.

En la DHCMA las masas de agua 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. Como tramos de importancia estratégica se han seleccionado aquellas masas situadas aguas abajo de los embalses de la demarcación (Tabla 5), así como aguas abajo de las principales presas y azudes de derivación.

Tabla 5. Masas de agua afectadas por infraestructuras de regulación

Masa de agua		Infraestructura de regulación	Observaciones
Código	Nombre		
0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Masa con modelización del hábitat
0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Masa con modelización del hábitat
0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de la Concepción	Cauce muy desestabilizado, se realizan los trabajos en la masa situada aguas arriba del embalse
0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Presas de Guadalhorce, Guadalteba y Conde de Guadalhorce	Eliminado por imposibilidad de acceso al tramo, se adoptan los resultados de la masa 0614150A
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada	Masa con modelización del hábitat
0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola	Cauce muy desestabilizado, se realizan los trabajos en la masa situada aguas arriba del embalse
0614250	Bajo Guadalmedina	Presa del Limonero	Encauzamiento duro en el que no tiene sentido aplicar métodos de modelización del hábitat
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de La Viñuela	Masa con modelización del hábitat
0632130	Izbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	Masa con modelización del hábitat
0632150	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	Masa con modelización del hábitat
0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	Filtraciones en embalse
0652060	Bajo Almanzora	Presa de Cuevas de Almanzora	Encauzamiento duro en el que no tiene sentido aplicar métodos de modelización del hábitat

- **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 protegidas. Como principales elementos para la selección de los tramos de importancia ambiental se han tenido en cuenta las masas situadas en LIC fluviales o con presencia de hábitats y especies relacionados con el medio hídrico, las reservas fluviales designadas en el marco del Plan Hidrológico, los cotos de pesca y la presencia de especies en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat, vulnerables o de interés especial según el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas relacionadas con el medio hídrico.



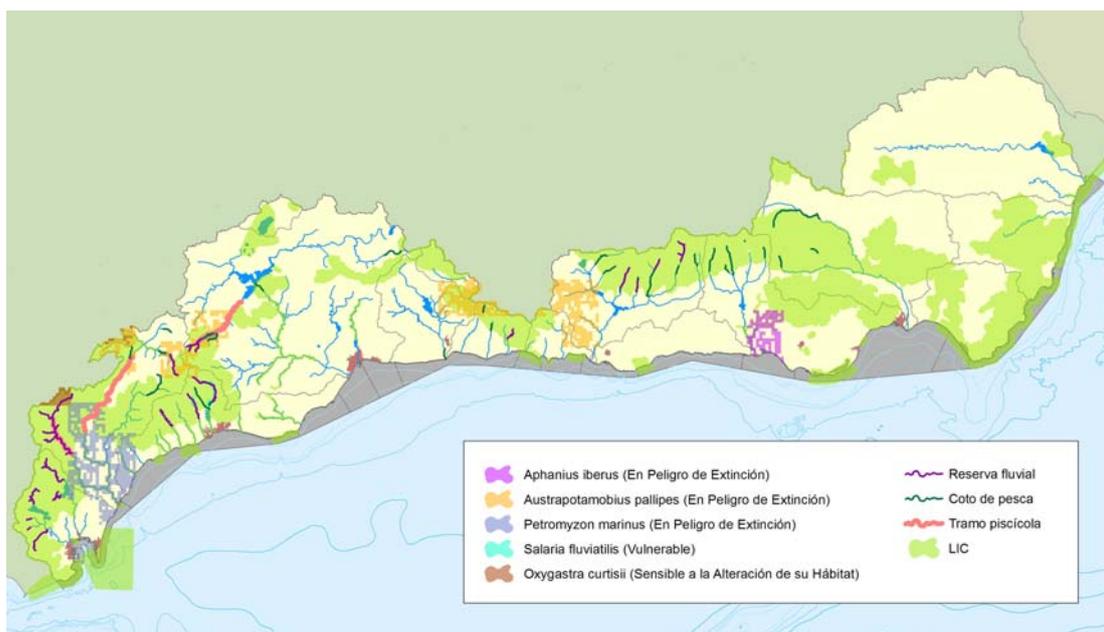


Figura 13. Elementos de importancia ambiental considerados para la selección de tramos de modelización del hábitat

Asimismo, se ha seleccionado al menos una masa en cada tipo de río de los recogidos en el apartado 5.3 y han quedado representados todos los sistemas de explotación de la demarcación, con el objeto de facilitar la regionalización de los resultados.

Finalmente, de las 133 masas de agua de la categoría río presentes en la DHCMA se han seleccionado un total de 31 para realizar los trabajos de modelización de la idoneidad de hábitat, distribuidas a lo largo de los diferentes sistemas de explotación y cubriendo los distintos tipos según su naturaleza hidrológica presentes en la misma. Esta cifra supone un 23% de masas totales de la categoría río, lo que se encuentra muy por encima del 10% mínimo que recomienda la IPH.

Las masas de agua seleccionadas se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Masas de agua seleccionadas para la aplicación de los métodos de modelización del hábitat

Subsistema	Masa de agua		Naturaleza hidrológica
	Código	Nombre	
I-1	0611050	Bajo Palmones	Cuencas de muy baja permeabilidad
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Ríos de llanura aluvial
I-2	0612010A	Alto Guadalquivir	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0612040A	Alto Genal	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0612050A	Alto Hozgarganta	Cuencas de muy baja permeabilidad
	0612062	Bajo Guadiaro	Ríos de llanura aluvial
I-3	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Cuencas de baja permeabilidad
	0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0613160	Alto y Medio Fuengirola	Ríos de llanura aluvial

Tabla 6. Masas de agua seleccionadas para la aplicación de los métodos de modelización del hábitat

Subsistema	Masa de agua		Naturaleza hidrológica
	Código	Nombre	
I-4	0614022	La Villa	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0614021B	Alto Guadalhorce	Ríos de llanura aluvial
	0614070B	Medio Turón	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Ríos de llanura aluvial
	0614140A	Alto-Medio Grande del Guadalhorce	Ríos con origen en surgencias kársticas
	0614140B	Pereilas	Ríos con origen en surgencias alpujárrides
	0614180	Alto Campanillas	Cuencas de baja permeabilidad
	0614210	Bajo Guadalhorce	Ríos de llanura aluvial
II-1	0621060	Benamargosa	Ríos de llanura aluvial
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Cuencas de baja permeabilidad
II-3	0623020	Torrox	Ríos con origen en surgencias alpujárrides
III-1	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Ríos con origen en surgencias alpujárrides
III-2	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Ríos de fuerte influencia nival
	0632060B	Medio Guadalfeo	Ríos de fuerte influencia nival
	0632120	Bajo Lanjarón	Ríos de fuerte influencia nival
	0632130	Izbor entre Béznar y Rules	Ríos de fuerte influencia nival
	0632150	Bajo Guadalfeo	Ríos de fuerte influencia nival
III-4	0634070	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Ríos con origen en surgencias alpujárrides
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Cauces tipo rambla
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	Cauces tipo rambla
V-1	0651010Z	Alto y Medio Aguas	Cauces tipo rambla
V-2	0652020	Alto Almanzora	Cauces tipo rambla

Además, se ha contado con los resultados del trabajo "Evaluación de la calidad ecológica del río Trevélez y determinación de sus caudales ecológicos", realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en el año 2005, del que se ha seleccionado uno de los siete tramos (Tre-03) en los que se ha hecho modelización del hábitat.

En las masas de agua en las que se van a hacer los trabajos de modelización del hábitat es necesario hacer un recorrido de las mismas para la selección definitiva del segmento de río sobre el que se realizarán los trabajos topográficos y las mediciones de caudal. Esta labor, que se realiza mediante reconocimiento de campo, consiste en seleccionar un tramo que cuente con la longitud suficiente para cubrir la variabilidad física y ecológica y que incluya los distintos mesohábitats presentes en el río, tarea fundamental si se quiere que la estación de trabajo cumpla sea representativa y sus resultados extrapolables.

La selección del tramo de estudio se ha realizado en tres fases:

- **Selección preliminar del tramo**, labor de gabinete en la que se ha hecho una identificación preliminar mediante ortofoto, identificando, en la medida de lo posible y si la vegetación de ribera no oculta en la imagen la lámina de agua, los cambios de mesohábitat, barreras e irregularidades que puedan afectar al flujo. Mediante esta primera identificación se ha realizado una selección preliminar del tramo de la masa de agua donde debe realizarse una prospección detallada en campo para la identificación de los mesohábitats presentes.
- **Recorrido integral del tramo**, identificando variables como el tipo de mesohábitat (pozas, rápidos, corrientes, etc.), la longitud, la profundidad y el sustrato (limos, arcillas, etc.). La distancia recorrida puede variar entre 1 y 3 km con la finalidad de seleccionar un subtra-

mo que puede rondar entre los 200 m y los 800 m, siendo una buena regla el intentar que la longitud del subtramo sea mayor que 20 veces la anchura media del tramo.

- **Selección definitiva del tramo**, que se realiza mediante el análisis de los datos recopilados, identificando los mesohábitats presentes en el tramo, lo que permite seleccionar un subtramo que tenga una proporción semejante. Es recomendable que el tramo seleccionado cuente con una serie de características hidráulicas que facilitarán la calibración del modelo, y que no existan estructuras artificiales rígidas.

Los tramos de estimación de los caudales mínimos por métodos de modelización del hábitat en las masas de agua seleccionadas son finalmente 32 (dos de ellos situados en la masa Bajo Guadiaro), y se recogen en la siguiente figura:



Figura 14. Puntos de estimación de caudales mínimos por métodos de modelización del hábitat

#### 5.4.2.2. Selección de especies objetivo

Para la selección de las especies objetivo se ha hecho un censo de las comunidades piscícolas presentes en la cuenca, y más concretamente en los tramos seleccionados, utilizándose información procedente de diversos trabajos, y 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 tales, obteniendo un listado definitivo de especies sobre las que centrar los trabajos de modelización del hábitat. En el proceso se han seguido las directrices que recoge la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.1.2.1. Selección de tramos y especies:

*La selección de las especies se deberá basar en la consideración de especies autóctonas, dando prioridad a las especies recogidas en los Catálogos de Especies Amenazadas dentro de las categorías de En Peligro de Extinción, Vulnerables, Sensibles a la Alteración de su Hábitat y De Interés Especial, así como a las especies recogidas en los anexos II y IV de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992. Se deberá tener 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.*

### Fuentes de datos consultadas

Para llevar a cabo la selección de las especies piscícolas se han consultado varias fuentes de datos. En primer lugar se han tenido en cuenta aquellos trabajos que presentaban muestreos de campo mediante pesca eléctrica y en segundo lugar, para los tramos en los que no constaban datos de pesca, se han consultado varios trabajos bibliográficos.

Los datos se han obtenido principalmente de las siguientes fuentes:

- Base de datos EFI+ (*Improvement and Spatial extension of the European Fish Index*).
- Inventario de peces de la Junta de Andalucía, facilitado por el Servicio de Gestión del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente (CMA), Delegación Provincial de Granada.

Además, se han consultado los siguientes estudios:

- "Estudio sobre la contaminación y el grado de calidad de las aguas de los ríos de las cuencas Guadalhorce y Guadairo". González del Tánago y García de Jalón, 1986. Fundación Conde de Valle de Salazar. ETSI de Montes. UPM.
- "Caracterización ecológica y evaluación del estado y composición de las poblaciones de peces del río Genal (Málaga)", 2009. Fundación Nueva Cultura del Agua y Obra Social Caja Madrid.

Por último, para completar la lista de especies presentes en los tramos seleccionados, principalmente en aquellos en los que no se cuenta con datos a partir de los trabajos anteriormente citados, se ha consultado el siguiente trabajo:

- "Atlas y libro rojo de los peces continentales de España". Doadrio, I., 2001. Dirección General de la Naturaleza-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

### Criterios empleados para la selección de especies

Los criterios empleados para la selección de especies han tenido en cuenta los indicados por la IPH en cuanto a consideración de especies autóctonas, prioridad a las especies recogidas en los Catálogos de Especies Amenazadas, viabilidad en la elaboración de sus curvas de preferencia y sensibilidad a los cambios en el régimen de caudales.

Así, 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. La aptitud como especie indicadora refleja la capacidad que tiene una especie para recoger información sobre la totalidad



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



de la comunidad biológica del río. Esta aptitud permite a la especie en cuestión experimentar cambios en su población cuando ocurren perturbaciones en algún aspecto del hábitat. La aptitud indicadora está determinada a su vez por cinco aspectos:

- **Amplitud del espectro alimenticio:** cuanto mayor es el espectro alimenticio de una especie menor será su sensibilidad a las perturbaciones en el ecosistema, ya que si falla un tipo de alimento puede recurrir a otros.
  - **Posición en la pirámide trófica:** cuanto más alta sea la posición de una especie en la pirámide trófica ésta recogerá información de más niveles de dicha pirámide.
  - **Requerimientos de sustrato para la reproducción:** las especies litófilas serán más sensibles a la alteración de caudales, ya que tienen requerimientos más estrictos de granulometría y recubrimiento por finos (ambos parámetros son determinados por el régimen de caudales).
  - **Calidad de aguas:** cuanto más estrictos sean los requerimientos de calidad de aguas (temperatura, limpieza, velocidad y oxígeno) más sensible será la especie a la variación de los parámetros del régimen de caudales.
  - **Amplitud del espectro de hábitat:** cuanto mayor sea el espectro de hábitat que necesita una especie para su desarrollo más capacidad indicadora tendrá, pues será sensible a la modificación de cualquier tipo de hábitat por los caudales. La capacidad indicadora se obtiene como promedio de la puntuación obtenida por cada uno de los anteriores aspectos.
- **Abundancia en la comunidad de peces.** La aptitud de una especie como especie objetivo depende también de lo abundante que sea en la comunidad de peces. Los requerimientos de una especie naturalmente escasa en la comunidad serán menos representativas del estado de la comunidad de peces que los de una especie que constituya la mayor parte de la biomasa de la comunidad.
  - **Importancia taxonómica.** Hay especies que por su carácter endémico hacen que sus requerimientos hídricos sean muy relevantes para conservar la integridad de la comunidad, ya que constituyen elementos exclusivos de la comunidad de peces en el territorio del proyecto. También se puede jerarquizar la importancia de cada especie endémica: es más relevante un endemismo de la DHCMA que un endemismo ibérico.
  - **Detectabilidad.** Aunque no es un criterio biológico, la detectabilidad debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar una especie objetivo, pues puede hacer que la construcción o transferencia de sus curvas de preferencia requiera una cantidad de recursos significativamente alta, o incluso prohibitiva.

### Selección de la especie o especies en los tramos concretos

Una vez analizados los factores anteriores, para seleccionar la especie o especies piscícolas que finalmente van a ser utilizadas para realizar la simulación de hábitat de cada tramo concreto se han tenido en cuenta aspectos tales como la importancia ecológica de la especie y la existencia de curvas de preferencia, y se ha llevado a cabo una ordenación con las especies para su posterior selección. En esta ordenación aparecen en primer lugar la trucha común, en segundo lugar el barbo gitano y en tercer lugar la boga del Guadiana.

Normalmente se ha seleccionado una única especie por tramo. Sin embargo, en las masas en las que además del barbo gitano aparece la boga del Guadiana se han elegido ambas, por ser la boga una variedad exclusiva de los ríos del Mediterráneo sur, seleccionando en estos casos los



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



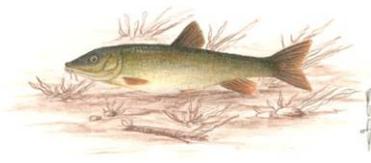
valores de caudales por modelización de la especie que haya proporcionado los resultados más restrictivos.

En resumen, las especies objetivo finalmente seleccionadas han sido las siguientes:

- Trucha - *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758), en un 31% de los tramos estudiados.
- Barbo gitano - *Luciobarbus sclateri* (Günther, 1868), en un 63% de los tramos estudiados.
- Boga del Guadiana - *Pseudochondrostoma willkommii* (Steindachner, 1866), en un 28% de los tramos estudiados.



Trucha  
*Salmo trutta*



Barbo gitano  
*Luciobarbus sclateri*



Boga del Guadiana  
*Pseudochondrostoma willkommii*

Fuente: Consejería de Medio Ambiente (Autor: David Cuenca)

**Figura 15. Especies objetivo seleccionadas para los trabajos de modelización del hábitat**

Por otra parte, se ha tenido 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 ha sido 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.

En la siguiente tabla se muestran la lista de especies y la fuente de datos elegidas para realizar la simulación de hábitat en cada una de las masas seleccionadas:

**Tabla 7. Selección de especies objetivo para los trabajos de modelización del hábitat**

Masa de agua		Fuente de datos	Especies presentes	Especies seleccionadas
Código	Nombre			
0611050	Bajo Palmones	EFI+	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	<i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0612010A	Alto Guadalevín	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0614040A	Alto Genal	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0612050A	Alto Hozgarganta	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius malacitanus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0612062	Bajo Guadiaro	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>

Tabla 7. Selección de especies objetivo para los trabajos de modelización del hábitat

Masa de agua		Fuente de datos	Especies presentes	Especies seleccionadas
Código	Nombre			
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	EFI+	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius malacitanus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Atlas y libro rojo	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0613160	Alto y Medio Fuengirola	EFI+	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Mugil cephalus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0614022	La Villa	Criterio de experto	<i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0614021B	Alto Guadalhorce	ETSI Montes	<i>Cyprinus carpio</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0614070B	Medio Turón	CMA ETSI Montes	<i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Salmo trutta</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Micropterus salmoides</i>	<i>Salmo trutta</i>
0614140A	Alto-Medio Grande del Guadalhorce	EFI+ ETSI Montes	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Cobitis palúdica</i> <i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0614140B	Pereilas	EFI+	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Cobitis palúdica</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Atlas y libro rojo	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Cobitis palúdica</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0614180	Alto Campanillas	Criterio de experto	<i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0614210	Bajo Guadalhorce	EFI+ ETSI Montes	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Cobitis palúdica</i> <i>Cyprinus carpio</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i>
0621060	Benamargosa	Atlas y libro rojo	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Atlas y libro rojo	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0623020	Torrox	Atlas y libro rojo Crit. de experto	<i>Anguilla anguilla</i> <i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Criterio de experto	<i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	CMA	<i>Salmo trutta</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Salmo trutta</i>
0632060B	Medio Guadalfeo	CMA	<i>Salmo trutta</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Salmo trutta</i>
0632120	Bajo Lanjarón	CMA	<i>Salmo trutta</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Salmo trutta</i>
0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	CMA	<i>Salmo trutta</i> <i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Salmo trutta</i>

Tabla 7. Selección de especies objetivo para los trabajos de modelización del hábitat

Masa de agua		Fuente de datos	Especies presentes	Especies seleccionadas
Código	Nombre			
0632150	Bajo Guadalfeo	CMA	<i>Salmo trutta</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Pseudochondrostoma willkommii</i> <i>Squalius pyrenaicus</i> <i>Anguilla anguilla</i>	<i>Salmo trutta</i>
0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Atlas y libro rojo Crit. de experto	<i>Aphanius Iberus</i> <i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>
0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Atlas y libro rojo	<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>
0641030	Alto y Medio Nacimiento	CMA	<i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>
0651010Z	Alto y Medio Aguas	Criterio de experto	<i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>Luciobarbus sclateri</i>
0652020	Alto Almanzora	Criterio de experto	<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>

#### 5.4.2.3. Obtención de curvas de preferencia

Las funciones de idoneidad de microhábitat constituyen un elemento fundamental al aplicar la simulación del hábitat físico. Esto significa que, suponiendo que se parte de un modelo hidráulico adecuadamente calibrado, el empleo de distintas funciones o curvas puede producir resultados muy diferentes.

De forma genérica, las funciones de idoneidad de microhábitat son curvas o bien funciones matemáticas que intentan describir la idoneidad de una variable del microhábitat (integrable en un modelo del río) para la vida de una especie, en una etapa de desarrollo o con un intervalo de tamaño. Esta respuesta se califica entre 0 (mínimo, o valores inaceptables para la vida de la especie a medio-largo plazo) y 1 (el valor de una variable presenta la máxima idoneidad para el organismo). Sobre las variables utilizadas, pueden escogerse según la biología de la especie (como se explica más adelante), aunque deben siempre relacionarse con las condiciones de flujo, y lo más común es emplear velocidad, profundidad, sustrato y refugio.

La información sobre idoneidad del microhábitat puede obtenerse de tres modos diferentes:

- Selección de curvas de distintos tipos ya publicadas, siendo la búsqueda de referencias científicas la primera fuente de información. Para la selección de curvas hay que tener en cuenta las condiciones de los ríos de origen, comparándose con nuestro tramo de estudio (época de muestreo, tallas utilizadas, actividad del organismo, caudal medio anual, régimen de caudales, elevación, pendiente, profundidad y velocidad media, etc.).
- Estudios específicos realizados en tramos de la cuenca de estudio, que es forma la más correcta y fiable, si se aplican las técnicas adecuadas, pero también la más costosa.
- Transferibilidad de funciones de la misma especie desarrolladas en otros ríos, lo cual también exige la toma de datos en campo y una posterior aplicación de un test estadístico para su validación, escogido según el tipo de función que tengamos (curvas univariantes, modelo logístico de presencia/ausencia, etc.).

En el presente trabajo se ha optado por trabajar con curvas idoneidad del microhábitat de especies piscícolas ya publicadas, empleándose las siguientes:

- Trucha (*Salmo trutta*), basadas en las de Bovee (1995)<sup>8</sup> y adaptadas a nuestro país por García de Jalón (1997)<sup>9</sup>.
- Barbo gitano (*Luciobarbus sclateri*), elaborada por Ecohidráulica S.L. (2009) para los trabajos de establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las cuencas intercomunitarias de la Dirección General del Agua (MARM).
- Boga de río (*Chondrostoma polylepis*), que requiere hábitats similares que la especie objetivo boga del Guadiana (*Pseudochondrostoma willkommii*), y se basa en datos de registros o mediciones independientes, obtenidas de la tesis doctoral de F. Martínez Capel (2000)<sup>10</sup>, y suavizadas y retocadas por su mismo autor en el año 2004.

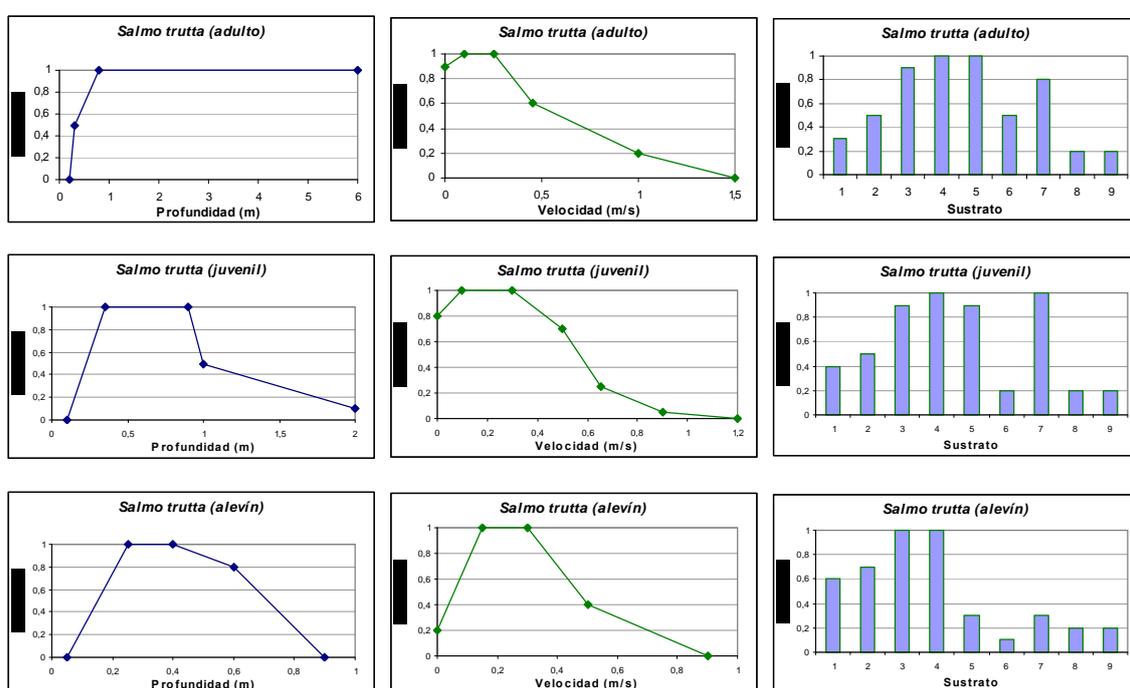


Figura 16. Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín de la trucha (*Salmo trutta*)

<sup>8</sup> Bovee K., C. Stalnaker, B.L. Lamb, J. Henriksen & J. Bartholow. 1995. "The instream flow incremental methodology: a primer for IFIM". Biological Report, US Department of the Interior, National Biological Service. 29, 45 pp.

<sup>9</sup> García de Jalón *et al.* 1997. "Realización del cálculo de aportaciones ambientales y caudales ecológicos mínimos en la cuenca hidrográfica del río Tajo". Departamento de Ingeniería Forestal. ETSI Montes. Subvencionado por el Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX.

<sup>10</sup> 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.

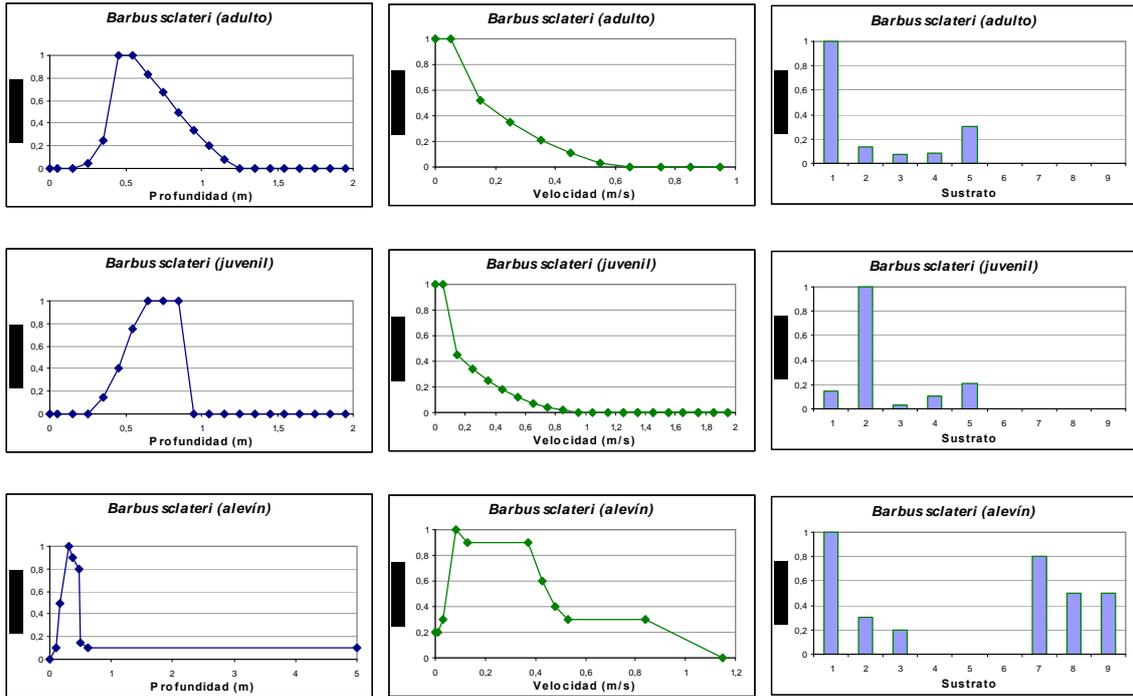


Figura 17. Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín del barbo gitano (*Barbus sclateri*)

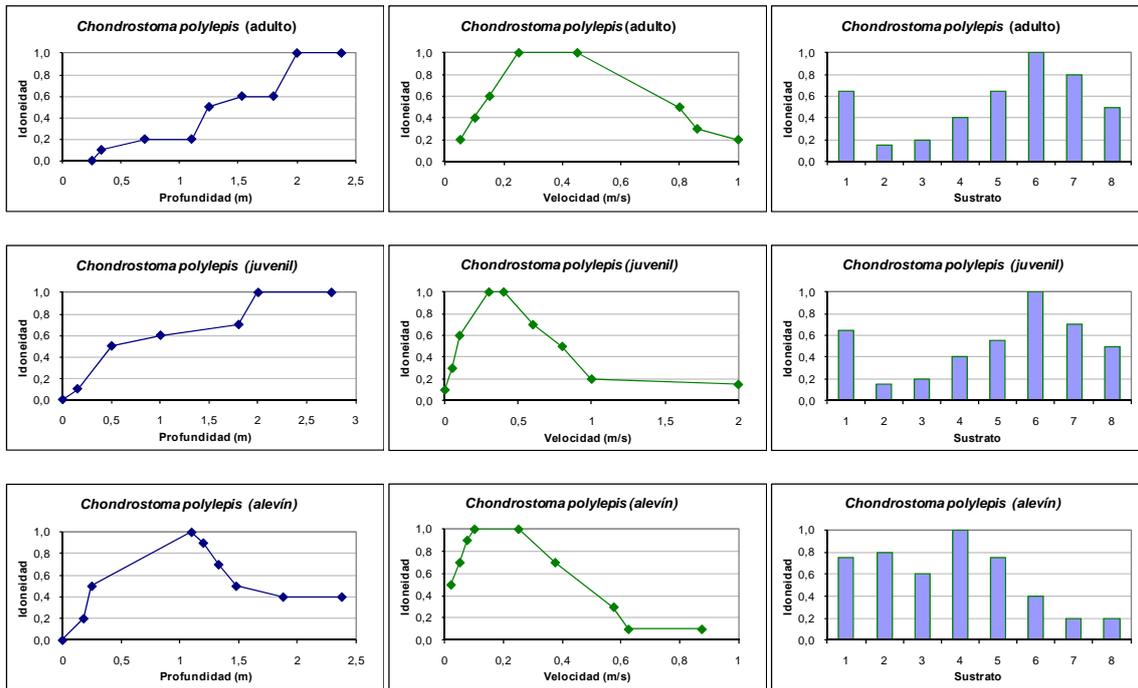


Figura 18. Curvas de preferencia de profundidad, velocidad y sustrato para los estadios adulto, juvenil y alevín de la boga de río (*Chondrostoma polylepis*)

#### 5.4.2.4. Trabajos de campo

Una vez seleccionadas las masas de agua y tramos de estudio, e identificadas las especies objetivo, es necesario realizar las campañas de campo destinadas a realizar los trabajos de topografía, hidrometría y caracterización del sustrato necesarios para la construcción y calibración de los modelos. Estas campañas se han llevado a cabo en abril-mayo de 2009 y en julio-agosto del mismo año.

#### Topografía

Para la aplicación de los métodos de modelización del hábitat físico es necesario llevar a cabo unos trabajos topográficos de detalle que consisten, en función de que la simulación hidráulica sea en una o dos dimensiones, en la realización de perfiles transversales o en la toma de suficientes puntos de referencia que permitan definir el fragmento de cauce a estudiar, respectivamente.

En los trabajos realizados en *una dimensión*, cada sección transversal se describe con sus coordenadas X (distancia) e Y (cota), de izquierda a derecha en la dirección del flujo. Además es necesario medir la distancia entre secciones aguas abajo, la pendiente entre las mismas, el coeficiente de rugosidad y los valores de la "n" de Manning.

Dado que la sensibilidad del sistema aumenta añadiendo mayor número de secciones transversales, en cada tramo concreto se debe determinar el número exacto de éstas, que depende de varias variables:

- Puntos en los que existen cambios de caudal
- Cambios en la pendiente, forma o rugosidad
- Lugares donde se producen cambios bruscos del sustrato
- Mesohábitats presentes en el tramo

En cualquier caso, el número de secciones depende de la longitud del río que se quiera representar, y tal y como especifica la IPH, *"los tramos seleccionados deberán ser de suficiente longitud para ser representativos de la variabilidad física y ecológica del río"*. Por lo tanto no pueden darse reglas fijas para precisar la longitud del tramo ni el número de secciones, que depende de la morfología del río, aunque en algunos textos se dan recomendaciones generales en las que se considera la relación entre la longitud a representar y el ancho del río.

En cuanto a los puntos que deben tomarse en cada transecto, como recomendación general se establece que las mediciones en el lecho se efectúen cada vigésima parte de la anchura del cauce (por ejemplo, la sección de un cauce de 10 m de anchura deberá ser estimada cada  $10/20 = 0,5$  m).

En los casos en los que se ha optado por la simulación hidráulica en *dos dimensiones*, ha sido necesario realizar un levantamiento topográfico de detalle de la estación de muestreo y un número suficiente de transectos donde realizar las mediciones necesarias de caudal.

Para la topografía, se ha empleado un equipo topográfico compuesto de:

- Estación Total PENTAX Series V227N de 10cc de lectura angular, 1.900 m de longitud de lectura con prisma
- Trípode de aluminio



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



- Bastón telescópico GSA 2,70, graduado en mm y con nivel de burbuja
- Prisma con soporte basculante y señal de puntería metálico
- Batería auxiliar PENTAX MB-08

Para que el tramo quede suficientemente representado y los datos reflejen la morfología del cauce, deben quedar registradas las irregularidades con mayor detalle, por lo que se ha realizado un recorrido uniforme en cuanto a la separación de puntos en las zonas más uniformes del lecho, y se ha aumentado la densidad de puntos en las zonas de morfología especial, como son bolos o bloques que sobresalen, barras, islas, resaltes, zonas de turbulencias, etc. Además, para que el programa simule correctamente, se han delimitado con más detalle las líneas de rotura, orillas, thalweg, finalización de taludes y cauces secundarios.

También se han tomado un conjunto de puntos en el exterior del cauce para considerar la topografía de las riberas, de modo que se puedan hacer simulaciones con caudales mayores al que se encontró el día de los trabajos de campo. El detalle en esta zona suele ser menor pero suficiente para reflejar la morfología de los taludes, y parte de la llanura de inundación.

El número de puntos para determinar la topografía de un tramo es, por lo tanto, variable, y depende principalmente de la complejidad morfológica del tramo.

### Sustrato

En cada punto medido, y con el fin de abordar la simulación, no sólo hidráulica sino también del hábitat físico, se ha anotado el tipo de sustrato presente según la siguiente clasificación:

- Limos: arcillas y menores con tamaño < 0,06 mm
- Arena: partículas con diámetros comprendidos entre 0,06 y 2 mm
- Gravillas: diámetros comprendidos entre 2 mm y 6,4 cm
- Gravas: diámetros comprendidos entre 6,4 cm y 25 cm
- Bloques: diámetros comprendidos entre 25 cm y 1 m
- Bolos: diámetro mayor de 1 m
- Roca madre: extensiones de roca superiores a 1 m<sup>2</sup>

Esta descripción del sustrato sirve también para la estimación de la rugosidad del lecho.

**Tabla 8. Rugosidad relativa del lecho según el tipo de sustrato**

Sustrato	Rugosidad relativa (m)
1. Fangos, limos, arcillas, tierra	0,01
2. Arenas (0,6 – 3 mm)	0,05
3. Gravas (4 - 9 mm)	0,03
4. Cantos rodados (10-300 mm)	0,07
5. Bolos, troncos (>300 mm)	0,7
6. Roca madre	0,1
7. Vegetación acuática	0,4
8. Matorral, herbáceas, raíces, ramas muertas	0,3
9. Árboles y arbustos	0,2



## Hidrometría

Adicionalmente a los trabajos de topografía se realiza la medición de velocidad y de alturas de lámina de agua, referenciándolas a los trabajos topográficos realizados. Los trabajos de hidrometría se han realizado con un correntímetro, mediante el cual se toman distintas mediciones de velocidad a distintas profundidades en función del calado para la obtención de la velocidad media de cada "celda" del transecto.

El número de secciones transversales es el que permite una estimación fiable de la medición del caudal circulante, tomándose un número mayor en aquellos tramos en los que no se han encontrado secciones buenas para la determinación del caudal. También se ha tenido en cuenta si aguas arriba del tramo y en sus proximidades existen estaciones de aforo, lo que puede servir para corroborar los datos de caudal estimado. En cuanto al número de puntos tomados en cada sección, las mediciones se han realizado cada vigésima parte de la anchura del cauce.

Cada sección transversal se inicia en la margen derecha, desde el extremo exterior de la ribera, y se continúa atravesando el cauce hasta el extremo más exterior de la ribera por la margen izquierda. En cada punto de la sección en la que se determina el caudal se realizan mediciones de distancias y profundidades, granulometría del sustrato, y velocidad de la corriente, y siempre se incluyen los puntos relativos a los extremos de la lámina de agua (orillas propiamente dichas).

Para la toma de datos se coloca en cada transecto una cinta métrica de lado a lado del mismo, con la cual se establece la distancia al punto de origen, y se mide en cada punto la profundidad con una vara graduada o profundímetro y la velocidad del agua a una profundidad de la superficie del agua de 0,6 veces el calado con la ayuda de un correntímetro. Para completar la toma de datos se relacionan los puntos con las coordenadas UTM de la posición del transecto, para lo que se han georeferenciado varios puntos con GPS, tales como la posición de la estación, la localización de los transectos y el inicio y final del tramo.

La localización de la estación y de los transectos de medición de caudal se ha señalado con varillas marcadas para repetir las mediciones de caudal y altura de la lámina de agua en una segunda campaña, y poder así obtener la curva de gasto.



Figura 19. Tramo de estudio en el río Grande en Cerro Blanco durante las campañas de campo de abril de 2009 (aguas altas) y de julio de 2009 (aguas bajas)

## Otros datos a recopilar en campo

Para la completa caracterización de los tramos de estudio se han recopilado en campo una serie de datos complementarios a los ya comentados relativos principalmente a las características de la cuenca, del lecho y de las riberas:

- Descripción del tramo de estudio
- Tipo de valle y uso de las laderas
- Grado de estabilidad del lecho
- Proporción de mesohábitats (rápidos, corrientes, tablas, pozas)
- Granulometría del lecho (limos, arenas, gravas, etc.)
- Anchura de la ribera y composición de la vegetación
- Croquis del tramo, con accidentes más relevantes y posición de los transectos
- Fotografías aguas abajo y aguas arriba de cada transecto

Las principales características de cada tramo de estudio se han incluido en una serie de fichas descriptivas que se recogen en el Apéndice 3.

### 5.4.2.5. Elaboración de las curvas hábitat potencial útil-caudal

El estudio del HPU permite conocer las posibilidades de uso del río por parte de la especie o especies consideradas, en función de las características de la corriente y a medida que va variando el caudal. Se trata de establecer una combinación de condiciones hidráulicas (velocidad, profundidad) y características del cauce (sustrato) óptimas para cada especie y estado de vida.

La IPH, en su apartado 3.4.1.4.1.1.2.2. *Elaboración y utilización de las curvas de hábitat potencial útil-caudal*, establece una serie de especificaciones y recomendaciones para la obtención de las curvas HPU-Q:

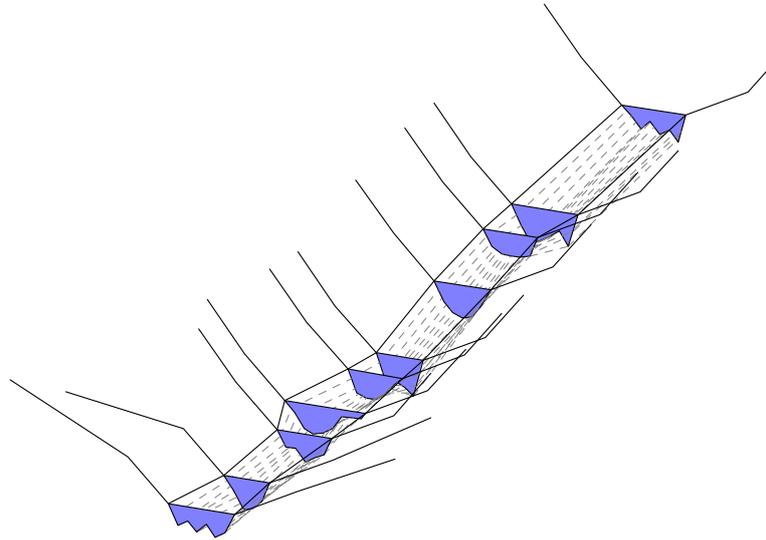
*Para las especies objetivo se desarrollarán curvas que relacionen el hábitat potencial útil con el caudal, a partir de las simulaciones de idoneidad del hábitat. En el caso de las especies piscícolas se desarrollarán para, al menos, dos estadios del ciclo vital de la especie objetivo: talla grande-talla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

*A partir de estas curvas se podrá generar una curva combinada para facilitar la toma de decisiones y la concertación sobre un único elemento, donde se podrá reflejar el régimen propuesto correspondiente al estadio más restrictivo o más sensible. Esta curva estará generada mediante la combinación ponderada y adimensional del hábitat potenciales útiles, determinados para los estadios predominantes en los periodos temporales considerados.*

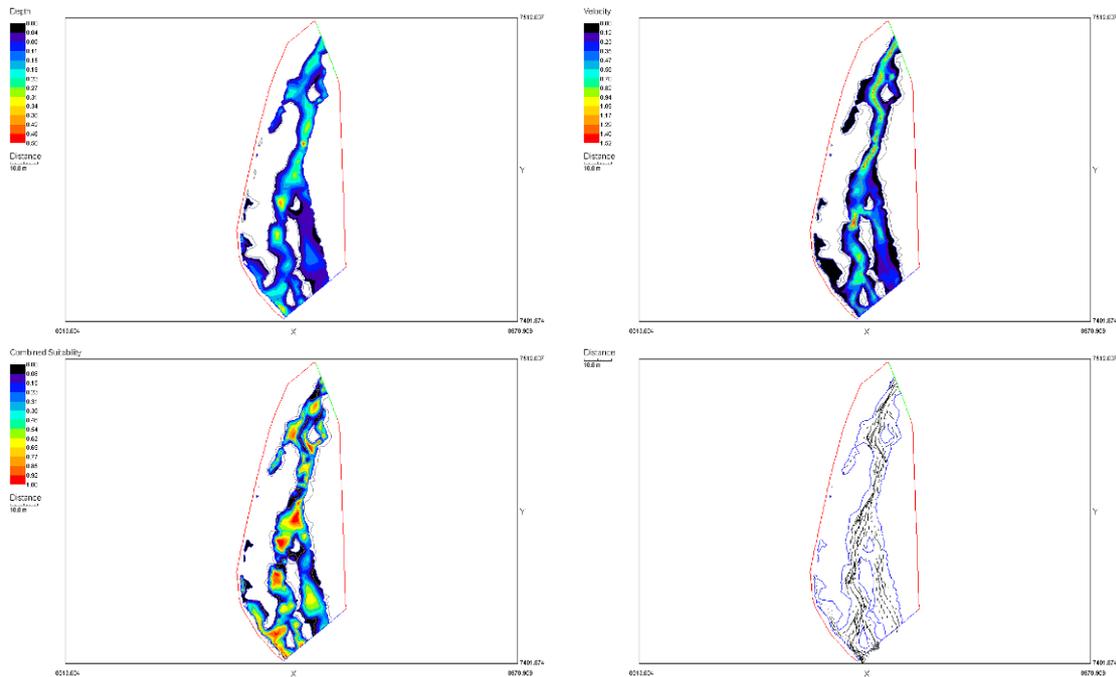
*La curva combinada vendrá referida, al menos, a un periodo húmedo y a otro de estiaje, considerando en cada uno de ellos la predominancia de los estadios de la especie objetivo. A falta de estudios más detallados, en época de estiaje se considerarán prioritarios los alevines y en época húmeda los juveniles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



*La simulación de la idoneidad del hábitat se realizará, preferentemente, mediante modelos bidimensionales. Si se utilizan modelos unidimensionales deberá justificarse su empleo.*



**Figura 20. Simulación del hábitat mediante modelos unidimensionales**



**Figura 21. Simulación del hábitat mediante modelos bidimensionales**



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



En el conjunto de las masas estudiadas se han utilizado dos tipos de modelos de hábitat:

- Una dimensión (1D): RHYHABSIM (*River Hydraulic and Habitat Simulation*) V4.1 de I. Jowett (1999), modelo hidrodinámico de resolución mediante el método del paso hidráulico calibrado en cada transecto para el ajuste del perfil de velocidades.
- Dos dimensiones (2D): RIVER2D, modelo hidrodinámico bidimensional por elementos finitos desarrollado en la Universidad de Alberta (Canadá) que caracteriza la velocidad media de la columna de agua para uso en cauces naturales.

Aunque el empleo de modelos en dos dimensiones, que es el que recomienda la IPH, ha sido prioritario en este trabajos, en aquellos casos en los que las dificultades técnicas lo han impedido, como tramos con fuerte pendiente o fuertes cambios, zonas con elementos del lecho de dimensiones críticas o zonas donde la toma de datos topográficos es muy compleja por la presencia de fuertes corriente o cauces invadidos por la vegetación, ha sido necesario el uso de modelos en una dimensión. Estos casos han sido excepcionales, y corresponden a los tramos de las masas de agua 0632060B Medio Guadalfeo y 0632120 Bajo Lanjarón.

### Calibración de los modelos

Para realizar la simulación en *una dimensión* se introducen en el programa los datos tomados en campo de las secciones utilizadas para caracterizar el tramo. El programa permite introducir para cada punto de la sección hasta diez características, que incluyen distancia, profundidad, velocidad y proporción de tipos de sustrato.

En el programa existen varias alternativas para ajustar la siguiente función:

$$Q = a (H - SZF)^b$$

Donde:

- $Q$  es el caudal por unidad de anchura
- $H$  es la altura del agua en un punto de la sección
- $SZF$  es el nivel de agua en la sección si el caudal circulante fuera cero
- $a$  y  $b$  son dos constantes que se ajustan en base a los datos de caudal-altura de agua

De las cuatro posibilidades que ofrece el programa para ajustar los parámetros se ha utilizado "Best SZF rating", que es aquel que hace el mejor ajuste de la curva a los valores medidos en campo y los caudales aforados.

Para ajustar con mayor precisión la curva de gasto también se han realizado dos visitas a cada una de las estaciones de trabajo.

Para realizar la simulación en *dos dimensiones*, el programa requiere introducir como datos los siguientes:

- Valores de los puntos del levantamiento topográfico del lecho.
- Condiciones de contorno que en cada tramo sirven al programa para realizar los cálculos hidráulicos: altura de la lámina de agua y caudal que corresponde a esa altura de agua de la sección de entrada (aguas arriba), y altura de agua en la sección de salida (aguas abajo).



Las condiciones de contorno con las que se ha ajustado el modelo hidráulico RIVER2D han sido medidas en el terreno en el día de la visita al tramo.

Para las sucesivas simulaciones en diferentes condiciones de caudal se necesita proporcionar una curva de gasto. Los pares de valores altura-caudal a la salida de cada tramo se pueden obtener de dos maneras: por sucesivas visitas al campo, en las que se realizan mediciones in situ de altura caudal con diferentes caudales, o bien mediante el ajuste de una curva de gasto que tiene la expresión:

$$Q = a \cdot d^b$$

donde:

- $Q$  es el caudal por unidad de anchura
- $d$  es la altura del agua en un punto de la sección
- $a$  y  $b$  son dos constantes que se ajustan en base a los datos de caudal-altura de agua

Para obtener con más precisión los valores de esta curva se han realizado dos mediciones en campo en dos situaciones diferentes: con aguas altas y con caudal bajo. También se puede ajustar la expresión con un único dato y ajustando los valores de los coeficientes mediante la aproximación de Manning. En este trabajo, con los pares de valores altura-caudal tomados en campo se ha ajustado la función utilizando el programa estadístico *StatGraphics*.

### Simulación de las condiciones hidráulicas en el tramo

A continuación se realiza la simulación de las condiciones hidráulicas en el tramo con programas en una o en dos dimensiones.

Para cada simulación de un valor supuesto de caudal el modelo considera un nivel correspondiente de agua en el río, y a partir de esta condición divide el tramo en múltiples celdas, cada una de ellas con una profundidad, velocidad y tipo de granulometría determinadas, según las condiciones de la lámina y la columna de agua de dicho caudal. Mediante las curvas de preferencia, el modelo calcula el área o hábitat potencial útil que representa cada una de las celdas consideradas, como producto del llamado índice de conformidad, por el área o superficie real de la celda, mediante la expresión:

$$HPU = C_i \cdot A_{real}$$

donde:

- $HPU$  es el hábitat (en términos de área) potencial útil de cada celda
- $A_{real}$  es la superficie real de la celda
- $C_i$  es el índice de conformidad de la celda

El índice de conformidad se puede calcular como la media geométrica de los índices de conformidad obtenidos para cada variable considerada, según la expresión:

$$C_i = \sqrt[3]{C_v \cdot C_h \cdot C_s}$$

siendo:



- $C_v$  el índice de conformidad debido a la velocidad
- $C_h$  el índice de conformidad debido a la profundidad
- $C_s$  el índice de conformidad debido al sustrato

El índice de conformidad de cada una de las variables anteriores se obtiene a partir de las respectivas funciones de preferencia, entrando en ellas con el valor que, para un determinado caudal, tiene cada una de las variables en cada celda. Realizando este cálculo para distintos caudales se obtienen relaciones numéricas que permiten conocer cómo varía el HPU en función de la evolución del caudal.

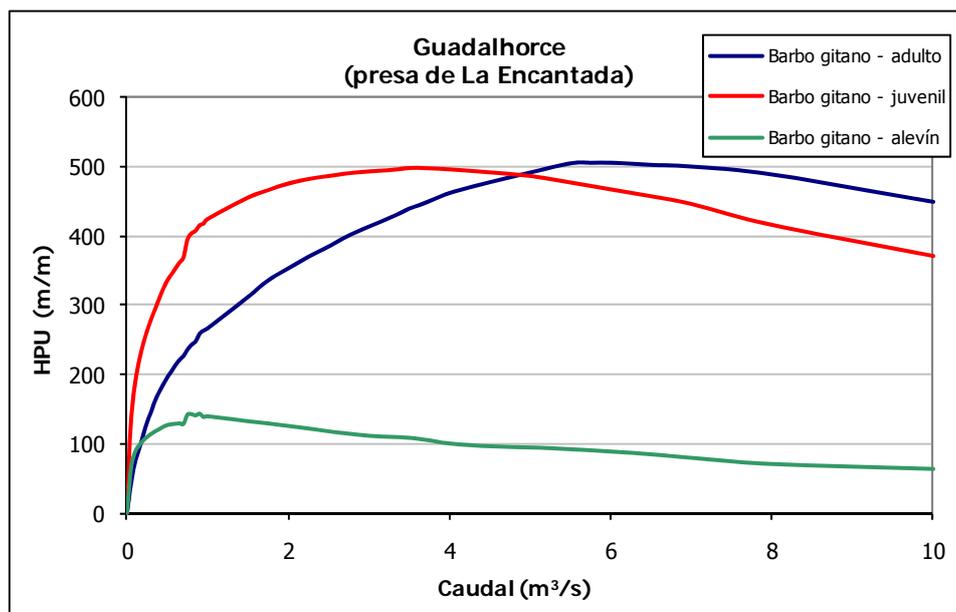


Figura 22. Curvas HPU-Q para distintos estadios del barbo gitano en el río Guadalhorce

### Generación de curvas combinadas

La IPH permite simplificar las curvas para el proceso de concertación y participación, generando curvas combinadas. Su uso se recomienda por su sencillez como herramienta de información de la repercusión del régimen de caudales sobre los hábitats.

Las curvas combinadas se generan asociando las curvas HPU-Q en una sola mediante la combinación de los diferentes estadios considerados. La combinación se ha realizado analizando los estadios de una misma especie objetivo considerando sus diferentes bioperiodos.

Para generar las curvas se ha dado más peso al estadio más sensible en cada periodo para asegurar que la curva combinada no compense las pérdidas de hábitat de dichos estadios con aquellos estadios más adaptables. De este modo, se han generado una curva combinada para el periodo húmedo y otra para el periodo seco, en los que la ponderación ha sido:

- Periodo húmedo:  $0,6 \cdot \text{juveniles} + 0,4 \cdot \text{adultos}$
- Periodo seco:  $0,6 \cdot \text{alevines} + 0,4 \cdot \text{adultos}$

Se ha considerado que el periodo húmedo va de noviembre a abril y el seco de mayo a octubre, salvo para la trucha en los tramos con influencia nival, en los que el periodo húmedo va de diciembre a junio y el seco de julio a noviembre.

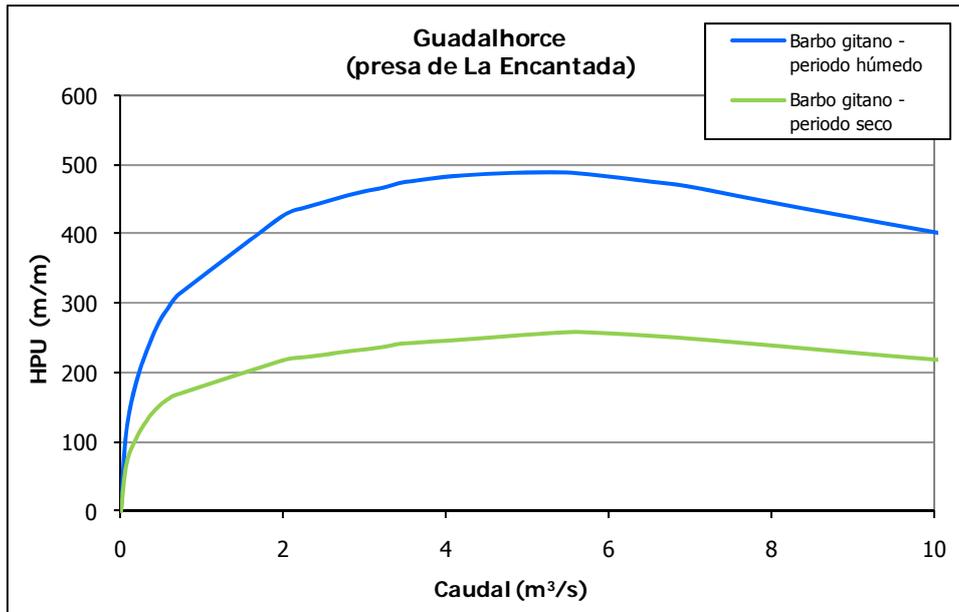


Figura 23. Curvas combinadas HPU-Q para el barbo gitano en el río Guadalhorce

#### 5.4.2.6. Selección de los caudales a partir de las curvas hábitat potencial útil-caudal

Una vez generadas las curvas HPU-Q para cada clase de edad y las curvas combinadas, debe seleccionarse un caudal o rango de caudales que pueden considerarse como mínimo u óptimo para generar el resto de valores del régimen a partir de ellos. Esto puede hacerse bien seleccionando caudales que proporcionen porcentajes fijos del HPU máximo, bien seleccionando puntos de la curva en los que se aprecie un cambio de pendiente.

En los trabajos realizados en la DHCMA se han estimado, por un lado, los caudales correspondientes al 80%, 50% y 30% del HPU máximo, y por otro, correspondiente a un cambio significativo de pendiente en la curva HPU-Q, que son los que recomienda la IPH para la obtención de la distribución de caudales mínimos (ver apartado 5.4.3).

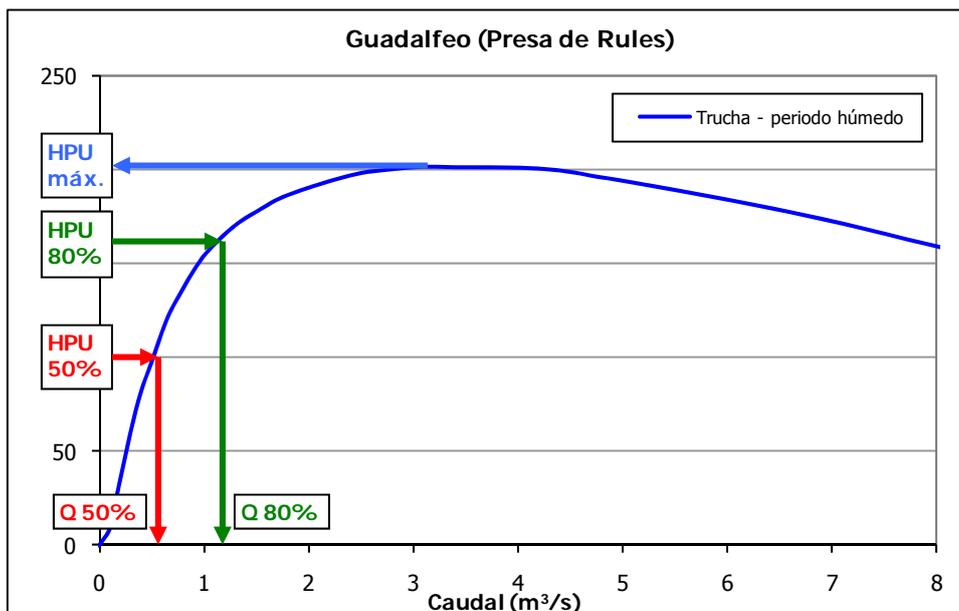


Figura 24. Estimación del caudal correspondiente al 80% y 50% del HPU máximo

En el caso de que la curva de hábitat potencial sea creciente y sin aparentes máximos, la IPH recomienda adoptar como valor máximo el hábitat potencial útil correspondiente al caudal definido por el rango de percentiles 10-25 % de los caudales medios diarios en régimen natural, obtenido de una serie hidrológica representativa de, al menos, 20 años. Sin embargo, debido al carácter irregular de los ríos de la DHCMA, con una alta variabilidad interanual y estacional, estos percentiles han resultado muy bajos o incluso nulos en muchas masas de agua, por lo que en estos casos se ha adoptado como HPU máximo el valor a partir del cual se produce una estabilización en la curva HPU-Q.

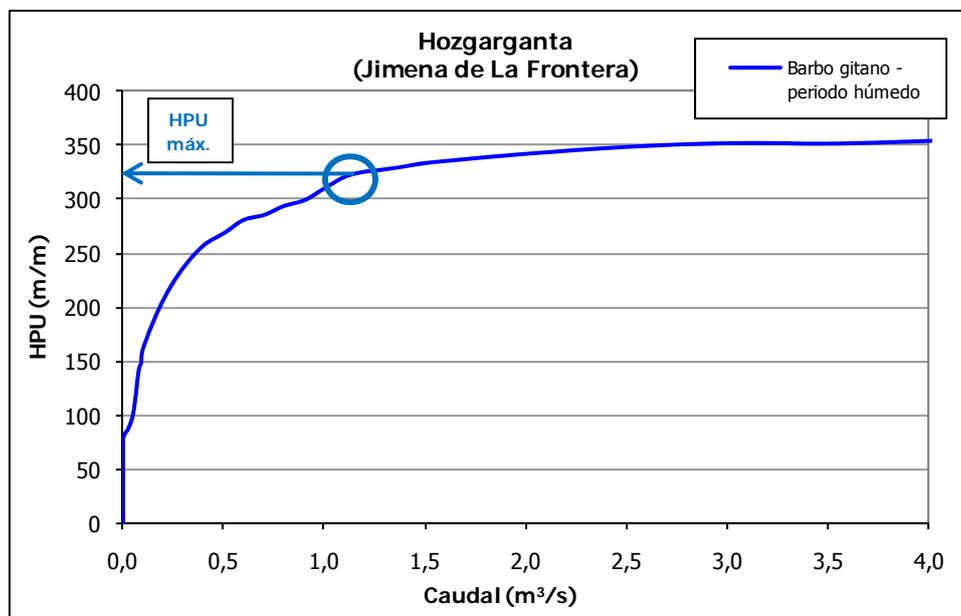


Figura 25. Estimación del HPU máximo en una curva creciente y sin máximos

Por otra parte, también se ha determinado el caudal correspondiente a un cambio de pendiente en la curva HPU-Q, para lo que se pueden utilizar tres métodos complementarios:

- Analizar con criterio experto la curva HPU-Q
- Analizar la curva de pendientes de la relación HPU-Q
- Analizar la curva de pendientes normalizada de la relación HPU-Q

Este tercer método sería el más objetivo, ya que en este proceso se normalizan todos los valores tanto de HPU como de caudal con respecto a sus valores máximos, se calcula la pendiente de la curva y se elige el punto en el que la pendiente se iguala a uno. De este modo se uniformizan todas las curvas de todos los ríos y se consigue aplicar un criterio similar para todos los casos que no depende de la apreciación del observador.

A continuación se recogen en una tabla los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los métodos de modelización del hábitat en los 32 tramos seleccionados:

Subsistema	Masa de agua		Especie objetivo	Curvas HPU-Caudal									Curvas HPU-Caudal combinadas							
	Código	Nombre		Adulto			Juvenil			Alevín			Periodo húmedo			Periodo seco				
				Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30
I-1	0611050	Bajo Palmones	Barbo gitano	1,60	0,15	0,01	2,00	0,25	0,01	0,01	0,01	0,003	0,75	1,75	0,20	0,01	0,65	0,35	0,01	0,005
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Boga del Guadiana	0,09	0,06	0,03	0,40	0,09	0,05	0,20	0,05	0,03	0,60	0,30	0,08	0,05	0,40	0,09	0,06	0,03
I-2	0612010A	Alto Guadalevín	Barbo gitano	0,40	0,05	0,03	0,30	0,03	0,01	0,40	0,10	0,02	0,30	0,20	0,04	0,01	0,40	0,40	0,10	0,03
			Boga del Guadiana	0,20	0,10	0,05	0,15	0,03	0,01	0,07	0,02	0,001	0,20	0,15	0,05	0,02	0,10	0,09	0,02	0,004
	0612040A	Alto Genal	Barbo gitano	1,90	0,95	0,50	1,20	0,30	0,08	1,60	0,60	0,20	1,20	1,40	0,50	0,15	1,20	1,60	0,70	0,30
			Boga del Guadiana	1,80	1,15	0,75	1,40	0,30	0,10	1,25	0,30	0,06	0,50	1,60	0,60	0,15	0,40	1,20	0,30	0,07
	0612050A	Alto Hozgarganta	Barbo gitano	0,50	0,07	0,02	0,40	0,10	0,07	0,60	0,20	0,10	0,40	0,40	0,10	0,05	0,40	0,50	0,10	0,01
			Boga del Guadiana	0,90	0,35	0,06	0,50	0,15	0,08	0,35	0,08	0,000	0,40	0,60	0,15	0,07	0,50	0,40	0,09	0,001
	0612062	Bajo Guadiaro (San Pablo Buceite)	Barbo gitano	1,50	0,50	0,20	1,00	0,30	0,10	3,50	1,70	0,80	2,00	1,00	0,30	0,12	2,00	1,50	0,50	0,20
			Boga del Guadiana	3,50	1,50	0,70	2,00	0,50	0,15	0,80	0,18	0,07	3,50	2,00	0,65	0,20	2,00	0,90	0,30	0,08
		Bajo Guadiaro (tras Genal)	Barbo gitano	3,50	1,25	0,40	1,30	0,25	0,05	0,80	0,20	0,03	5,00	2,50	0,50	0,08	3,50	1,20	0,25	0,04
			Boga del Guadiana	4,50	2,60	1,40	2,00	0,40	0,10	0,70	0,10	0,005	3,00	3,50	0,90	0,20	1,50	2,00	0,25	0,02
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Barbo gitano	0,34	0,32	0,28	0,22	0,10	0,06	0,32	0,18	0,11	0,70	0,40	0,20	0,10	0,40	0,30	0,20	0,10	
I-3	0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Barbo gitano	0,75	0,32	0,13	0,55	0,13	0,08	0,90	0,22	0,10	1,90	0,65	0,15	0,09	1,90	0,75	0,25	0,10
			Boga del Guadiana	0,88	0,50	0,25	0,65	0,15	0,90	1,54	1,13	0,18	0,15	0,70	0,25	0,10	0,15	0,65	0,15	0,09
0613160	Alto y Medio Fuengirola	Barbo gitano	1,14	0,82	0,55	0,55	0,16	0,04	0,56	0,21	0,06	0,20	0,60	0,20	0,05	0,20	0,57	0,20	0,05	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Subsistema	Masa de agua		Especie objetivo	Curvas HPU-Caudal									Curvas HPU-Caudal combinadas							
	Código	Nombre		Adulto			Juvenil			Alevín			Periodo húmedo				Periodo seco			
				Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Barbo gitano	0,90	0,20	0,05	0,50	0,10	0,03	0,25	0,05	0,03	1,50	0,60	0,12	0,03	0,80	0,30	0,05	0,03
			Boga del Guadiana	1,35	0,47	0,22	0,75	0,15	0,04	0,45	0,05	0,000	0,75	0,90	0,25	0,07	0,55	0,70	0,18	0,002
	0614022	La Villa	Barbo gitano	0,20	0,10	0,06	0,10	0,05	0,01	0,08	0,04	0,01	0,15	0,14	0,05	0,02	0,15	0,11	0,04	0,01
	0614070B	Medio Turón	Trucha común	0,60	0,20	0,06	0,50	0,15	0,02	0,50	0,10	0,02	0,30	0,57	0,15	0,06	0,40	0,53	0,15	0,04
	0614140A	Alto-Medio Grande del Guadalhorce	Barbo gitano	2,50	0,35	0,08	1,20	0,20	0,04	1,60	0,40	0,08	0,50	0,70	0,11	0,02	0,50	0,80	0,12	0,03
			Boga del Guadiana	1,20	0,40	0,15	1,00	0,21	0,06	0,80	0,10	0,01	1,20	1,00	0,30	0,07	1,00	0,85	0,10	0,01
	0614140B	Pereilas	Barbo gitano	0,15	0,10	0,05	0,12	0,05	0,01	0,12	0,04	0,01	0,01	0,13	0,05	0,01	0,01	0,12	0,04	0,005
	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Barbo gitano	2,75	0,85	0,30	0,75	0,20	0,05	0,30	0,06	0,03	2,75	1,50	0,35	0,10	2,00	1,50	0,30	0,05
	0614180	Alto Campanillas	Barbo gitano	1,10	0,45	0,24	0,27	0,07	0,02	0,21	0,05	0,02	0,20	0,82	0,15	0,05	0,15	0,55	0,10	0,02
0614210	Bajo Guadalhorce	Barbo gitano	1,50	0,75	0,40	1,40	0,50	0,20	0,55	0,25	0,10	0,90	1,40	0,60	0,25	0,90	1,00	0,40	0,20	
		Boga del Guadiana	1,60	0,90	0,50	1,50	0,60	0,25	1,30	0,45	0,15	0,85	1,60	0,70	0,35	0,65	1,40	0,55	0,20	
II-1	0621060	Benamargosa	Barbo gitano	0,85	0,40	0,17	0,30	0,10	0,03	0,25	0,05	0,02	0,25	0,45	0,10	0,05	0,25	0,45	0,10	0,05
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Barbo gitano	2,00	1,30	0,85	0,60	0,15	0,05	0,85	0,30	0,10	0,85	1,40	0,45	0,15	0,90	1,40	0,45	0,15
II-3	0623020	Torrox	Barbo gitano	0,07	0,000	0,000	0,07	0,003	0,000	0,04	0,001	0,000	0,16	0,07	0,001	0,000	0,12	0,05	0,001	0,000
III-1	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Barbo gitano	0,15	0,09	0,05	0,25	0,06	0,04	0,35	0,08	0,04	0,30	0,10	0,06	0,05	0,30	0,10	0,06	0,05



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Subsistema	Masa de agua		Especie objetivo	Curvas HPU-Caudal									Curvas HPU-Caudal combinadas							
	Código	Nombre		Adulto			Juvenil			Alevín			Periodo húmedo				Periodo seco			
				Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30	Qpte	Q80	Q50	Q30
III-2	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Trucha común	0,70	0,37	0,19	0,45	0,14	0,06	0,70	0,10	0,05	0,80	0,50	0,15	0,07	1,00	0,50	0,10	0,05
	0632060B	Medio Guadalfeo	Trucha común	0,70	0,60	0,55	0,60	0,40	0,27	0,42	0,27	0,17	0,95	0,65	0,45	0,30	0,55	0,55	0,30	0,18
	0632120	Bajo Lanjarón*	Trucha común	0,25	0,19	0,14	----	----	----	----	----	----	0,28	0,27	0,22	0,17	0,28	0,27	0,22	0,17
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Trucha común	0,75	0,50	0,33	0,53	0,13	0,12	0,25	0,11	0,08	1,00	0,61	0,24	0,05	0,85	0,41	0,13	0,08
	0632150	Bajo Guadalfeo	Trucha común	1,40	0,65	0,40	0,45	0,20	0,13	0,27	0,15	0,10	2,50	1,10	0,50	0,30	2,50	0,75	0,30	0,15
III-4	0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Trucha común	0,70	0,20	0,10	0,55	0,15	0,05	0,36	0,12	0,05	0,45	0,58	0,17	0,06	0,40	0,45	0,14	0,05
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Trucha común	0,24	0,15	0,08	0,10	0,05	0,02	0,08	0,05	0,02	0,20	0,10	0,04	0,02	0,15	0,07	0,04	0,02
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	Trucha común	0,40	0,30	0,20	0,20	0,10	0,06	0,12	0,05	0,02	0,24	0,16	0,10	0,06	0,24	0,14	0,06	0,04
V-1	0651010Z	Alto y Medio Aguas	Barbo gitano	0,20	0,10	0,07	0,15	0,07	0,03	0,09	0,03	0,002	0,12	0,15	0,08	0,05	0,15	0,13	0,05	0,004
V-2	0652020	Alto Almanzora	Trucha común	0,77	0,39	0,20	0,55	0,16	0,09	0,27	0,09	0,06	0,87	0,64	0,20	0,10	0,70	0,46	0,12	0,07

\* Curvas HPU-Q para los estadios juvenil y alevín crecientes y sin aparentes máximos ni estabilización del HPU

#### 5.4.2.7. Presentación de resultados

Los resultados obtenidos a partir de los trabajos de modelización del hábitat se detallan en unas fichas que se incluyen en el Apéndice 3 y que recogen la siguiente información:

- Identificación de la masa de agua y especie objetivo analizada
- Condiciones de contorno del tramo de estudio y curva de gasto
- Topografía del tramo de estudio
- Curvas de preferencia del hábitat físico empleadas en los modelos
- Imágenes de la simulación de la idoneidad del hábitat físico
- Curvas HPU-Q para los distintos estadios analizados (adulto, juvenil y alevín) y curvas HPU-Q combinadas
- Resultados de caudal obtenidos, correspondientes por un lado al cambio de pendiente en la curva HPU-Q y por otro al 80%, 50% y 30% del HPU máximo

#### 5.4.3. **Obtención de la distribución de caudales mínimos**

Los resultados obtenidos por modelización del hábitat han sido contrastados con los obtenidos por métodos hidrológicos para dar una propuesta de caudales ecológicos mínimos de acuerdo con la metodología que se describe en el apartado 3.4.1.4.1.1.3. *Obtención de la distribución de caudales mínimos* de la IPH:

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

*a) Considerar el caudal correspondiente a un umbral del hábitat potencial útil comprendido en el rango 50-80% del hábitat potencial útil máximo.*

*b) Considerar el caudal correspondiente a un cambio significativo de pendiente en la curva de hábitat potencial útil-caudal.*

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

*La distribución de caudales mínimos obtenida de esta forma se deberá validar mediante el análisis de su influencia sobre la vegetación de ribera. Para ello se recomienda el uso de indicadores de estado de la vegetación de ribera que permitan relacionar las características del régimen de caudales con los atributos principales de las formaciones vegetales ribereñas.*

Por lo tanto, para la obtención de la distribución de caudales mínimos se ha determinado en primer lugar la distribución temporal de caudales mínimos por métodos hidrológicos, tal y como se explicó en el apartado 5.4.1. Estos regímenes se han comparado con los valores obtenidos a partir de las curvas HPU-Q combinadas y, en función del caso, se han adaptado a los valores que permite la IPH, es decir, los comprendidos entre el **50-80% del HPU máximo**, o bien entre el **30-80% del HPU máximo** en el caso de las masas alteradas hidrológicamente (ver



apartado 6). Estos rangos son mínimos, pudiendo ser más altos si otros elementos de análisis lo aconsejan, de manera que los porcentajes de HPU son sensiblemente superiores cuando los mínimos se cubren con caudales muy bajos.

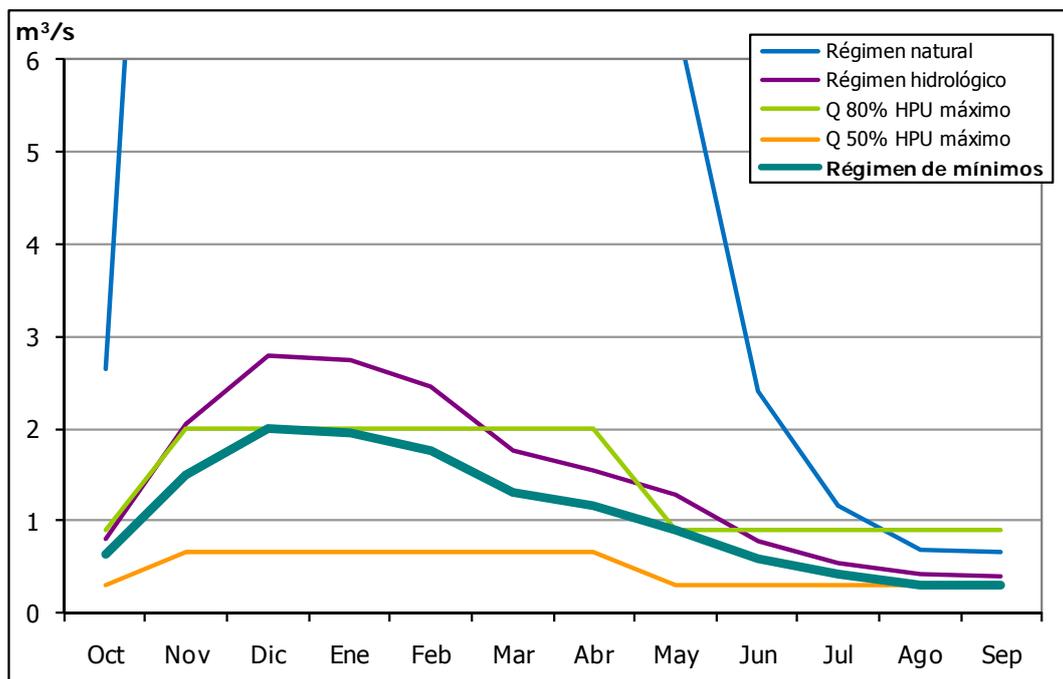


Figura 26. Ajuste de los caudales por métodos hidrológicos a los de modelación del hábitat

Como norma general, se ha optado por definir una propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos en la que se adapte los resultados obtenidos por métodos hidrológicos a los valores del 50% del HPU máximo (mes más bajo) y del 80% del HPU máximo (mes más alto), o bien el obtenido por métodos hidrológicos si este se encuentra situado entre ambos valores, y se ha procurado no emplear el criterio incluido en la IPH para las masas de agua muy alteradas hidrológicamente que permite bajar al 30% del HPU máximo, con la salvedad de aquellos meses en los que los caudales naturales se encuentren por debajo de estos valores, en los que el régimen de caudales ecológicos propuesto también se ha de encontrar por debajo, y es nulo en las masas no permanentes en función del periodo de cese de caudal determinado.

No obstante, a la hora de aplicar estos criterios surgen otras particularidades para algunas masas de agua en función del tipo de condicionantes que presente cada una de ellas (zonas protegidas, afecciones, etc.). Por ejemplo, en tramos en los que el régimen presenta importantes afecciones se ha optado por establecer un régimen situado todos los meses en el 50% del HPU máximo, pero que no baje de este valor. Por otra parte, en ciertos casos sí ha sido necesario bajar hasta el 30% del HPU máximo, pero tan sólo en masas de agua muy alteradas hidrológicamente en las que además hay una importante alteración de la morfología. Por último, para los tramos en los que la principal afección es la hidroeléctrica pero que están situados en LIC se ha optado por un régimen de mínimos en el que no se pueda derivar cuando el caudal esté situado por debajo del 80% del HPU máximo.

El régimen de caudales mínimos puede establecerse a diferentes escalas temporales que van desde al menos dos periodos (época húmeda-época seca atendiendo a clasificaciones climáticas, o época de freza y cría-época de juveniles y adultos atendiendo a clasificaciones que tienen en cuenta los bioperiodos y los estadios) hasta el nivel de detalle máximo que puede considerarse el régimen mensual. En las masas de agua de la DHCMA se ha optado principalmente por



establecer un régimen de mínimos a nivel mensual, si bien en algunos casos, en función de los distintos condicionantes tenidos en cuenta a la hora de establecer el régimen, se ha establecido en los dos periodos (húmedo-seco) definidos en los trabajos de modelización del hábitat.

En cuanto a los puntos en los que no se han llevado a cabo trabajos de modelización del hábitat, el régimen de caudales mínimos se ha estimado mediante regionalización de los resultados de las modelizaciones en otros puntos de la misma masa de agua o en masas de agua similares.

En todo el proceso de determinación del régimen de caudales mínimos se ha tenido en cuenta la coherencia de los resultados dentro de cada cuenca. Además, se ha procurado dar unos caudales ecológicos que supongan una mejora ambiental, pero siempre teniendo en cuenta el cumplimiento de garantías con el caudal en régimen natural, ya que se entiende que el régimen de mínimos no debe entrar en incumplimientos significativos con el mismo. De este modo, en la mayor parte de las masas la propuesta consiste en un único régimen de mínimos, pero para algunas de ellas se ha considerado necesario dar dos: un *régimen transitorio*, a aplicar en el horizonte 2015, 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 estos regímenes.

#### 5.4.3.1. Distribución de caudales mínimos en las masas de agua estratégicas

El régimen de caudales mínimos de las masas de agua de la DHCMA se ha definido en primer lugar en las llamadas *masas estratégicas*, que son aquellas en las que el régimen de caudales ecológicos puede condicionar las asignaciones y reservas de recursos del Plan Hidrológico, y en las que se ha llevado a cabo un proceso de concertación en esta fase de la planificación. Estas son un total de 19 masas (ver apartado 9), seleccionadas según los criterios definidos en el apartado 5.4.2.1, y excluyéndose de esta relación el Bajo Almanzora, pues 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.

La propuesta de régimen de mínimos se ha realizado en un total de 22 puntos situados en dichas masas estratégicas, pues algunas de ellas cuentan con más de un tramo de importancia estratégica. Por otra parte, para el río Adra aguas abajo de la presa de Benínar no se ha establecido una propuesta de régimen de mínimos pese a considerarse como masa estratégica, pues hasta que no surtan efecto las medidas de impermeabilización del vaso del embalse, no se considera viable su establecimiento.

En la siguiente figura se puede ver la localización de las masas de agua estratégicas y de los puntos en los que se ha establecido una propuesta de régimen de caudales mínimos:



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional





Figura 27. Masas de agua estratégicas y puntos con propuesta de régimen de caudales mínimos

En estas masas de agua, el régimen de mínimos se ha obtenido de adaptar los resultados de la aplicación de los métodos hidrológicos a los de la modelización del hábitat, si bien en aquellos tramos en los que no se han llevado a cabo trabajos de simulación (Figura 28), se han regionalizado los resultados de otro tramo de la misma masa o en alguna masa similar para establecer el régimen. Es el caso del Palmones aguas abajo de la presa de Charco Redondo, cuyo régimen se ha obtenido por interpolación desde el tramo bajo de la misma masa; del Guadiaro en Buitreras, cuyo régimen se ha obtenido por interpolación desde el tramo situado en San Pablo Buceite; del Guadalnasa y Guadaiza, cuyo régimen se ha obtenido a partir del régimen del río Guadalmina, y del Vélez y Bajo Guaro aguas abajo de la presa de La Viñuela, cuyo régimen se ha obtenido por interpolación desde el tramo bajo de la misma masa.



**Figura 28. Puntos de estimación de los caudales mínimos por métodos hidrológicos y por métodos de modelización del hábitat en las masas de agua estratégicas**

La propuesta de régimen de caudales mínimos de las masas estratégicas se incluye en la siguiente tabla:

Tabla 9. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en las masas de agua estratégicas

Sistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	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	Anual	% Nat
I-1	0611050	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	Barbo gitano	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%
	0611110Z	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	0612061	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%
	0612062	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	0613062	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%
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmanza	Tras trasvase	Permanente	Sí	Barbo gitano	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%
	0613092Z	Medio y Bajo Guadai-za	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%
	0613140	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%
							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%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 9. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en las masas de agua estratégicas

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	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	Anual	% Nat	
I-4	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presas 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	0,33	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%	
	0614200	Bajo Campanillas	Presas 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	0,02	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	0,02	0,05	10%
	0614210	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%	
	0614250	Bajo Guadalmedina	Presas 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	0621060	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%	
0621070		Vélez y Bajo Guaro	Presas 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 MI	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%	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 9. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en las masas de agua estratégicas

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	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	Anual	% Nat	
III-2	0632040	Medio y Bajo Trévez-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%
			Azud Trévez (EA 6103)*	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%	
	0632130	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%	
	0632150	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	0,25	0,25	0,25	0,34	6%		
III-4	0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	Permanente	Sí	-	Régimen final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV-1	0641020	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%	

\*Régimen de caudales ecológicos mínimos modificado como resultado del proceso de concertación

A continuación se recogen una serie de consideraciones acerca de los regímenes propuestos en cada masa de agua:

### **SUBSISTEMA I-1**

#### **Guadarranque y Palmones:**

Tanto para el río Palmones como para el Guadarranque la propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos se hace para el horizonte 2015, puesto que en circunstancias normales existen recursos suficientes para mantener estos caudales. En ambos casos el régimen de 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 para el horizonte 2015 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 riegos (abril-septiembre) para equipararlo a los equivalentes al 50% del HPU máximo. Una rebaja mayor afectaría negativamente al 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.



Figura 29. Río Guadiaro en San Pablo Buceite

### **SUBSISTEMA I-3**

#### **Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza:**

Para los trasvases de los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza 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, para el horizonte 2015 se propone 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 hidrológico 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, siendo tras la restauración del cauce cuando se alcanzaría el 50% del HPU máximo.

#### **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 para el año 2015 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, desalación de agua de mar como apoyo al abastecimiento urbano, etc.).



Figura 30. Río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada

La incidencia del mantenimiento de dicho caudal ecológico sobre las garantías de suministro de las demandas podrían verse minimizadas dejando que parte de los caudales destinados al abastecimiento de Málaga circularan por el río hasta el azud de Aljaima, siendo desde allí incorporados a la ETAP de El Atabal.

##### **Azud de Aljaima:**

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

##### **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.

##### **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 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 pe-



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



riodo 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 disponibles, por lo que se propone un régimen transitorio en el horizonte 2015 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 a aplicar en el horizonte 2015 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**

#### **Trévez:**

Para el río Trévez, 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.

Aunque en principio no se considera necesario establecer un régimen transitorio, la implantación efectiva del régimen propuesto podría demorarse más allá del año 2015 en función de la marcha de los trabajos de modernización de los regadíos, si bien dicho retraso sólo sería admisible si no compromete el objetivo de alcanzar el buen estado en ese horizonte.

### 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. Por otra parte, además de dichos aprovechamientos, existen en la masa diversas derivaciones para riego en las que en el curso del proceso de implantación, y una vez realizados los estudios pendientes para evaluar las medidas de mejora de la eficiencia, deberán establecerse las correspondientes restricciones ambientales en los términos establecidos en la normativa vigente.



Figura 31. Río Poqueira en Pampaneira

### Béznar:

En el caso del embalse de Béznar, el régimen de caudales ecológicos propuesto (obtenido de adaptar los resultados hidrológico al 50% del HPU máximo) pretende la conservación de los hábitats ribereños del tramo situado entre el pie de la presa y la cola del embalse de Rules. Dichos caudales 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 ecológico 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



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



manantial. La implantación de un régimen de vertidos desde la presa con fines ambientales en el tramo intermedio se considera en principio no viable en los horizontes del Plan, en tanto no se resuelva la crítica situación deficitaria des subsistema III-4 y, sobre todo, no resulten efectivas las actuaciones de impermeabilización del vaso del embalse para disminuir las filtraciones.

### **SUBSISTEMA IV-1**

#### **Canjáyar:**

La posibilidad de mantenimiento del régimen de caudales ecológicos dependerá de la finalización del proceso de modernización de los regadíos en la comarca del Alto y Medio Andarax, obra declarada de interés general y en cuyo marco deberá dotarse al área de riego de una importante capacidad de almacenamiento de aguas invernales, de manera que contribuya a reducir la presión extractiva durante el periodo de estiaje. En tanto no estén finalizadas estas obras se establece un régimen de caudales mínimos transitorio que es igual al definitivo salvo en el periodo junio-septiembre, durante el que se hace equivaler al 30% del HPU máximo.



Figura 32. Río Canjáyar en Canjáyar

#### **5.4.3.2. Distribución de caudales mínimos en otras masas de agua con resultados por métodos de modelización del hábitat**

La estimación del régimen de caudales mínimos en otras masas de agua con resultados por métodos de modelización se ha obtenido de adaptar los resultados de la aplicación de los métodos hidrológicos a los de la simulación del hábitat. Éstas son un total de 19, si bien los resultados en una de ellas, Bajo Lanjarón, cuya modelización se ha realizado en una dimensión porque la abundancia de vegetación de ribera que ha imposibilitado los trabajos en dos dimensiones, han sido descartados por no observarse ningún cambio en las curvas HPU-Q que permitan definir un valor óptimo.

La propuesta de régimen de caudales mínimos del resto de otras masas de agua con resultados por métodos de modelización del hábitat se incluye en la siguiente tabla:

Tabla 10. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en otras masas de agua con resultados por métodos de modelización del hábitat

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	Muy alterada hidrológicamente	Especie objetivo	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m³/s)														
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual	% Q nat.
I-2	0612010A	Alto Guadalquivir	Molino del Cojo (EA 6029)	Permanente	No	Boga del Guadiana	Régimen final	0,09	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12	38%
	0612040A	Alto Genal	Gaucín	Permanente	No	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,55	1,15	1,59	1,60	1,55	1,08	0,60	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,80	25%
							Régimen final	0,55	1,15	1,59	1,60	1,55	1,08	0,89	0,75	0,51	0,37	0,31	0,30	0,89	28%
	0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera (EA 6028)	Intermitente	No	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,24	0,40	0,60	0,54	0,47	0,43	0,15	0,09	0,09	0,00	0,00	0,00	0,25	11%
							Régimen final	0,24	0,40	0,60	0,54	0,47	0,43	0,37	0,31	0,09	0,00	0,00	0,00	0,29	13%
	0612062	Bajo Guadiaro	San Martín del Tesorillo (EA 6116)	Permanente	Sí	Boga del Guadiana	Régimen transitorio	0,74	2,40	3,50	3,40	3,00	2,00	0,90	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,43	10%
Régimen final							0,74	2,40	3,50	3,40	3,00	2,00	1,71	1,33	0,69	0,40	0,26	0,25	1,64	14%	
I-3	0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Fin masa	Permanente	No	Boga del Guadiana	Régimen final	0,29	0,49	0,70	0,56	0,55	0,51	0,43	0,33	0,24	0,19	0,15	0,16	0,38	23%
	0613160	Alto y Medio Fuengirola	Confluencia Alaminos y Ojén	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen final	0,07	0,11	0,15	0,13	0,11	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	9%
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla (EA 6091)	Permanente	Sí	Boga del Guadiana	Régimen final	0,18	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,18	0,18	0,18	0,18	0,22	9%	
	0614022	La Villa	Fin masa	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen final	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	28%	
	0614070B	Medio Turón	Ardales (EA 6011)	Permanente	No	Trucha	Régimen final	0,19	0,34	0,55	0,54	0,57	0,42	0,32	0,24	0,13	0,07	0,06	0,07	0,29	22%
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Cerro Blanco	Permanente	No	Boga del Guadiana	Régimen final	0,56	1,01	1,13	1,09	1,09	0,85	0,72	0,59	0,43	0,35	0,31	0,33	0,71	24%
	0614140B	Pereilas	Fin masa	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen final	0,07	0,11	0,13	0,12	0,11	0,10	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,08	13%
II-3	0623020	Torrox	Fin masa	Permanente	Sí	Barbo gitano	Régimen final	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	15%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 10. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en otras masas de agua con resultados por métodos de modelización del hábitat

Subsistema	Masa de agua		Lugar	Clasificación	Muy alterada hidrológicamente	Especie objetivo	Régimen de caudales ecológicos mínimos (m³/s)															
	Código	Nombre					Propuesta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual	% Q nat.	
III-1	0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázulas (EA 6052)	Permanente	No	Barbo gitano	Régimen final	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	22%
III-2	0632060B	Medio Guadalfeo	Puente de Órgiva (EA 6101)	Permanente	No	Trucha	Régimen final	0,42	0,52	0,57	0,56	0,56	0,58	0,61	0,65	0,61	0,42	0,31	0,30	0,51	0,51	20%
III-4	0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella (EA 6009)	Permanente	No	Trucha	Régimen final	0,14	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	16%
							Régimen transitorio	0,17	0,17	0,17	0,58	0,38	0,33	0,28	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	0,25	27%	
IV-1	0641030	Alto y Medio Nacimiento	El Chono	Intermitente	Sí	Trucha	Régimen final	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	8%
V-1	0651010Z	Alto y Medio Aguas	Fin masa	Intermitente	Sí		Régimen final	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	20%
V-2	0652020	Alto Almanzora	Cantoria (EA 6067)	Intermitente	Sí	Trucha	Régimen final	0,12	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,16	11%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



A continuación se recogen una serie de consideraciones acerca de los regímenes propuestos en cada masa de agua:

### **SUBSISTEMA I-2**

#### **Alto Guadalquivir:**

El régimen propuesto es el 80% del HPU máximo. Este régimen, que se tendrá que respetar hasta la confluencia con el río Gualcobacín, tramo designado LIC fluvial "Río Guadalquivir" y en el que el agua constituye un elemento esencial en el paisaje del Tajo de Ronda, representa una restricción al aprovechamiento hidroeléctrico existente, de manera que no se podrá turbinar cuando el caudal que fluya por el río sea menor que el régimen de caudales ecológicos propuesto.

#### **Genal, Hozgarganta y Bajo Guadiaro:**

Para estos tres tramos se aplica el mismo criterio que para el río Guadiaro en San Pablo Buceite, estableciendo un régimen que consiste en el hidrológico adaptado a los valores del 80% y 50% del HPU máximo, salvo para el Hozgarganta, que por su carácter temporal el caudal es cero de julio a septiembre, y transitoriamente rebajado de abril a junio (en el periodo de riegos), por el conflicto de usos existente actualmente, hasta que surtan efecto las medidas programadas. Estos tramos se encuentran situados en LIC fluvial y aguas arriba del LIC "Estuario del río Guadiaro".



Figura 33. Río Genal en Gaucín

### **SUBSISTEMA I-3**

#### **Medio-Alto Verde de Marbella:**

El tramo se encuentra situado en el LIC "Sierras Bermeja y Real" y no tiene importantes afectaciones, por lo que se adopta un régimen que consiste en el hidrológico adaptado a los valores del 80% y 50% del HPU máximo.

#### **Fuengirola:**

El régimen de caudales ecológicos es el obtenido por métodos hidrológicos, pues al tratarse de un tramo fuertemente desestabilizado los resultados de la modelización del hábitat no son fiables. Este régimen se propone como medida de seguimiento para ver si las actuaciones planteadas son suficientes, por lo que será de aplicación para el horizonte 2027. En el supuesto de que se ejecutaran los embalses previstos en el PHN, dicho régimen tendría que estar también garantizado por los mismos. El tramo se sitúa en el LIC fluvial "Río Fuengirola".

### **SUBSISTEMA I-4**

#### **Alto Guadalquivir y La Villa:**

Dada la grave problemática de insostenibilidad de la zona, el régimen adoptado para ambos tramos se corresponde con el 50% del HPU máximo, a revisar en el seguimiento de 2027. El fuerte déficit actual y la sobreexplotación de los acuíferos hacen inviable alcanzar el régimen de

caudales ecológicos hasta que no hayan surtido efecto las medidas previstas (trasvase de recursos externos, reconversión y modernización de regadíos, y planes de ordenación de acuíferos sobreexplotados). Este régimen será de utilidad para evaluar la eficacia de las medidas planteadas.

#### **Turón:**

Se trata de un tramo piscícola con conflicto de usos de abastecimiento y, principalmente, de regadío. Se propone un régimen adaptado del hidrológico para situarlo entre el 50% y el 80% del HPU máximo, salvo en el periodo estival, en el que el régimen natural se encuentra por debajo del 50% HPU. Habría que incrementar la capacidad de almacenamiento de aguas invernales para los distintos usos, además de la ya propuesta mejora y modernización de regadíos.



Figura 34. Río Turón aguas abajo del Burgo

#### **Grande:**

El régimen adoptado es el obtenido por métodos hidrológicos, que se encuentra entre los valores del 50% y el 80% del HPU máximo. Este régimen se podrá cumplir aguas abajo gracias a la modernización de regadíos que se plantea en el Programa de Medidas del Plan, pero no en la parte inferior del río, antes de la desembocadura, debido al alto grado de desestabilización que presenta el cauce.

#### **Pereilas:**

El régimen adoptado es el situado entre el 50% y el 80% del HPU máximo, y no será posible su implantación hasta que se lleven a cabo las medidas para reducir las extracciones del acuífero (apoyo al abastecimiento desde sistema mancomunado y reutilización en riegos) y la restauración hidromorfológica del cauce.

### **SUBSISTEMA II-3**

#### **Torrox:**

Se adopta como régimen de caudales ecológicos el correspondiente al 80% del HPU máximo, pues el 50% no se considera representativo y el 80% ya es netamente inferior a los obtenidos por métodos hidrológicos y análogo al que se obtendría trasladando el régimen correspondiente al 50-80% del HPU máximo del Verde de Almuñécar en Cázulas. Los valores obtenidos por métodos hidrológicos, muy elevados, están condicionados por la alta regularidad que presenta este río, al igual que el Verde, en régimen natural por estar ambos drenando acuíferos carbonatados alpujárrides.

### **SUBSISTEMA III-1**

#### **Alto y Medio Verde de Almuñécar:**

Al igual que en el resto de tramos afectados tan sólo por aprovechamientos hidroeléctricos y situados en LIC, en este caso el LIC "Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama", el régimen pro-



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



puesto 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.

### **SUBSISTEMA III-2**

#### **Medio Guadalfeo:**

Siguiendo con los criterios generales adoptados, se establece un régimen que consiste en el hidrológico adaptado a los valores del 80% y 50% del HPU máximo.



Figura 35. Río Guadalfeo aguas arriba del embalse de Rules

### **SUBSISTEMA III-4**

#### **Adra:**

Para este tramo, situado en el LIC fluvial "Río Adra", se adopta el régimen hidrológico situado entre los valores del 50% y el 80% del HPU máximo, y transitoriamente el 50% del HPU máximo.

### **SUBSISTEMA IV-1, V-1 Y V-2**

#### **Nacimiento, Aguas y Almanzora:**

El régimen adoptado para estas tres masas de agua es el correspondiente al 50% del HPU máximo, y no se podrá cumplir antes de que se hayan llevado a cabo las medidas previstas, orientadas a reducir la presión sobre los recursos, es decir, en el horizonte 2027.

#### **5.4.3.3. Regionalización de los resultados a la totalidad de las masas de agua**

Puesto que la estimación del régimen de caudales mínimos mediante métodos de modelización del hábitat se llevó a cabo en un 23% del número total de masas de la categoría río de la DHCMA, es necesario establecer una metodología que permita extrapolar los resultados de éstas al resto de masas, basándose en agrupaciones que atiendan a su naturaleza hidrológica, para poder así dar una propuesta de régimen de caudales ecológicos mínimos en todas ellas.

La regionalización de los resultados a la totalidad de masas de agua de la categoría río de la demarcación ha sido posterior al proceso de concertación en las masas estratégicas (ver apartado 9), y se ha llevado a cabo con el apoyo de la clasificación según la naturaleza hidrológica y los estudios por métodos hidrológicos y de modelización del hábitat que se han efectuado en las distintas masas. Para ello, se han aplicado de forma proporcional los resultados de los estudios técnicos siguiendo esta clasificación, se han comparado los regímenes obtenidos por métodos hidrológicos y, según el caso, se han ajustado a los obtenidos mediante modelización del hábitat.

No obstante, será necesario con posterioridad a la elaboración del Plan hidrológico de cuenca realizar una nueva etapa de estudios para avanzar en la determinación e implantación de caudales ecológicos sobre bases más firmes.

A continuación se incluye una tabla con la propuesta de régimen de caudales mínimos en todas las masas de agua de la DHCMA de la categoría río que no son embalses ni masas de agua artificiales, 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 del hábitat:



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0611010	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%
0611030	Valdeinferno-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%
0611040	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%
0611050	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%
0611060	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%
0611080	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%
0611100	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%
0611110Z	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%
0611120	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%
0612010A	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%
0612010B	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%
0612020	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%
0612030	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%
0612040A	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%
0612040B	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%
0612050A	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%
0612050B	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%
0612061	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%
0612062	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%
0613010	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%
0613020	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%
0613030	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%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0613040	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%
0613050	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%
0613061	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%
0613062	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%
0613071	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%
0613072Z	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%
0613091	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%
0613092Z	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%
0613110	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%
0613120	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%
0613140	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%
0613150	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%
0613160	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%
0613170	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%
0614021A	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%
0614021B	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%
0614021C	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%
0614022	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%
0614040A	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%
0614040B	Medio 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%
0614050	La Venta	Fin masa (a. ab. Manantial Torrox)	0,031	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,04	7%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0614070A	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%
0614070B	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%
0614090A	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%
0614100	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%
0614110	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%
0614120	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%
0614130	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%
0614140A	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%
0614140B	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%
0614140C	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%
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa 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%
0614150B	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%
0614160	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%
0614170	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%
0614180	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%
0614200	Bajo Campanillas	Presa 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%
0614210	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%
0614220	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%
0614230	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%
0614250	Bajo Guadalmedina	Presa 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%
0621010	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%
0621030	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%
0621040	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%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0621050	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%
0621060	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%
0621070	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%
0622010Z	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%
0623010	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%
0623020	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%
0623030	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%
0631010	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%
0631020	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%
0631030	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%
0631040	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%
0632010	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%
0632020	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%
0632030	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%
0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	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%
		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%
0632050	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%
0632060A	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%
0632060B	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%
0632070	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%
0632080A	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%
0632080B	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%
0632090	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%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0632110	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%
0632120	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%
0632130A	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%
0632140	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%
0632150	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%
		Azud El Vínculo	0,150	0,150	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,150	0,150	0,150	0,24
0634010	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%
0634020	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%
0634030	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%
0634040	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%
0634050A	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%
0634050B	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%
0634050C	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%
0634060	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%
0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0634070B	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%
0634080	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%
0634090	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%
0641010	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%
0641020	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%
0641025	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%
0641030	Alto y Medio Nacimiento	El Chono	0,060	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%
0641035	Fiñana	Toma derivación	0,018	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%
0641040	Bajo Nacimiento	Fin masa	0,040	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%



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 11. Propuesta de distribución temporal de caudales mínimos en todas las masas de agua de la categoría río

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.
0641050	Medio Andarax	A. arriba rambla de Tabernas	0,067	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%
0641060Z	Bajo Andarax	A. abajo rambla de Tabernas	0,076	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%
0651010Z	Alto y Medio Aguas	Fin masa	0,050	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%
0651030	Bajo Aguas	Fin masa	0,004	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%
0652010	Antas	Fin masa	0,012	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%
0652020	Alto Almanzora	Cantoria (EA 6067)	0,120	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%
0652040	Medio Almanzora	Fin masa	0,160	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%
0652060	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.

A continuación se exponen las particularidades de la regionalización del régimen de mínimos en cada subsistema:

### SUBSISTEMA I-1

Por lo general, en este subsistema los regímenes obtenidos por métodos hidrológicos se ajustan a los obtenidos por modelización del hábitat en los tramos de simulación, por lo que éstos son los que se proponen para todas las masas de agua en las que se cuenta con datos.

En cuanto al Guadacortes y La Madre Vieja, ambas sin resultados por métodos hidrológicos, el régimen se establece proporcionalidad mes a mes a partir de los datos de aportaciones en régimen natural calculados en el marco del Plan Hidrológico con el régimen propuesto para el Bajo Palmones y el Medio y Bajo Guadarranque, respectivamente, sin tener en cuenta el caudal de dilución.

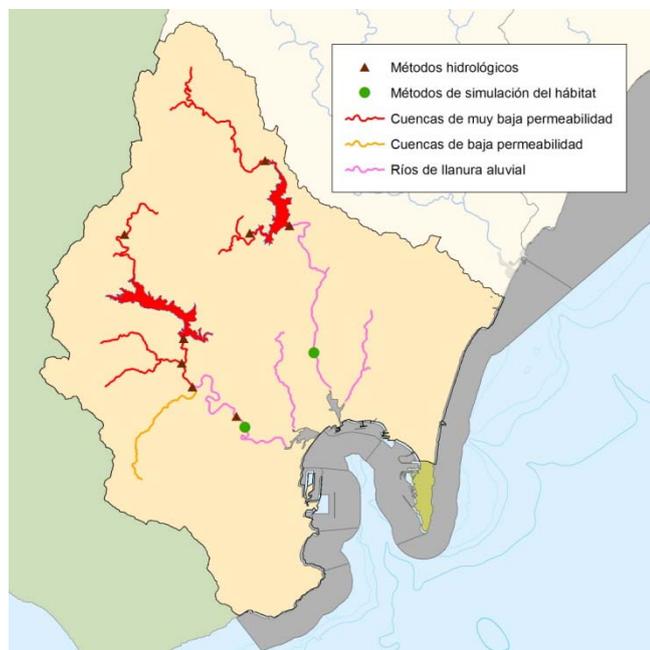


Figura 36. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-1

Se puede observar que los porcentajes con respecto al régimen natural son menores en los ríos de llanura aluvial que en los afluentes porque al tener aquellos un régimen más lento, el caudal necesario para mantener un hábitat adecuado es inferior.

Tabla 12. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0611010	Alto Palmones	Charco Redondo	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0611030	Valdeinfierno-La Hoya	Fin masa	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0611040	Raudal	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	Muy baja permeabilidad	Hidrológico + Q dilución
		Aguas abajo afluentes	Llanura aluvial	Hidrológico + Q dilución
0611060	Guadacortes	Fin masa	Llanura aluvial	Proporcional hidrológico Bajo Palmones aguas abajo afluentes
0611080	Alto Guadarranque	Fin masa	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0611100	Los Codos	Fin masa	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80% + Q dilución
0611120	La Madre Vieja	Fin masa	Llanura aluvial	Proporcional hidrológico Medio y Bajo Guadarranque

## SUBSISTEMA I-2

Para las masas de agua que no cuentan con régimen de mínimos en el subsistema I-2 la propuesta se establece por proporcionalidad mes a mes con el régimen obtenido de adaptar los hidrológicos a los valores del 50% y 80% del HPU máximo en el tramo de modelización del mismo curso de agua o el más próximo.

Las necesidades en los meses estivales del Genal en su tramo final y del Guadiaro en San Pablo Buceite y tras la confluencia con el Genal son similares, pero mayores en el río Guadiaro en invierno, lo que es debido a que al estar el cauce tan desconfigurado el Genal necesita más caudal para mantener el hábitat en verano, no siendo así en el Guadiaro, cuyo cauce está más conformado.

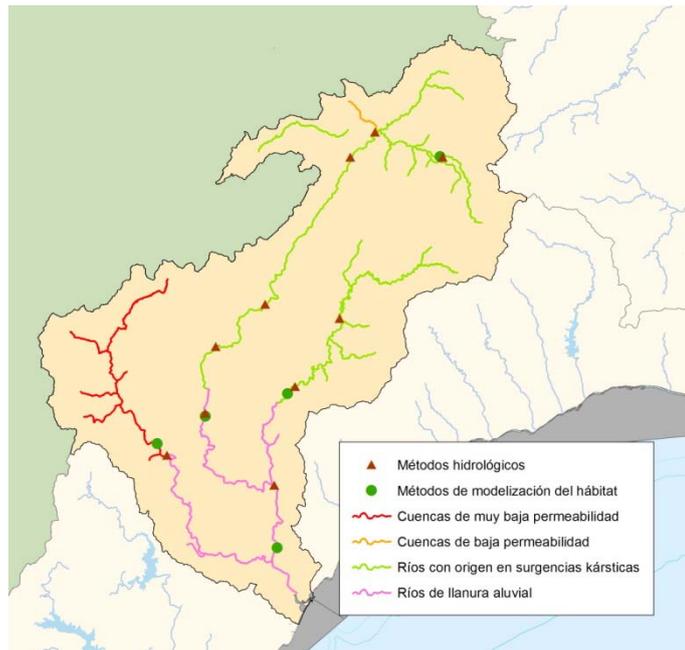


Figura 37. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-2

Tabla 13. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-2

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0612010A	Alto Guadalevín	Molino del Cojo	Surgencias kársticas	80% HPU máximo
0612010B	Cabecera Guadiaro	Montejaque	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Guadalevín
0612020	Gaduares	Cueva del Gato	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Guadalevín
0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Buitreras	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Bajo Guadiaro en San Pablo Buceite
0612040A	Alto Genal	Puente Jubrique	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Genal en Gaucín
		Gaucín	Surgencias kársticas	Hidrológico 50-80%
0612040B	Bajo Genal	Fin masa	Llanura aluvial	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Genal en Gaucín
0612050A	Alto Hozgarganta	Jimena de la Frontera	Muy baja permeabilidad	Hidrológico 50-80%
0612050B	Bajo Hozgarganta	Fin masa	Llanura aluvial	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Hozgarganta
0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras	Surgencias kársticas	Proporcional 80% Bajo Guadiaro en San Pablo Buceite
0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%
		Tras confluencia con Genal	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%

### SUBSISTEMA I-3

Desde el río Manilva hasta el Castor las masas de agua tienen el mismo comportamiento hidrológico que los ríos Guadalmina, Guadalmanza y Guadaiza. Al igual que en el caso del Guadalmina, masa en la que se encuentra el tramo de modelización del hábitat y en la que el régimen obtenido por métodos hidrológicos es coherente con los resultados de la simulación, para el resto de masas de agua



Figura 38. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-3

pertencientes a este grupo se adopta como propuesta su correspondiente hidrológico. En cuanto a los ríos Guadalmina, Guadalmanza y Guadaiza en su desembocadura, la propuesta se obtiene de trasladar por proporcionalidad mes a mes sus respectivos regímenes obtenidos por métodos hidrológicos calculados en las presas de derivación a estos puntos.

Por otra parte, la propuesta del río Verde de Marbella en la parte final de la masa de cabecera, tramo que no cuenta con trabajos por métodos hidrológicos, consiste en un régimen proporcional mes a mes al del tramo de modelización, situado aguas arriba de la presa. Para este mismo río en su tramo final se adopta un régimen igual que en la presa, pues se considera que no hay aportes intermedios.

La propuesta del río Fuengirola en la confluencia del Alaminos y el Ojén se regionaliza aguas abajo por proporcionalidad mes a mes para obtener una propuesta de régimen al final de la masa el Bajo Fuengirola, tramo que tampoco cuenta con resultados por métodos hidrológicos.

Por último, el río Real tiene su origen en surgencias alpujárrides, por lo que al no tener este subsistema ninguna masa de agua con modelización del hábitat en esta tipología, se hace necesario hacer la regionalización desde otra situada en otro punto de la demarcación. Las masas de agua de esta tipología que cuentan con trabajos de simulación son el Pereilas, el Torrox y el Alto y Medio Verde de Almuñécar, siendo esta última la que arroja unos resultados que se consideran más adecuados para la regionalización. Por lo tanto la propuesta en el río Real se obtiene mediante proporcionalidad mes a mes del régimen propuesto en dicha masa.

Tabla 14. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-3

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0613010	Alto Manilva	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0613020	Bajo Manilva	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0613030	Vaquero	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0613040	Padrón	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0613050	Castor	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0613061	Alto Guadalmanza	Fin masa	Baja permeabilidad	Igual Bajo Guadalmanza en presa de derivación
0613062	Bajo Guadalmanza	Presa derivación	Baja permeabilidad	Proporcional propuesta Medio y Bajo Guadalmina
		Fin masa	Baja permeabilidad	Proporcional hidrológico Bajo Guadalmanza
0613071	Alto Guadalmina	Fin masa	Baja permeabilidad	Igual Medio y Bajo Guadalmina en presa de derivación
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Presa derivación	Baja permeabilidad	Hidrológico
		Fin masa	Baja permeabilidad	Proporcional hidrológico Medio y Bajo Guadalmina
0613091	Alto Guadaiza	Fin masa	Baja permeabilidad	Igual Medio y Bajo Guadaiza en presa de derivación
0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Presa derivación	Baja permeabilidad	Proporcional propuesta Medio y Bajo Guadalmina
		Fin masa	Baja permeabilidad	Proporcional hidrológico Medio y Bajo Guadaiza
0613110	Cabecera Verde de Marbella	Fin masa	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Medio-Alto Verde de Marbella
0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	Fin masa	Surgencias kársticas	Hidrológico 50-80%
0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción	Surgencias kársticas	Hidrológico
		Fin masa	Surgencias kársticas	Igual Bajo Verde de Marbella en presa de La Concepción
0613150	Real	Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0613160	Alto y Medio Fuengirola	Confluencia Alaminos y Ojén	Llanura aluvial	Hidrológico
0613170	Bajo Fuengirola	Fin masa	Llanura aluvial	Proporcional propuesta Alto y Medio Fuengirola

## SUBSISTEMA I-4

De las masas en las que hay que establecer el régimen de mínimos situadas aguas arriba de los embalses de Guadalhorce, Guadalteba y Conde de Guadalhorce, sólo cuenta con datos diarios en régimen natural el Medio Guadalteba, por lo que la propuesta, que se valida con resultados de modelización río Turón, procede de los resultados obtenidos por métodos hidrológicos. Para el resto de masas de la zona, la propuesta se obtiene mediante proporcionalidad mes a mes del régimen obtenido de adaptar los hidrológicos a los valores del 50% y 80% del HPU máximo bien desde Alto Guadalhorce bien desde el río Turón, en función del caso, con la salvedad del arroyo de La Venta, para el que se adopta un régimen proporcional en términos anuales al valor del 50% del HPU máximo del Alto Guadalhorce por el fuerte déficit actual y la sobreexplotación del acuífero. Dadas las características hidrogeológicas de esta última masa, el cumplimiento del régimen debería ser efectivo al final de la misma.



Figura 39. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-4

Aguas abajo de los embalses el régimen se obtiene de los resultados por métodos hidrológicos, siempre validados con los resultados de la modelización del hábitat en tramos próximos y de la misma tipología, salvo en el eje Guadalhorce, en el que el régimen se obtiene por proporcionalidad mes a mes no al régimen de aportes sino a los resultados por métodos hidrológicos de la propuesta de régimen del tramo de simulación más próximo, es decir, del Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jevar en la presa de La Encantada para la masa Guadalhorce entre Jevar y Grande, y del Bajo Guadalhorce en el azud de Aljaima para la Desembocadura del Guadalhorce. Cabe resaltar que en el río Fahala, al circular éste sobre materiales permeables de la masa de agua subterránea Bajo Guadalhorce, los caudales en verano podrían ser nulos en la mitad inferior del mismo.

Por último, para las masas del subsistema I-4 con origen en surgencias alpujárrides la propuesta se obtiene por proporcionalidad mes a mes con el régimen obtenido de adaptar los hidrológicos a los valores del 50% y 80% del HPU máximo en el río Pereilas, si bien se comprueba que los resultados son muy similares a los que se obtendrían de realizar la proporcionalidad a partir de los resultados del Alto y Medio Verde de Almuñécar.

Tabla 15. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema I-4

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0614021A	Cabecera del Guadalhorce	Fin masa	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Guadalhorce
0614021B	Alto Guadalhorce	Bobadilla	Llanura aluvial	50% HPU máximo
0614021C	Marín (Alto Guadalhorce)	Fin masa	Baja permeabilidad	Proporcional hidrológico 50-80% Alto Guadalhorce
0614022	La Villa	Fin masa	Surgencias kársticas	50% HPU máximo
0614040A	Serrato	Fin masa	Baja permeabilidad	Proporcional hidrológico 50-80% Medio Turón
0614040B	Medio Guadalteba	Teba	Surgencias kársticas	Hidrológico
0614050	La Venta	Fin masa (a. ab. Manantial Torrox)	Llanura aluvial	Proporcional 50% HPU máximo Alto Guadalhorce
0614070A	Alto Turón	Fin masa	Surgencias kársticas	Proporcional hidrológico 50-80% Medio Turón
0614070B	Medio Turón	Ardales	Surgencias kársticas	Hidrológico 50-80%
0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aguas abajo presas Guadalhorce	Surgencias kársticas	Igual Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jevar
0614100	Piedras	Fin masa	Surgencias kársticas	Hidrológico
0614110	Jévar	Fin masa	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0614120	Las Cañas	Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Pereilas
0614130	Casarabonela	Fin masa	Surgencias kársticas	Hidrológico
0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Las Millanas	Surgencias kársticas	Hidrológico
		Cerro Blanco	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%
0614140B	Pereilas	Coín	Surgencias alpujárrides	50% HPU máximo
0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Fin masa	Llanura aluvial	Hidrológico
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jevar	Presas de La Encantada	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%
0614150B	Guadalhorce entre Jevar y Grande	Puente Coronado	Llanura aluvial	Proporcional propuesta Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jevar
0614160	Fahala	Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Pereilas
0614170	Breña Higuera	Fin masa	Llanura aluvial	Hidrológico
0614180	Alto Campanillas	Fin masa	Baja permeabilidad	Hidrológico
0614200	Bajo Campanillas	Presas de Casasola	Muy baja permeabilidad	Hidrológico 30-50%
0614210	Bajo Guadalhorce	Azud de Aljaima	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%
0614220	Desembocadura Guadalhorce	A. abajo Campanillas y Breña Higuera	Llanura aluvial	Proporcional propuesta Bajo Guadalhorce
0614230	Alto y Medio Guadalmedina	Casabermeja	Muy baja permeabilidad	Hidrológico
0614250	Bajo Guadalmedina	Presas El Limonero	Muy baja permeabilidad	Hidrológico

## SUBSISTEMA II-1

El principal grupo de masas de subsistema II-1 en las que hay que establecer un régimen de mínimos por regionalización pertenecen al grupo de ríos con origen en surgencias alpujárrides, y la propuesta se obtiene mediante proporcionalidad mes a mes con el régimen de la masa Alto y Verde de Almuñécar, lo que da un régimen situado entre los obtenidos por métodos hidrológicos, salvo para el Alcaucín-Bermuza en Los González, masa para la que se opta directamente por el hidrológico, ya que este es prácticamente igual que el que se obtendría por proporcionalidad desde el Alto y Verde de Almuñécar.

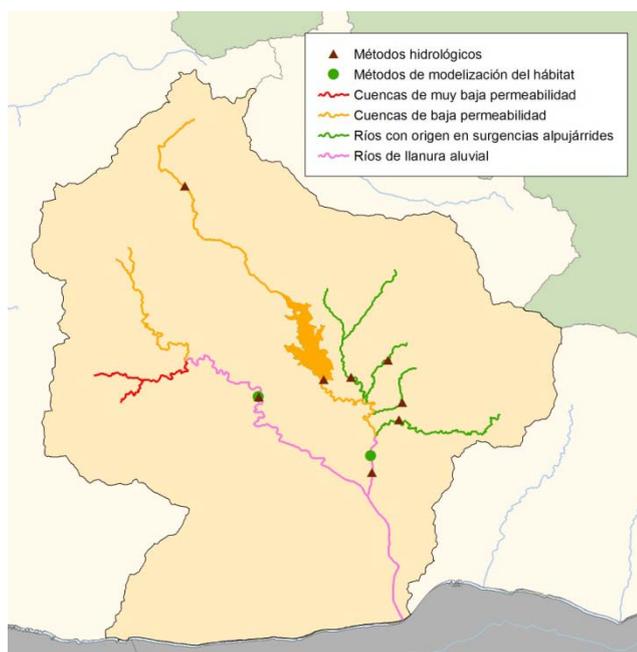


Figura 40. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-1

En cuanto al Alto y Medio Guaro, el régimen adoptado es el obtenido por métodos hidrológicos, que ha sido validado con los resultados de la modelización del hábitat llevada a cabo en el tramo correspondiente al río Vélez y Bajo Guaro aguas abajo de los afluentes de la margen izquierda.

Tabla 16. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0621010	Alto y Medio Guaro	Alfarnatejo	Baja permeabilidad	Hidrológico
0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
		Los González	Surgencias alpujárrides	Hidrológico
0621040	Almanchares	Pasada Granadillos	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0621050	Rubite	Hoya del Brujo	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0621060	Benamargosa	Salto del Negro	Llanura aluvial	Hidrológico 50-80%
0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa Viñuela	Baja permeabilidad	Proporcional propuesta Vélez y Bajo Guaro
		Aguas abajo afluentes MI	Llanura aluvial	Hidrológico 30-50%

## SUBSISTEMA II-2

La Madre, única masa de agua superficial de este subsistema para la que no se cuenta con datos diarios en régimen natural, tiene su origen en surgencias alpujárrides, y al igual que para el resto de masas de este tipo, la propuesta se obtiene mediante proporcionalidad mes a mes a partir de los datos de aportaciones en régimen natural calculados en el marco del Plan Hidrológico con el régimen obtenido de adaptar los hidrológicos a los valores del 50% y 80% del HPU máximo en el Alto y Medio Verde de Almuñécar.

Tabla 17. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-2

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0622010Z	La Madre	Azud de derivación	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar

## SUBSISTEMA II-3

Se trata de masas de agua pertenecientes a la tipología de ríos con origen en surgencias alpujárrides, por lo que el régimen se establece mediante proporcionalidad mes a mes con el régimen del Alto y Verde de Almuñécar. Además se hace una propuesta en el río Chíllar en Vegueta de la Grama, cuyo régimen, al tratarse de un tramo con afección hidroeléctrica situado en LIC, se corresponde con el valor del 80% del HPU máximo en el Alto y Medio Verde de Almuñécar mediante proporcionalidad entre los valores medios anuales.

Tabla 18. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-3

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0623010	Algarrobo	La Umbría	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0623020	Torrox	Fin masa	Surgencias alpujárrides	80% HPU máximo
0623030	Chíllar	Vegueta de la Grama	Surgencias alpujárrides	Proporcional 80% HPU máximo Alto y Medio Verde Almuñécar
		Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar



Figura 41. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-2



Figura 42. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema II-3

### SUBSISTEMA III-1

Las masas de agua de este subsistema también pertenecen todas a la tipología de ríos con origen en surgencias alpujárrides, por lo que el régimen se establece mediante proporcionalidad mes a mes con el régimen del Alto y Verde de Almuñécar, salvo para el Bajo Almuñécar, que al tratarse de un encauzamiento duro y sin posibilidad de naturalizarlo por el riesgo que esto supondría para la población y la actividad económica, se adopta el 30% de HPU máximo del tramo aguas arriba en el que se ha hecho la modelización del hábitat.



Figura 43. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-1

Tabla 19. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0631010	La Miel	Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0631020	Jate	Fin masa	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0631030	Alto y Medio Verde Almuñécar	Cázulas	Surgencias alpujárrides	80% HPU máximo
0631040	Bajo Verde Almuñécar	Fin masa	Surgencias alpujárrides	30% HPU máximo Alto y Medio Verde Almuñécar

### SUBSISTEMA III-2

Se trata en su mayor parte de masas de agua clasificadas como de fuerte influencia nival, para las que se ha adoptado por lo general el régimen obtenido a partir de los métodos hidrológicos, que se ha validado con los resultados de modelización en los ríos Poqueira y Trevélez. Esto no ha sido así en el Alto Guadalfeo, donde se han obtenido valores muy elevados, por lo que se traslada la propuesta del Alto Trevélez a este tramo mediante proporcionalidad de aportes mes a mes. Por otra parte, en la masa Guadalfeo Cádiar-Trevélez no se dispone de resultados por métodos



Figura 44. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-2

hidrológicos, por lo que la propuesta se trasladando la propuesta del Alto Guadalfeo a este punto por proporcionalidad de aportes mes a mes. No obstante, dada la intensa desestabilización y acumulación de acarreo en gran parte de las masas Guadalfeo Cádiar-Trevélez y Chico de Órgiva, su régimen de mínimos no será eficaz hasta que no haya surtido efecto la restauración hidromorfológica de los cauces, pudiendo incluso llegar a secarse durante el estiaje en algunos tramos.

Por otra parte, en las masas con afección hidroeléctrica Alto Poqueira y Alto Dúrcal, que además están situadas en el LIC Sierra Nevada, se ha establecido una proporcionalidad en términos anuales con el valor correspondiente al 80% del HPU máximo del río Poqueira en Pampaneira, al igual que para otros tramos de la demarcación que presentan los mismos condicionantes. En el Torrente, en cambio, no se establece un régimen en la toma hidroeléctrica por estar ésta situada fuera de masa de agua y la central en el sector de cabecera.

En cuanto a las dos masas con origen en surgencias alpujárrides, el régimen se establece mediante proporcionalidad mes a mes a partir del régimen propuesto para el Alto y Verde de Almuñécar.

Por último, para el Bajo Guadalfeo en el azud del Vínculo se ha optado por el 30% del HPU máximo del tramo modelizado aguas arriba por tratarse de un encauzamiento duro y sin posibilidad de naturalizarlo por el riesgo para la población y la actividad económica.

**Tabla 20. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-2**

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0632010	Alto Guadalfeo	Narila	Fuerte influencia nival	Proporcional propuesta Medio y Bajo Trevélez Poqueira en Azud Trevélez
0632020	Alto Trevélez	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0632030	Alto Poqueira	Fin masa	Fuerte influencia nival	Proporcional 80% Medio y Bajo Trevélez Poqueira en Central Pampaneira
0632040	Medio y Bajo Trevélez Poqueira	Azud Trevélez	Fuerte influencia nival	Hidrológico 50-80%
		Central Pampaneira	Fuerte influencia nival	80% HPU máximo
0632050	Chico de Órgiva	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0632060A	Guadalfeo Cádiar-Trevélez	---	Fuerte influencia nival	Proporcional propuesta Alto Guadalfeo
0632060B	Medio Guadalfeo	Puente de Órgiva	Fuerte influencia nival	Hidrológico 50-80%
0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	Fuerte influencia nival	Proporcional 80% Medio y Bajo Trevélez Poqueira en Central Pampaneira
0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	Restábal	Fuerte influencia nival	Proporcional hidrológico 50-80% Ízbor entre Béznar y Rules
0632080B	Albuñuelas	---	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0632090	Torrente	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0632110	Alto y Medio Lanjarón	---	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0632120	Bajo Lanjarón	Lanjarón	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar	Fuerte influencia nival	Hidrológico 50-80%
0632140	La Toba	Puente Guájar-Fondón	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar

Tabla 20. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-2

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0632150	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	Fuerte influencia nival	Hidrológico 50-80%
		Azud de Vélez	Fuerte influencia nival	Hidrológico 30-50%
		Azud El Vínculo	Llanura aluvial	30% HPU máximo

### SUBSISTEMA III-4

Al igual que para el subsistema III-2, para los ríos con fuerte influencia nival se establece como régimen de mínimos el obtenido por métodos hidrológicos, que se valida con los resultados de modelización del hábitat del tramo correspondiente al río Trevélez.

Por otra parte, en las masas con origen en surgencias alpujárrides el régimen se establece mediante proporcionalidad mes a mes a partir del régimen propuesto para el Alto y Verde de Almuñécar, salvo en el Bajo Adra, que al igual que en otros casos (Bajo Guadalfeo, Bajo Verde de Almuñécar, etc.) es un tramo con un encauzamiento duro y sin posibilidad de naturalizarlo por el riesgo para la población y la actividad económica de la zona, pero con la particularidad de estar situado en el LIC fluvial Río Adra, por lo que se establece como régimen el valor correspondiente al 50% del HPU máximo del tramo en el que se han hecho los trabajos de modelización del hábitat aguas arriba.



Figura 45. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-4

Tabla 21. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-4

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0634010	Alto Alcolea	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634020	Alto Bayárcal	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634030	Alto Yátor	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634040	Alto Ugíjar	Fin masa	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	El Esparragal	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634050B	Bajo Ugíjar	Las Tosquillas	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634050C	Bajo Yátor	Olivarejo	Fuerte influencia nival	Hidrológico

Tabla 21. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema III-4

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0634060	Embalse de Benínar	Darrícal	Fuerte influencia nival	Hidrológico
0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar	Fuerte influencia nival	Solo propuesta de régimen de crecidas
0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Fuentes de Marbella	Surgencias alpujárrides	Hidrológico 50-80%
0634080	Chico de Adra	La Ventilla	Surgencias alpujárrides	Proporcional hidrológico 50-80% Alto y Medio Verde de Almuñécar
0634090	Bajo Adra	Fin masa	Surgencias alpujárrides	50% HPU máximo Adra entre Fuentes de Marbella y Chico

### SUBSISTEMA IV-1

La propuesta en el Alto Canjáyar se obtiene mediante proporcionalidad mes a mes desde el régimen de mínimos del Medio y Bajo Canjáyar.

En cuanto a las masas Huéneja o Isfalada y Fiñana aguas abajo de las tomas de derivación, al estar éstas situadas en el LIC Sierra Nevada, se establece una proporcionalidad en términos anuales con el valor del 80% del HPU máximo del Alto y Medio Nacimiento.

Por último, para el Bajo Nacimiento y las dos masas del Andarax tras la confluencia con el Canjáyar, al tratarse de tramos encauzados sin posibilidad de naturalizarlos por el riesgo para la población y la actividad económica, se ha optado por el valor del 30% del HPU máximo tramo modelizado aguas arriba para el primer caso, y en el segundo caso por establecer una proporcionalidad en términos anuales con la suma de los regímenes equivalentes al 30% del HPU máximo de los tramos modelizados del Nacimiento y el Canjáyar. De todas formas, son masas de agua muy modificadas por encauzamiento y con gran acumulación acarreos permeables, por lo que el lecho permanece seco durante buena parte del año.



Figura 46. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema IV-1

Tabla 22. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema IV-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0641010	Alto Canjáyar	Fin masa	Fuerte influencia nival	Proporcional hidrológico 50-80% Medio y Bajo Canjáyar
0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	Tipo rambla	Hidrológico 50-80%
0641025	Huéneja o Isfalada	Toma derivación	Fuerte influencia nival	Proporcional 80% Alto y Medio Nacimiento
0641030	Alto y Medio Nacimiento	El Chono	Tipo rambla	50% HPU máximo
0641035	Fiñana	Toma derivación	Fuerte influencia nival	Proporcional 80% Alto y Medio Nacimiento

Tabla 22. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema IV-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0641040	Bajo Nacimiento	Fin masa	Tipo rambla	30% HPU máximo Alto y Medio Nacimiento
0641050	Medio Andarax	Antes confluencia rambla de Tabernas	Tipo rambla	Proporcional 30% Alto y Medio Nacimiento + 30% Medio y Bajo Canjáyar
0641060Z	Bajo Andarax	Después confluencia rambla de Tabernas	Tipo rambla	Proporcional 30% Alto y Medio Nacimiento + 30% Medio y Bajo Canjáyar

### SUBSISTEMA V-1

El Bajo Aguas es un tramo encauzado sin posibilidad de naturalizarlo por el riesgo existente para la población y la actividad económica, por lo que la propuesta de régimen de mínimos en esta masa es el 30% del HPU máximo tramo en el que se han hecho los trabajos de modelización del hábitat aguas arriba.

Tabla 23. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-1

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0651010Z	Alto y Medio Aguas	Fin masa	Tipo rambla	50% HPU máximo
0651030	Bajo Aguas	Fin masa	Tipo rambla	30% HPU máximo Alto y Medio Aguas

### SUBSISTEMA V-2

Tanto para el Antas como para el Medio Almanzora, para las que no se cuenta con resultados por métodos hidrológicos, el régimen se ha obtenido por proporcionalidad en términos anuales del valor correspondiente al 50% del HPU máximo en el tramo modelizado del Alto Almanzora. No obstante, hay que tener en cuenta que se trata de masas de agua muy desestabilizadas y con gran acumulación acarreo permeables, por lo que el régimen de caudales ecológicos no será eficaz en tanto no se restaure hidromorfológicamente el cauce.

Por otra parte, como ya se ha comentado anteriormente, no se establece propuesta de régimen en la masa Bajo Almanzora, pues 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, 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.

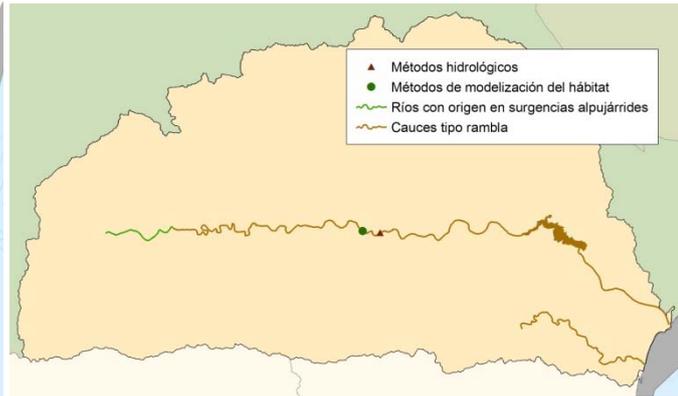
Tabla 24. Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-2

Masa de agua		Lugar	Tipo	Criterio empleado para establecer régimen
Código	Nombre			
0652010	Antas	Fin masa	Tipo rambla	Proporcional 50% Alto Almanzora
0652020	Alto Almanzora	Cantoria	Tipo rambla	50% HPU máximo
0652040	Medio Almanzora	Fin masa	Tipo rambla	Proporcional 50% Alto Almanzora
0652060	Bajo Almanzora	Presas de Cuevas de Almanzora	Tipo rambla	Sin propuesta de régimen de caudales ecológicos





**Figura 47.** Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-1



**Figura 48.** Estimación del régimen de mínimos en las masas de agua del subsistema V-2

#### 5.4.3.4. Presentación de resultados

Tanto para las masas de agua estratégicas como para aquellas que cuentan con resultados por métodos de modelización del hábitat se han hecho unas fichas resumen en las que se presentan los resultados obtenidos por métodos hidrológicos y por métodos de modelización del hábitat, así como la obtención de la distribución temporal de caudales mínimos en cada una de ellas. Estas fichas, que se incluyen en los apéndices 4 y 5, contienen los siguientes datos:

- Masa de agua y localización del tramo de estimación del régimen de caudales ecológicos
- Resultados obtenidos por métodos hidrológicos y de modelización del hábitat
- Propuesta de régimen de caudales mínimos

### 5.5. Distribución temporal de caudales máximos

Durante situaciones de desembalse, conducciones forzadas, etc., es necesario evacuar por un tramo de río unos caudales de magnitud mayor a la que correspondería en condiciones habituales en el tramo en esa época del año. Estos caudales pueden producir efectos negativos sobre los estadios y especies más sensibles de las poblaciones piscícolas por agotamiento, produciendo su desplazamiento hacia aguas abajo o incluso su muerte, especialmente si la situación de caudales altos se prolonga durante un tiempo largo. Por esta razón es interesante conocer cuáles pueden ser los caudales máximos que podrían hacerse circular de forma artificial por un tramo fluvial en situaciones de gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas, poniendo como valor límite aquel que pueda producir daños graves en el ecosistema.

Tal y como indica la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.2. *Distribución temporal de caudales máximos*:

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

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

*Este régimen máximo de caudales máximos deberá ser verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la conectividad del tramo. A falta de estudios de más detalle, se asegurará que al menos se mantenga un 50% de la superficie mojada del tramo como refugio en las épocas de predominancia de los estadios más sensibles.*

*Las velocidades admisibles serán extraídas de curvas que relacionen el tamaño del individuo con la velocidad máxima admisible. En caso de no disponer de dichas curvas y de tratarse de una especie piscícola se utilizarán 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).*

Por lo tanto, el régimen de caudales máximos se ha calculado en aquellas masas situadas aguas abajo de infraestructuras hidráulicas que tienen capacidad de regulación. 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, y se han definido los dos periodos en función de las emergencias de alevines de las especies de peces condicionantes:

- Periodo húmedo: de noviembre a abril, salvo para las masas del sistema III-2, que por tener un régimen nival, 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 estimación de la distribución temporal de caudales máximos se ha realizado en tres etapas:

- Análisis del percentil 90%
- Análisis de la disponibilidad de refugio
- Estimación del régimen de caudales máximos

### **Análisis del percentil 90%**

En primer lugar se han calculado los percentiles del 90% tanto para la serie diaria en régimen natural completa como para los meses considerados como secos y los considerados como húmedos, respectivamente.

### **Análisis de la disponibilidad de refugio**

Según la IPH se debe conseguir un adecuado refugio para la fauna cuando circulen estos caudales extraordinarios, de forma que esta pueda solventar la perturbación, minimizando las consecuencias para su evolución. Esto se soluciona proporcionando áreas suficientes en el cauce donde la fauna se pueda proteger; a falta de estudios de más detalle se ha considerado suficiente si se observa que al menos el 50 % de la superficie del tramo tiene velocidades menores a la definida como crítica.



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



**JUNTA DE ANDALUCÍA**  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Las velocidades producidas en el cauce con un determinado caudal circulante se han obtenido de los modelos hidráulicos que se han generado para la estimación del régimen de caudales mínimos, y se ha 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, mediante el procedimiento siguiente:

- Se ha realizado una simulación de caudales comenzando por aquellos en los que se observa una disminución del hábitat en las curvas HPU-Q ya generadas de alevines o juveniles y continuando con valores crecientes de caudal hasta alcanzar el caudal máximo medio anual, según los datos hidrológicos obtenidos para ese tramo.
- Para cada caudal simulado se ha obtenido la serie de velocidades medias de la trama de puntos que utiliza el programa para la simulación, sobre la cual se ha calculado el porcentaje de superficie en el tramo que supera los valores de 0,5 m/s, 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s y 2,5 m/s.
- Con los datos anteriores se ha creado una tabla de doble entrada velocidad-caudal y sobre la serie de porcentajes obtenidos se ha seleccionado como valor limitante el caudal en el que se observa se supera el 50 % de superficie de velocidad crítica.

Velocidades m/s	Caudales analizados m <sup>3</sup> /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 49. Análisis de la disponibilidad de refugio para distintos valores de caudal en el río Campanillas aguas abajo de la presa de Casasola

### Estimación del régimen de caudales máximos

Los valores calculados del percentil del 90% para los distintos periodos se han comparado con los caudales a partir de los cuales disminuye la disponibilidad de refugio por debajo del 50%, en la velocidad de 0,5-1 m/s para el periodo seco y de 1,5-2 m/s para el periodo húmedo, para finalmente obtener una estimación del régimen de caudales máximos en la que la disponibilidad de refugio no sea inferior dicho porcentaje.

Al aplicar esta metodología se han encontrado una serie de tramos que se han considerado no aptos para alevines con los caudales habituales, ya que en enseguida se alcanzan velocidades altas, por lo que para dichos tramos sólo se tiene en cuenta para la validación del caudal máximo la velocidad limitante de los juveniles.

A continuación se incluye una tabla con la propuesta de régimen de caudales máximos en las masas de agua estratégicas de la demarcación:

Tabla 25. Propuesta de distribución temporal de caudales máximos

Sub-sistema	Masa de agua		Infraestructura de regulación	P 90 (m <sup>3</sup> /s)		Régimen de máximos (m <sup>3</sup> /s)	
	Código	Nombre		Periodo húmedo	Periodo seco	Periodo húmedo	Periodo seco
I-1	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	5,54	0,39	5,5	5,5
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	4,06	0,05	4,1	4,1
I-3	0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de la Concepción	8,92	1,00	8,9	8,9
I-4	0614150A	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Presa de La Encantada	15,46	3,75	15,5	3,8
	0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola	4,08	0,17	4,1	1,3
II-1	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela	4,85	0,90	4,9	0,9
III-2	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules*	Presa de Béznar	3,40	2,75	3,4	3,4
	0632150	Bajo Guadalfeo <sup>1</sup>	Presa de Rules	15,73	6,07	13,5	13,5

\* 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.

En el Apéndice 6 se incluyen fichas para cada una de estas masas de agua en las que se recoge el análisis realizado para la obtención de los caudales máximos.

## 5.6. Tasa de cambio

Los cambios bruscos de caudal, como los que acompañan a determinados aprovechamientos hidráulicos, pueden resultar muy limitantes para las comunidades acuáticas situadas aguas abajo. Estas oscilaciones sólo se dan en la naturaleza de forma episódica, por lo que no existen organismos adaptados a ellas, siendo la consecuencia general la pérdida de especies sensibles a estas variaciones.

Los cambios rápidos en el nivel del río inducidos de forma artificial por las presas de regulación, sobre todo aquellas que cuentan con aprovechamientos hidroeléctricos, provocan lavado y varado de macroinvertebrados bentónicos, así como de aquellas especies asociadas con macrófitas y con el perifiton. Como consecuencia tiene lugar un desplazamiento de las especies típicas, lo que tiene además un efecto indirecto en las comunidades piscícolas, que se verán afectadas a través de sus recursos alimentarios.

Por lo tanto, la búsqueda de un estado del río próximo al natural 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.

Tal y como indica la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.3. *Tasa de cambio*:

*Se establecerá una tasa máxima de cambio, definida como la máxima diferencia de caudal entre dos valores sucesivos de una serie hidrológica por unidad de tiempo, tanto para las condiciones de ascenso como de descenso de caudal*

*Su estimación se realizará a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración. Se calcularán las series clasificadas anuales de tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso. Al establecer un percentil de cálculo en dichas series, se podrá contar con una estimación media de las tasas de cambio. Se recomienda que dicho percentil no sea superior al 90-70%, tanto en ascenso como en descenso.*

*En determinados casos particulares será necesario considerar otra escala temporal que permita limitar la tasa de cambio a nivel horario.*

La metodología empleada para el cálculo de la tasa de cambio aguas abajo de los embalses de la demarcación ha sido la recogida en la IPH, si bien se considera un error de transcripción de la misma el que "su estimación se realizará a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios", entendiéndose que este sería el método de cálculo de la tasa de cambio del régimen de crecidas (apartado 5.7).

Por lo tanto, para la propuesta de tasa de cambio en situaciones ordinarias se ha partido de las series diarias en régimen natural completas, calculándose para cada año las series clasificadas de tasas de cambio y tomando el percentil 95% para las condiciones de ascenso y de descenso, lo que ha permitido hacer una estimación media de las mismas. El percentil empleado es superior al recomendado por la IPH, pues se ha considerado más adecuado para los ríos de la DHCMA, normalmente muy irregulares, con una alta variabilidad interanual y estacional.

En la DHCMA se establecen con carácter provisional las siguientes de tasa de cambio tanto para condiciones de ascenso como de descenso de caudal:

Tabla 26. Propuesta de tasa máxima de cambio

Subsistema	Masa de agua		Infraestructura de regulación	Tasa máxima de cambio	
	Código	Nombre		Ascendente (m <sup>3</sup> /s/día)	Descendente (m <sup>3</sup> /s/día)
I-1	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo	0,95	-1,20
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque	1,44	-1,18
I-3	0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de la Concepción	1,17	-0,98
I-4	0614150A	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Presa de La Encantada	1,39	-1,51
	0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola	0,18	-0,43
	0614250	Bajo Guadalmedina	Presa del Limonero	0,17	-0,33
II-1	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela	1,58	-1,27
III-2	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules <sup>1</sup>	Presa de Béznar	0,34	-0,32
	0632150	Bajo Guadalfeo <sup>1</sup>	Presa de Rules	0,96	-0,90

Estas tasas de cambio no deberán ser superadas 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.



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



## 5.7. Caracterización del régimen de crecidas

Las crecidas constituyen eventos naturales de gran importancia que mantienen la variabilidad hidráulica del río, sanean el lecho y controlan la presión de avance de la vegetación de ribera hacia el cauce, tan propia de los ríos regulados, además de ser situaciones absolutamente normales en los ríos mediterráneos.

Desde el punto de vista ecológico, durante los periodos de inundación propios de las crecidas se produce un movimiento transversal de agua, sedimentos y nutrientes que conecta los diferentes ambientes de los sistemas fluviales (lecho y llanura de inundación), incrementando así la heterogeneidad y complejidad del ambiente fluvial. Además, ejercen un importante papel como elementos perturbadores que controlan la presencia y abundancia de diferentes especies y limpian el lecho de los ríos de las partículas finas y la materia orgánica que paulatinamente se acumulan en el fondo.

Desde el punto de vista geomorfológico, durante el ascenso y punta de las aguas predominan los procesos de erosión tanto en las orillas como en el fondo del lecho, mientras que durante el descenso de las aguas estos materiales se depositan (sedimentación diferencial) con un balance final muy similar al inicial. Esta dinámica cambiante con acumulaciones de gravas, inicios de nuevos cauces, encharcamientos, profundos socavones, etc., es un aspecto clave en la creación y conservación de los hábitats fluviales.

Es por ello que en aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación se hace necesario establecer un régimen de crecidas, para lo que se han seguido las indicaciones que recoge la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.4. *Caracterización del régimen de crecidas:*

*En aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación la crecida asociada al caudal generador será asociada al caudal de sección llena del cauce. Deberá definirse incluyendo su magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio, tanto en la curva de ascenso como en la curva de descenso del hidrograma de la crecida.*

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

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

### Magnitud del caudal generador

La crecida asociada al caudal generador se aproxima al caudal de sección llena del cauce, o en su defecto, a la máxima crecida ordinaria. El CEDEX ha realizado trabajos adicionales orientados a facilitar la estimación de la máxima crecida ordinaria basándose en los resultados obtenidos a



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



partir de los trabajos realizados para el informe "Aspectos prácticos de la definición de la máxima crecida ordinaria"<sup>11</sup>.

En el citado informe se pudo establecer una relación entre el caudal de la máxima crecida ordinaria (identificado con el caudal que produce el inicio del desbordamiento del cauce) y diversas magnitudes descriptivas de las características estadísticas de la serie temporal de caudales máximos anuales. De forma aproximada, se puede determinar el caudal correspondiente a la máxima crecida ordinaria ( $Q_{MCO}$ ) en función de la media ( $Q_m$ ) y el coeficiente de variación ( $C_v$ ) de la serie temporal de caudales máximos anuales mediante la siguiente expresión:

$$Q_{MCO} = Q_m (0,7 + 0,6 \cdot C_v)$$

Una expresión alternativa, para la que es necesario conocer la ley de frecuencia de caudales máximos, es la siguiente en la que se relaciona el periodo de retorno correspondiente al caudal de la máxima crecida ordinaria ( $T_{MCO}$ ) con el coeficiente de variación de la serie temporal:

$$T_{MCO} = 5 \cdot C_v$$

El CEDEX ha realizado además una estimación del coeficiente de variación por regiones hidrológicamente homogéneas en función de datos fisiográficos y climáticos de las cuencas, a partir del cual se puede estimar, mediante la expresión anterior, el periodo de retorno correspondiente, de forma aproximada, a la máxima crecida ordinaria.



Figura 50. Regiones para la estimación del coeficiente de variación en el cálculo del periodo de retorno correspondiente a la máxima crecida ordinaria

Como se puede ver en la figura anterior, la DHCMA se encuentra en 2 regiones homogéneas:

<sup>11</sup> CEDEX. 1994. "Aspectos prácticos de la definición de la máxima crecida ordinaria". Madrid.

- Región 61, que incluye desde el subsistema I-1 hasta el III-2, es decir, la mitad occidental de la demarcación.
- Región 72, que incluye la mitad oriental de la demarcación, desde el subsistema III-3 hasta el V-2.

Los coeficientes de variación regionales y los periodos de retorno asociado al caudal generador calculados con la expresión reflejada anteriormente en las regiones en las que se encuentra la DHCMA son los siguientes:

**Tabla 27. Coeficiente de variación y periodo de retorno del caudal generador**

Región	$C_v$	T ( $Q_{MCO}$ )
61	1,09	5,5
72	1,33	6,6

También se ha considerado de interés analizar otros periodos de retorno menores: 1,5 y 2.

Por lo tanto, aguas abajo de los embalses de la demarcación se ha calculado la magnitud de la crecida asociada al caudal generador para los siguientes 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 realizado por el CEDEX, en el que se varía la duración del periodo de retorno en cada región en función de datos fisiográficos y climáticos de las cuencas

Para ello se ha analizado la serie de caudales naturales máximos, que se ha ajustado a una función de distribución Gumbel, obteniéndose el caudal que en la serie ocupa la posición correspondiente a un periodo de retorno concreto.

### **Frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio**

Pocos trabajos experimentales se han llevado a cabo para definir estos factores. Normalmente se recomienda en el caso de cauces regulados que el caudal generador se produzca al menos una vez al año, y en cuanto a la época del año se pueden condicionar a la sincronización con determinados acontecimientos biológicos (épocas de dispersión de semillas, migraciones) y excluirlos de momentos críticos (fase de enraizamiento de plantas jóvenes).

En la DHCMA se ha optado por obtenerlos del estudio de los eventos cercanos al valor del caudal generador a partir del análisis estadístico de la serie representativa del régimen hidrológico del río con 20 años de datos, y 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. Para ello se han tomado aquellos eventos situados en un rango del 20% por encima y por debajo del caudal máximo seleccionado y se han analizado como máximo los cinco días anteriores y posteriores a los mismos para obtener un promedio de la frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio del evento así como del hidrograma típico de la crecida.

### Propuesta de régimen de crecidas

El régimen de crecidas finalmente propuesto ha sido el que se corresponde con el periodo de retorno del estudio de caudales generadores realizado por el CEDEX, y se ha definido en términos de magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio.

En el caso del embalse de Casasola, debido a su reducida capacidad y a 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), se ha optado 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 periodo de retorno estimado por el CEDEX.



Figura 51. Presa de Casasola

Por otra parte, para la presa de Benínar, a la espera del resultado de las actuaciones previstas para estabilizar la ladera de la margen derecha, 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 26,4 hm<sup>3</sup> (cota 345).

A continuación se recoge la propuesta de régimen de crecidas en la demarcación:

Tabla 28. Propuesta de régimen de crecidas

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	0611050	Presa de Charco Redondo	T = 5,5	50,1	9,6	28,7%	4	Dic - Ene	34,7	-24,2
	Medio y Bajo Guadarranque	0611110Z	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	0613140	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	0614150A	Presa de La Encantada	T = 5,5	82,3	24,7	17,5%	7	Ene - Mar	57,8	-27,9
	Bajo Campanillas	0614200	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	0621070	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	0632130A	Presa de Béznar	T = 5,5	8,6	2,5	4,1%	6	Sep -Jun	4,1	-3,7
	Bajo Guadalfeo	0632150	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	0634070A	Presa de Benínar	T = 5,5	12,2	3,7	11,2%	5	Sep - May	2,7	-7,2



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Dado que dichas crecidas se definen para mantener un cauce bien conformado, solo será 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.

Respecto a los trasvases internos en las presas de derivación de la demarcación, la política a seguir en los que se realizan al embalse de La Concepción consistirá en que cada año, de forma alterna, cada una de las presas interrumpa 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.



Figura 52. Trasvases internos a los embalses de La Concepción y La Viñuela

La caracterización detallada del régimen de crecidas aguas abajo de las infraestructuras de regulación de la DHCMA se recoge en unas fichas que se incluyen en el Apéndice 7, que tanto para el periodo de retorno  $T = 2$  como para el estimado a partir del estudio de caudales generadores realizado por el CEDEX contienen la siguiente información:

- Periodo de retorno
- Caudal punta correspondiente al periodo de retorno
- Duración media del evento
- Estacionalidad o periodo en el que se debe generar el evento
- Tasa de cambio, tanto en ascenso como en descenso
- Volumen total del evento y porcentaje sobre la aportación natural

## 6. MASAS DE AGUA MUY ALTERADAS HIDROLÓGICAMENTE

El aprovechamiento de los recursos hídricos de una cuenca lleva implícito una modificación de su régimen. La IPH permite establecer un régimen de caudales ecológicos rebajado en función de la intensidad de la alteración que presentan los ríos. Se hace por ello necesario evaluar los cambios que inducen dichos aprovechamientos sobre los elementos del régimen con mayor trascendencia ambiental.

La IPH recoge en su apartado 3.4.2. *Masas de agua muy alteradas hidrológicamente* la necesidad de analizar el grado de alteración hidrológica de las masas de agua y las consideraciones para definir el régimen en las consideradas como muy alteradas hidrológicamente:

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

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

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

*En las masas de agua muy alteradas hidrológicamente se definirá un régimen de caudales con los criterios indicados en el apartado 3.4.1.4.1., en lo que se refiere a la distribución temporal de máximos y mínimos, tasa de cambio y caudal generador, ajustando los caudales mediante la simulación de la idoneidad del hábitat para las especies objetivo identificadas. Cuando se compruebe que la diferencia entre el régimen de caudales reales y el determinado por estos procedimientos es muy significativa, se realizará una estimación en la que el umbral utilizado para fijar el régimen de mínimos en las masas muy alteradas hidrológicamente estará comprendido entre el 30 y el 80% del hábitat potencial útil máximo de la masa de agua, para las especies objetivo analizadas. Para las demás características del régimen de caudales se propondrán escenarios adecuados a la intensidad de la alteración que presentan y, en su caso, se contemplarán las condiciones específicas que para las masas designadas como muy modificadas se hayan establecido.*

Para establecer el grado de desviación existente entre el régimen de caudales natural y el régimen alterado de un tramo es necesario, en primer lugar, contar con unas series hidrológicas, representativas tanto en régimen natural como en régimen alterado. Posteriormente habrá que



determinar los índices o parámetros hidrológicos que describirán el régimen natural y el alterado, y definir los límites o intervalos dentro de los que se consideran las condiciones no alteradas para poder evaluar el grado de alteración.

Existen numerosos métodos para valorar el grado de desviación hidrológica de un régimen de caudales con respecto al natural. El primero de ellos fue propuesto por Richter *et al.* (1997)<sup>12</sup>, conocido como IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration*). Recientemente han aparecido otros como el DHRAM (*Dundee Hydrological Regime Alteration Method*)<sup>13</sup>, que utiliza los mismos parámetros que el anterior pero valora de forma distinta la alteración y define otros límites en los intervalos del régimen natural; métodos de estadística clásica como el ANOSIM, basado en el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis (Poff *et al.*, 2007)<sup>14</sup>, que analiza la hipótesis nula en la que se asume que no hay diferencias significativas en dos regímenes al comparar patrones regionales de naturales frente a los alterados; o el IAHRIS (*Índices de Alteración Hidrológica en Ríos*)<sup>15</sup>, recientemente publicado en nuestro país, que al igual que el DHRAM clasifica la alteración en unos intervalos que pueden homologarse con los que propone la DMA para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua.

Dada la finalidad del trabajo, que requiere soluciones con vistas a la planificación hidrológica para dar cumplimiento a la DMA, se ha considerado como más conveniente trabajar con la metodología IAHRIS por la clasificación que hace de la alteración en cinco intervalos que pueden homologarse con los de la evaluación del estado ecológico, utilizando su versión más reciente (IAHRIS Versión 2.2)<sup>16</sup>.

## 6.1. Obtención de series en régimen natural y alterado

Para la caracterización del régimen natural y alterado y su posterior comparación con el objeto de evaluar el grado de alteración hidrológica es necesario, en primer lugar, obtener las series con las que se va a trabajar. IAHRIS permite el uso de series tanto diarias como mensuales, que pueden ser coetáneas o no, siendo la única condición que la longitud de las series sea de al menos 15 años completos, aunque no necesariamente consecutivos.

Como series en régimen natural se han empleado las series diarias generadas para la estimación del caudal mínimo por métodos hidrológicos (apartado 5.4.1.1) y las series mensuales de aportaciones calculadas en el marco del nuevo Plan Hidrológico. En cuanto a las series en régimen alterado, se han utilizado principalmente los vertidos históricos de las presas y los datos de las estaciones de aforos que cuentan con años suficientes, exceptuando aquellas que ya se encuentran en régimen natural o muy próximo al natural.

---

<sup>12</sup> Richter B.D., J.V. Baumgartner, R. Wiginton & D.P. Braun. 1997. "How much water does a river need?". *Freshwater Biology*, 37, 231-249.

<sup>13</sup> Black A.R., J.S. Rowan, R.W. Duck, O.M. Bragg & B.E. Clelland. 2006. "DHRAM: a method for classifying river flow regime alterations for the EC Water Framework Directive". *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15: 427-446.

<sup>14</sup> Poff L.N., J. Orden, D. Merrit & D. Pepin. 2007. "Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications". *PNAS*, vol. 104 nº 14.

<sup>15</sup> Martínez C. & J.A. Fernández. 2008. "IAHRIS Índices de Alteración Hidrológica en Ríos. Manual de Referencia Metodológica. Versión 1ª".

<sup>16</sup> Martínez C. & J.A. Fernández. 2010. "IAHRIS 2.2 Índices de alteración hidrológica en ríos. Manual de referencia metodológica".



A continuación se incluye una tabla con las masas de agua para las que se cuenta con series en régimen natural y en régimen alterado que permiten realizar los análisis con IAHRIS:

**Tabla 29. Obtención de series en régimen natural y alterado para la estimación del grado de alteración hidrológica**

Subsistema	Masa de agua		Series		Datos
	Código	Nombre	Natural	Alterada	
I-1	0611050	Bajo Palmones	Aportaciones PH2010	Vertidos Charco Redondo	Mensuales Coetáneos
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Aportaciones PH2010	Vertidos Guadarranque	Mensuales Coetáneos
I-2	0612040A	Alto Genal	Simulación SSMA-2	EA 6058	Diarios No coetáneos
	0612062	Bajo Guadiaro	Aportaciones PH2010	Aportaciones PH2010 - caudal trasvasado	Mensuales Coetáneos
I-3	0613140	Bajo Verde de Marbella	Aportaciones PH2010	Vertidos La Concepción	Mensuales Coetáneos
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Aportaciones PH2010	EA 6091	Mensuales Coetáneos
	0614040B	Medio Guadalteba	Aportaciones PH2010	EA 6093	Mensuales Coetáneos
	0614070B	Medio Turón	Aportaciones PH2010	EA 6011	Mensuales Coetáneos
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Aportaciones PH2010	Vertidos Guadalhorce-Guadalteba-C. de Guadalh.	Mensuales Coetáneos
	0614120	Las Cañas	Aportaciones PH2010	EA 6064 corregida	Mensuales Coetáneos
	0614130	Casarabonela	Aportaciones PH2010	EA 6063 corregida	Mensuales Coetáneos
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Simulación SSMA-2	EA 6035	Diarios Coetáneos
	0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Simulación SSMA-2	Serie generada	Diarios Coetáneos
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Aportaciones PH2010	EA 6077	Mensuales Coetáneos
	0614250	Bajo Guadalmedina	Aportaciones PH2010	Vertidos El Limonero	Mensuales Coetáneos
II-1	0621030	Alcaucín-Bermuza	EA 6015 (<1995)	EA 6015 (>1995)*	Diarios No coetáneos
			EA 6016 (<1995)	EA 6016 (>1995)*	Diarios No coetáneos
	0621040	Almanchares	EA 6017 (<1995)	EA 6017 (>1995)*	Diarios No coetáneos
	0621050	Rubite	EA 6018 (<1995)	EA 6018 (>1995)*	Diarios No coetáneos
	0621060	Benamargosa	EA 6047 (<1995)	EA 6047 (>1995)*	Diarios No coetáneos
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Aportaciones PH2010	Vertidos La Viñuela	Mensuales No coetáneos
II-3	0623010	Algarrobo	Serie generada	EA 6020	Diarios Coetáneos
III-1	0631030	Alto y Medio Verde de Almuñécar	EA 6052 + 6412	EA 6052	Diarios Coetáneos

**Tabla 29. Obtención de series en régimen natural y alterado para la estimación del grado de alteración hidrológica**

Subsistema	Masa de agua		Series		Datos
	Código	Nombre	Natural	Alterada	
III-2	0632070	Alto Dúrcal	Aportaciones PH2010 en EA 6042	Aportaciones PH2010 – EA 6442 (canal hidroeléctrico)	Mensuales Coetáneos
			Aportaciones PH2010 en fin de masa	Aportaciones PH2010– EA 6442 (canal hidroeléctrico)	Mensuales Coetáneos
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Aportaciones PH2010	Vertidos Béznar	Mensuales Coetáneos
	0632150	Bajo Guadalfeo	Aportaciones PH2010	Simulación de la situación actual (azud de Vélez)	Mensuales Coetáneos
III-4	0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Aportaciones PH2010	EA 6009	Mensuales Coetáneos
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	EA 6024 restituida con datos de manantiales*	EA 6024	Diarios No coetáneos
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	SIMPA	EA 6023	Mensuales Coetáneos
V-1	0651030	Bajo Aguas	SIMPA	EA 6025	Mensuales Coetáneos
V-2	0652020	Alto Almanzora	SIMPA	EA 6070	Mensuales Coetáneos
			SIMPA	EA 6067	Mensuales Coetáneos
	0652040	Medio Almanzora	SIMPA	EA 6073	Mensuales Coetáneos

\* Serie prolongada

En aquellos casos en los que las series no cuentan un número de años suficiente para utilizar el programa IAHRIS ha sido necesario prolongar las series. Es el caso por un lado de los afluentes al río Vélez-Guaro, en los que las series de las estaciones de aforos correspondientes a la situación de la alteración se han alargado mediante una selección aleatoria de los años hidrológicos completos disponibles hasta contar con un total de 15 años, y por otro del Medio y Bajo Canjáyar, para el que la serie en régimen natural, que contaba con 5 años completos, se ha construido mediante la repetición de dichos años tres veces.

Por otro lado, los datos de las estaciones de aforo situadas en los arroyos de Las Cañas y Casarabonela no se consideran fiables, ya que las curvas de gasto son muy inestables por problemas de aterramiento, por lo que las series presentan importantes incertidumbres, sobre todo para caudales bajos. Se han utilizado por lo tanto como series alteradas las series de las estaciones de aforo corregidas y como series en régimen natural las aportaciones medidas más el agua consumida por los regadíos y abastecimientos teniendo en cuenta la parte que retorna.

Para el resto de masas de agua que no cuentan con series en régimen natural y alterado, la estimación del grado de alteración hidrológica se ha realizado mediante los resultados de las masas situadas aguas arriba, con los datos de las estaciones de aforos y mediante criterio de experto.

## 6.2. Estimación de los índices de alteración hidrológica

Para la identificación de las masas muy alteradas hidrológicamente se utilizan, tal y como indica la IPH, los índices de alteración hidrológica, que permiten comparar los valores de las condiciones hidrológicas de referencia frente a las condiciones de uso más recientes. Estos índices se basan en la magnitud, duración, frecuencia, tasa de cambio y momento de ocurrencia de los

diferentes elementos del régimen hidrológico, y conceptualmente pueden definirse como cociente entre el valor del parámetro de caracterización en un régimen alterado y el valor de ese mismo parámetro en régimen natural.

La metodología IAHRIS 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. El proceso consta de dos fases principales, encaminadas a la caracterización del régimen natural como estado de referencia y a la evaluación de la alteración hidrológica gracias a los distintos índices. El resultado final es la valoración del estatus hidrológico y la diagnosis ambiental del tramo en estudio.

La caracterización del régimen natural se concreta en la selección de parámetros adecuados que permitan evaluar de forma clara y precisa las cinco características del régimen hidrológico esenciales para la salud del ecosistema (magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de cambio), tanto de los valores medios o habituales del régimen como determinantes de la disponibilidad general de agua en el ecosistema, como de los valores extremos: máximos -avenidas- y mínimos -sequías-, que representan las condiciones ambientalmente más críticas.

Los parámetros seleccionados para la caracterización del régimen con IAHRIS son un total de 19, que se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 30. Relación de parámetros para la caracterización del régimen de caudales mediante la metodología IAHRIS**

COMPONENTE DEL RÉGIMEN		ASPECTO	PARÁMETRO	
VALORES HABITUALES	APORTACIONES ANUALES Y MENSUALES	MAGNITUD	Media de las aportaciones anuales	Por tipo de año año húmedo año medio año seco <b>AÑO PONDERADO (P1)</b>
		VARIABILIDAD	Diferencia entre la aportación mensual máxima y mínima en el año	Por tipo de año año húmedo año medio año seco <b>AÑO PONDERADO (P2)</b>
		ESTACIONALIDAD	Mes de máxima y mínima aportación del año	Por tipo de año <b>(P3)</b> año húmedo año medio año seco
	CAUDALES DIARIOS	VARIABILIDAD	Diferencia entre los caudales medios correspondientes a los percentiles de excedencia del 10% y 90%	Por tipo de año <b>(P4)</b> año húmedo año medio año seco
VALORES EXTREMOS	VALORES MÁXIMOS de caudales diarios (AVENIDAS)	MAGNITUD Y FRECUENCIA	Media de los máximos caudales diarios anuales Caudal Generador del Lecho Caudal de conectividad Caudal de la avenida habitual (Q5%)	Qc (P5) QGL (P6) QCONEC (P7) Q 5% (P8)
		VARIABILIDAD	Coficiente de variación de máximos caudales diarios anuales Coficiente de variación de la serie de avenidas habituales	CV (Qc) (P9) CV (Q 5%) (P10)
		DURACION	Máximo nº de días consecutivos al año con q> Q 5%	Duración avenidas(P11)
		ESTACIONALIDAD	Nº medio de días al mes con q> Q 5%	12 valores (uno para cada mes) (P12)
	VALORES MÍNIMOS de caudales diarios (SEQUIÁS)	MAGNITUD Y FRECUENCIA	Media de los mínimos caudales diarios anuales Caudal de la sequía habitual (Q 95%)	Qs (P13) Q 95% (P14)
		VARIABILIDAD	Coficiente de variación de mínimos caudales diarios anuales Coficiente de variación de la serie de sequías habituales	CV (Qs) (P15) CV( Q 95%) (P16)
		DURACION	Máximo nº de días consecutivos al año con q< Q 95%	Duración sequías (P17)
			Número medio de días al mes con caudal diario nulo	12 valores (uno para cada mes) (P18)
		ESTACIONALIDAD		12 valores (uno para cada mes) (P19)

Posteriormente se procede a la caracterización del régimen alterado mediante los mismos parámetros. En el caso particular de desear caracterizar un régimen alterado sin disponer de una serie coetánea con la existente en régimen natural, es necesario redefinir los parámetros para valores habituales que caracterizan el régimen alterado, ya que los años en alterado no comunes con años en régimen natural no pueden ser adscritos a ninguno de los tipos propuestos (húmedo, medio y seco). Estos parámetros son los siguientes:

Tabla 31. Relación de parámetros de valores habituales a estimar en regímenes alterados que no dispongan de la serie natural coetánea mediante la metodología IAHRIS

ASPECTO		PARÁMETROS	
VALORES HABITUALES	APORTACIONES ANUALES	MAGNITUD	
		Nº medio de días al mes con $q < Q_{95\%}$	
		Mediana (H2)	
	APORTACIONES MENSUALES	MAGNITUD	Coefficiente de variación (H3)
			Media del mes: 12 valores (H4)
			Mediana del mes: 12 valores (H5)
		ESTACIONALIDAD	Coefficiente de variación del mes: 12 valores (H6)
			Variabilidad extrema (H7)
			Frecuencia relativa de máximos para cada mes: 12 valores (H8)
Frecuencia relativa de mínimos para cada mes: 12 valores (H9)			

Por último, para conocer en qué grado el régimen actualmente circulante difiere del natural, se proponen un conjunto de Índices de Alteración Hidrológica (IAH) que se basan en los parámetros anteriormente expuestos, y son un total de 21 si las series disponibles en régimen natural y alterado cumplen la condición de coetaneidad (Tabla 32), y 24 en caso contrario (Tabla 33). Además, se definen unos Índices de Alteración Global (IAG) como integradores de aquellos índices parciales que evalúan la alteración sobre los diferentes aspectos de un componente del régimen de caudales, y son por consiguiente tres índices globales: Índice de Alteración Global (IAG<sub>H</sub>) sobre valores habituales, Índice de Alteración Global sobre avenidas (IAG<sub>A</sub>) e Índice de Alteración Global sobre sequías (IAG<sub>S</sub>).

Tabla 32. Relación de Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para regímenes coetáneos

ASPECTO		CODIGO	DENOMINACIÓN	Parámetro del que proviene
VALORES HABITUALES	MAGNITUD	IAH 1	Magnitud de las aportaciones anuales	P1
		IAH 2	Magnitud de las aportaciones mensuales	
	VARIABILIDAD	IAH 3	Variabilidad habitual	P4
		IAH 4	Variabilidad extrema	P2
	ESTACIONALIDAD	IAH 5	Estacionalidad de máximos	P3
		IAH 6	Estacionalidad de mínimos	
AVENIDAS	MAGNITUD Y FRECUENCIA	IAH 7	Magnitud de las avenidas máximas	P5
		IAH 8	Magnitud del Caudal Generador del Lecho	P6
		IAH 9	Magnitud del Caudal de conectividad	P7
		IAH 10	Magnitud de las avenidas habituales	P8
	VARIABILIDAD	IAH 11	Variabilidad de las avenidas máximas	P9
		IAH 12	Variabilidad de las avenidas habituales	P10
	DURACION	IAH 13	Duración de avenidas	P11
	ESTACIONALIDAD	IAH 14	Estacionalidad de avenidas (12 valores, uno para cada mes)	P12
SEQUÍAS	MAGNITUD Y FRECUENCIA	IAH 15	Magnitud de las sequías extremas	P13
		IAH 16	Magnitud de las sequías habituales	P14
	VARIABILIDAD	IAH 17	Variabilidad de las sequías extremas	P15
		IAH 18	Variabilidad de las sequías habituales	P16
	DURACION	IAH 19	Duración de sequías	P17
		IAH 20	Nº de días con caudal nulo (12 valores, uno para cada mes)	P18
	ESTACIONALIDAD	IAH 21	Estacionalidad de sequías (12 valores, uno para cada mes)	P19

21 ÍNDICES

Índice desglosado por tipo de año, como resumen se ofrece el valor ponderado  
 Índice especificado a nivel mensual, como resumen se ofrece la media anual



Tabla 33. Relación de Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para regímenes no coetáneos

ASPECTO		CODIGO	DENOMINACIÓN	Parámetro del que proviene
VALORES HABITUALES	MAGNITUD	M1	Magnitud de las aportaciones anuales	H1
		M2	Magnitud de las aportaciones mensuales	H4
		M3	Magnitud de las aportaciones de cada mes: 12 valores	H4
	VARIABILIDAD	V1	Variabilidad de las aportaciones anuales	H3
		V2	Variabilidad de las aportaciones mensuales	H6
		V3	Variabilidad de las aportaciones de cada mes: 12 valores	H6
		V4	Variabilidad extrema	H7
	ESTACIONALIDAD	E1	Estacionalidad de máximos	H8
E2		Estacionalidad de mínimos	H9	
AVENIDAS	MAGNITUD Y FRECUENCIA	IAH 7	Magnitud de las avenidas máximas	P5
		IAH 8	Magnitud del Caudal Generador del Lecho	P6
		IAH 9	Magnitud del Caudal de conectividad	P7
		IAH 10	Magnitud de las avenidas habituales	P8
	VARIABILIDAD	IAH 11	Variabilidad de las avenidas máximas	P9
		IAH 12	Variabilidad de las avenidas habituales	P10
	DURACION	IAH 13	Duración de avenidas	P11
ESTACIONALIDAD	IAH 14	Estacionalidad de avenidas (12 valores, uno para cada mes)	P12	
SEQUIÁS	MAGNITUD Y FRECUENCIA	IAH 15	Magnitud de las sequías extremas	P13
		IAH 16	Magnitud de las sequías habituales	P14
	VARIABILIDAD	IAH 17	Variabilidad de las sequías extremas	P15
		IAH 18	Variabilidad de las sequías habituales	P16
	DURACION	IAH 19	Duración de sequías	P17
		IAH 20	Nº de días con caudal nulo (12 valores, uno para cada mes)	P18
	ESTACIONALIDAD	IAH 21	Estacionalidad de sequías (12 valores, uno para cada mes)	P19

#### 24 ÍNDICES

	Índices similares a los ya definidos para series coetáneas
	Índice especificado a nivel mensual, como resumen se ofrece la media anual

Con el objetivo de ofrecer una valoración no sólo cuantitativa sino también cualitativa del grado de alteración, la metodología IAHRIS clasifica los indicadores en cinco niveles o estados de alteración hidrológica, denominados estatus hidrológicos, definidos siguiendo las recomendaciones respecto a niveles y asignación de colores de la DMA para la clasificación del denominado status ecológico a partir de los *Ecological Quality Ratios* (EQR), de modo que 1 se corresponde con la situación óptima (mínima alteración) y 0 con la más degradada (máxima alteración). Adoptando una distribución equitativa de las cinco clases propuestas entre 0 y 1, la siguiente figura resume los criterios de representación y asignación de los diferentes estatus o niveles hidrológicos deducidos de los IAH:

Tabla 34. Valores correspondientes de los Índices de Alteración Hidrológica utilizados en la metodología IAHRIS para los diferentes estatus hidrológicos

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V
$1 \geq \text{IAH} > 0,8$	$0,8 \geq \text{IAH} > 0,6$	$0,6 \geq \text{IAH} > 0,4$	$0,4 \geq \text{IAH} > 0,2$	$0,2 \geq \text{IAH} \geq 0$

Respecto a los IAG, al existir una relación cuadrática con los IAH, se obtendrían los siguientes criterios de representación y asignación:

Tabla 35. Valores correspondientes de los Índices de Alteración Global utilizados en la metodología IAHRIS para los diferentes estatus hidrológicos

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V
$1 \geq \text{IAG} > 0,64$	$0,64 \geq \text{IAG} > 0,36$	$0,36 \geq \text{IAG} > 0,16$	$0,16 \geq \text{IAG} > 0,04$	$0,04 \geq \text{IAG} \geq 0$

A continuación se incluye como ejemplo la salida gráfica del programa IAHRIS para los Índices de Alteración Hidrológica y Global para valores habituales en una masa de agua de la DHCMA:

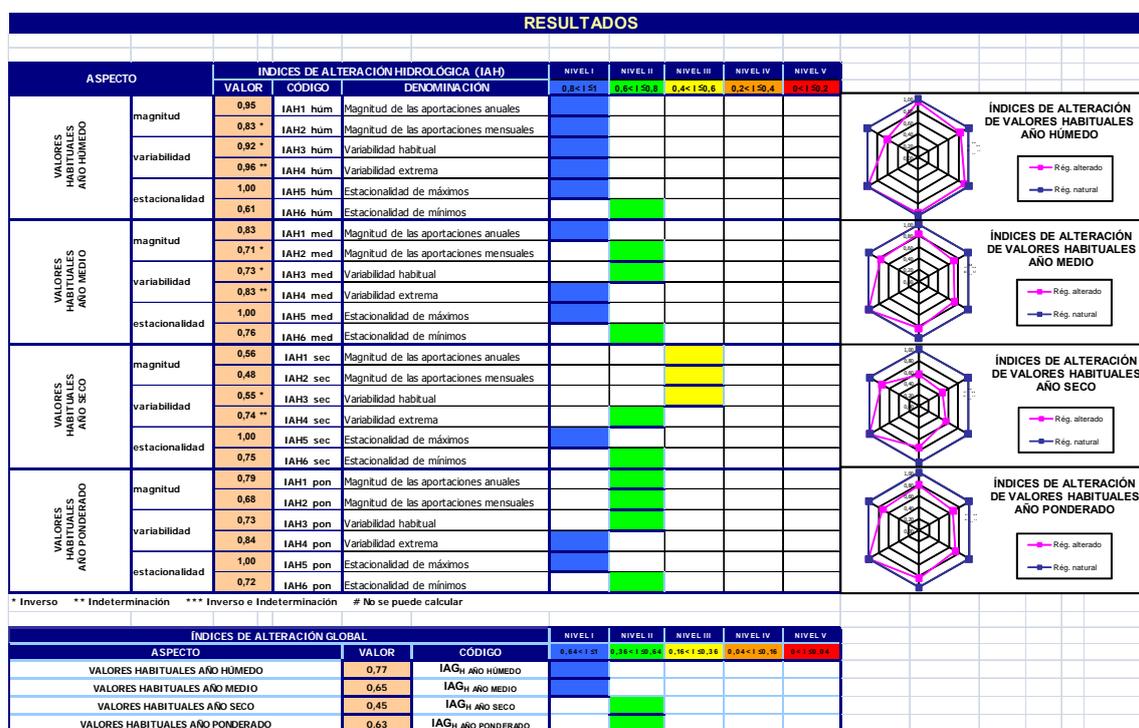


Figura 53. Ejemplo de estimación de los Índices de Alteración Hidrológica y Global para valores habituales en la masa de agua 0623010 Algarrobo en la Umbría (EA 6020) mediante IAHRIS

### 6.3. Evaluación del grado de alteración hidrológica mediante el método IAHRIS

Dada la trascendencia que para los planes hidrológicos tiene la designación de masas de agua muy alteradas y la necesidad de que esa condición sea, en la medida de lo posible, establecida con arreglo a un criterio transparente y objetivo, IAHRIS selecciona un conjunto de índices parciales y estudia los criterios que, a partir de los resultados obtenidos con los índices seleccionados, permiten asignar la condición de masa muy alterada, proponiendo aquel que mejor discri-

mine esa condición. Además, IAHRIS aplica otros criterios para asignar la condición de masa muy alterada, en concreto el empleado por la Demarcación Hidrográfica del Júcar, que emplea como indicadores los percentiles 10% y 90% de la serie en régimen natural para aportaciones anuales y mensuales.

Los **índices** seleccionados dentro del conjunto de índices disponibles son aquellos que cumplen las características siguientes:

- Evalúan aspectos hidrológicos de marcada significación ambiental.
- Poseen mayor eficacia en la evaluación de la alteración hidrológica.
- No son susceptibles de interpretaciones dudosas o ambiguas.
- Cubren todo el abanico posible de aspectos, periodicidad y escalas que la IPH recomienda.

En caso de disponer de datos diarios, los índices con los que IAHRIS trabaja para evaluar el grado de alteración hidrológica son los siguientes:

**Tabla 36. Índices seleccionados en la metodología IAHRIS para la evaluación del grado de alteración hidrológica a partir de datos diarios**

DATOS COETÁNEOS		DATOS NO COETÁNEOS	
Código	Denominación	Código	Denominación
IAH1	Magnitud de las aportaciones anuales	M1	Magnitud de las aportaciones anuales
IAH2	Magnitud de las aportaciones mensuales	M3	Magnitud de las aportaciones de cada mes
IAH3	Variabilidad habitual	V1	Variabilidad anual
IAH5	Estacionalidad de máximos	E1	Estacionalidad de máximos
IAH6	Estacionalidad de mínimos	E2	Estacionalidad de mínimos
IAH8	Magnitud del caudal generador del lecho	IAH8	Magnitud del caudal generador del lecho
IAH10	Magnitud de las avenidas habituales	IAH10	Magnitud de las avenidas habituales
IAH13	Duración de avenidas	IAH13	Duración de avenidas
IAH14	Estacionalidad de avenidas	IAH14	Estacionalidad de avenidas
IAH16	Magnitud de las sequías habituales	IAH16	Magnitud de las sequías habituales
IAH19	Duración de sequías	IAH19	Duración de sequías
IAH21	Estacionalidad de sequías	IAH21	Estacionalidad de sequías

En caso de no disponer de datos diarios sino mensuales, los índices para evaluar el grado de alteración hidrológica son:

**Tabla 37. Índices seleccionados en la metodología IAHRIS para la evaluación del grado de alteración hidrológica a partir de datos mensuales**

DATOS COETÁNEOS		DATOS NO COETÁNEOS	
Código	Denominación	Código	Denominación
IAH1	Magnitud de las aportaciones anuales	M1	Magnitud de las aportaciones anuales
IAH2	Magnitud de las aportaciones mensuales	M3	Magnitud de las aportaciones de cada mes
IAH4	Variabilidad extrema	V1	Variabilidad anual
IAH5	Estacionalidad de máximos	E1	Estacionalidad de máximos
IAH6	Estacionalidad de mínimos	E2	Estacionalidad de mínimos

En cuanto a los **criterios** empleados para la evaluación del grado de alteración hidrológica, los IAH evalúan el grado de alteración que, como promedio, se produce en el período de años estudiado. IAHRIS no suministra información para poder trabajar con valores acotados entre percentiles, lo que es sin duda una limitación respecto a lo textualmente señalado en la IPH. Sin embargo, el hecho de trabajar con 12 índices (5 en caso de datos mensuales) que caracterizan

adecuadamente categorías y componentes del régimen de caudales relevantes para la integridad del ecosistema fluvial, permiten abordar con garantía la tarea de formalizar un criterio que permita establecer cuándo una masa de agua presenta una "desviación significativa".

En el caso de disponer de datos diarios, se definen dos criterios para la evaluación del grado de alteración hidrológica, uno general (C1):

*C1: más del 50% del los IAH son  $\leq 0,5 \rightarrow$  MASA MUY ALTERADA*

Y otro para discriminar en situaciones particulares de límite (C1a), es decir, cuando el porcentaje de IAH con alteración  $\geq 50\%$  sea exactamente igual al 50%:

*C1a: al menos dos componentes (magnitud, duración y variabilidad, o estacionalidad) con IAH medio  $\leq 0,5 \rightarrow$  MASA MUY ALTERADA*

En cuanto al caso de que sólo se disponga de datos mensuales, el criterio definido es:

*C2: dos o más IAH son  $\leq 0,5 \rightarrow$  MASA MUY ALTERADA*

Si no se cumplen estos criterios, IAHRIS no asigna clasificación al grado de alteración hidrológica.

Por otra parte, para ambos casos (datos diarios o mensuales), IAHRIS define un criterio adicional de modo que se considera que una masa se desvía significativamente y por tanto puede catalogarse como muy alterada cuando el porcentaje del total de meses o el porcentaje del total de años que está dentro del rango de los percentiles 10% y 90% es inferior al 50%:

*C3: menos del 50% de los meses o de los años están dentro del rango P10%-90%  $\rightarrow$  MASA MUY ALTERADA*

El uso conjunto de los métodos IAH (C1 o C2) y P10%-90% (C3) puede dar lugar a las siguientes situaciones:

- No hay discrepancia entre los métodos IAH y P10%-90%: en este caso, la catalogación de la masa, bien como "muy alterada" o como "no muy alterada" siguiendo uno de los métodos es respaldada por el otro.
- Hay discrepancia entre los dos métodos IAH y P10%-90%: cuando los métodos P 10%-90% e IAH-MMA no coinciden a la hora de asignar una catalogación a la masa, se pueden presentar tres situaciones que se resuelven del modo siguiente:
  - Situación frontera: los métodos IAH y P10%-90% no son coincidentes a la hora de calificar la masa, pero uno de los dos presenta resultados en el entorno de la condición frontera, por lo que se considera el resultado del método que no está en el entorno del umbral de decisión.
  - Sin situación frontera: los métodos IAH y P10%-90% no son coincidentes a la hora de calificar la masa, sin que ninguno de los dos se encuentre en el entorno de la condición frontera. La explicación a esta situación puede hallarse en la singularidad hidrológica de

la masa que propicia que uno de los dos métodos no sea sensible (o lo sea en exceso) a la alteración existente, para lo que habría que analizar dicha singularidad. Es por ejemplo el caso de las masas en las que el régimen natural presenta valores de las aportaciones correspondientes al P90% muy bajos o cero, situación muy frecuente en la DHCMA, en las que el método P10-90% no muestra sensibilidad para detectar las alteraciones que impliquen reducciones generalizadas de los caudales circulantes.

A continuación se incluyen los resultados de aplicar la metodología IAHRIS a las masas de agua de la DHCMA que cuentan con series adecuadas para realizar el análisis del grado de alteración:

**Tabla 38. Resultados de la evaluación del grado de alteración hidrológica mediante IAHRIS**

Subsistema	Masa de agua		Criterio		Masa muy alterada	
	Código	Nombre	C1 / C2 (IAH)	C3 (P10%-90%)		
I-1	0611050	Bajo Palmones	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
I-2	0612040A	Alto Genal	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0612062	Bajo Guadiaro	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
I-3	0613140	Bajo Verde de Marbella	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
I-4	0614021B	Alto Guadalhorce	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Sin clasificación (situación frontera)	SÍ	
	0614040B	Medio Guadalteba	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614070B	Medio Turón	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0614120	Las Cañas	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614130	Casarabonela	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0614250	Bajo Guadalmedina	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
II-1	0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
			Los González	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
	0621040	Almanchares	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0621050	Rubite	Sin clasificación	Masa Muy Alterada (situación frontera)	SÍ	
	0621060	Benamargosa	Masa Muy Alterada	Sin clasificación (situación frontera)	SÍ	
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
II-3	0623010	Algarrobo	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
III-1	0631030	Alto y Medio Verde de Almuñécar	Sin clasificación	Masa Muy Alterada (situación frontera)	NO	
III-2	0632070	Alto Dúrcal	Los Sauces	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
			Fin masa	Sin clasificación (situación frontera)	Masa Muy Alterada	SÍ
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0632150	Bajo Guadalfeo	Sin clasificación (situación frontera)	Masa Muy Alterada	SÍ	
III-4	0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Masa Muy Alterada	Sin clasificación	SÍ	

Tabla 38. Resultados de la evaluación del grado de alteración hidrológica mediante IAHRIS

Subsistema	Masa de agua		Criterio		Masa muy alterada	
	Código	Nombre	C1 / C2 (IAH)	C3 (P10%-90%)		
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
V-1	0651030	Bajo Aguas	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
V-2	0652020	Alto Almazora	Serón	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
		Cantoria	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0652040	Medio Almazora	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	

Por lo general, no se han encontrado discrepancias a la hora de evaluar el grado de alteración hidrológica con los métodos IAH y P10%-90%, lo que ha facilitado la clasificación como masa muy alterada o no muy alterada. De las que sí presentan discrepancias, en la mayor parte de los casos uno de los métodos se ha situado en una situación frontera, por lo que normalmente se ha considerado el resultado del método que no está en el entorno del umbral de decisión. El resto de situaciones se han resuelto de la siguiente manera:

- En el Alto Guadalhorce, mediante la aplicación del método IAHRIS con datos a nivel mensual uno de los 5 parámetros (magnitud de las aportaciones mensuales) presenta una alteración superior al 50%, mientras que otros dos (magnitud de las aportaciones anuales y variabilidad extrema) se situarían próximos al límite. Sin embargo, la aplicación del método de los percentiles 10%-90% indica que seis meses (de abril a septiembre) superarían los umbrales establecidos en la IPH, por lo que la masa estaría muy alterada hidrológicamente, aunque también en una situación frontera. Ante el conflicto entre ambos diagnósticos se ha decidido finalmente asignarle esta última categoría, ya que de acuerdo con el texto de la IPH presenta "conflictos entre los usos existentes y el régimen de caudales ecológicos", lo que repercute "de manera importante sobre la disponibilidad de hábitat tanto para los organismos acuáticos como para los organismos terrestres asociados".
- En el río Rubite, el método P10%-90% se encuentra en una situación frontera, pero en este caso dicho método no se considera sensible a la alteración hidrológica, pues las aportaciones correspondientes al P90% son muy bajas o incluso nulas por la irregularidad hidrológica del río. No obstante, y aunque el método IAHRIS no clasifique esta masa como muy alterada, la importante alteración que presentan la magnitud de las aportaciones mensuales y de los índices relacionados con las sequías, lo que unido a que la serie alterada ha sido generada artificialmente (ver apartado 6.1), lleva a considerarla muy alterada hidrológicamente.
- El Adra en Fuentes de Marbella obtiene resultados muy diferentes según el método que se emplee. Esto es debido a que la alteración que presenta esta masa de agua, cuyos caudales se infiltran en el embalse de Benínar y vuelven a surgir en las Fuentes de Marbella, afecta principalmente a los parámetros de variabilidad y estacionalidad, pues su régimen se vuelve muy regular, parámetros que analiza el método IAH pero no el P10%-90%.
- En cuanto al Medio y Bajo Canjáyar, aunque no presenta discrepancias en los resultados por los distintos métodos, conviene aclarar que en la serie en régimen natural utilizada para analizar el grado de alteración sólo se han restituido los caudales para los meses de estiaje, manteniendo como caudales invernales los registrados en la estación de aforos. En consecuencia, el diagnóstico sobre el grado de alteración hidrológica se ha apoyado únicamente en el periodo de estiaje (junio-septiembre), durante el cual los resultados del modelo IAHRIS muestran claramente que la serie está muy alterada.

En el Apéndice 8 se incluyen las salidas del programa IAHRIS para cada una de las masas de agua que cuentan con series adecuadas para realizar el análisis del grado de alteración.

Además, se ha considerado conveniente estudiar el grado de alteración hidrológica de las masas de agua de la DHCMA en el horizonte 2027, es decir, tras la aplicación de las actuaciones planificadas en el Programa de Medidas. Para ello se ha contado como series en régimen alterado con las resultantes de la aplicación del modelo Aquatool en los subsistemas I-1, I-3, I-4, II-1 y III-2.

Los resultados de aplicar la metodología IAHRIS en estos puntos se incluye en la siguiente tabla y en la figura a continuación:

**Tabla 39. Resultados de la evaluación del grado de alteración hidrológica en el horizonte 2027 mediante IAHRIS**

Subsistema	Masa de agua		Criterio		Masa muy alterada	
	Código	Nombre	C1 / C2 (IAH)	C3 (P10%-90%)		
I-1	0611050	Bajo Palmones	Masa Muy Alterada	Sin clasificación	SÍ	
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
I-3	0613062	Bajo Guadalmanza	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Sin clasificación	NO	
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Sin clasificación	NO	
	0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Sin clasificación	NO	
	0613140	Bajo Verde de Marbella	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
I-4	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Puente Coronado	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
			Fin masa	Sin clasificación	Sin clasificación	NO
	0614200	Bajo Campanillas	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0614210	Bajo Guadalhorce	A. arriba azud Aljaima	Sin clasificación	Sin clasificación	NO
			A. abajo azud Aljaima	Sin clasificación	Sin clasificación	NO
	0614220	Desembocadura Guadalhorce	Sin clasificación	Masa Muy Alterada (situación frontera)	NO	
0614250	Bajo Guadalmedina	Masa Muy Alterada	Sin clasificación	SÍ		
II-1	0621030	Alcaucín-Bermuza	La Viñuela	Sin clasificación	Sin clasificación	NO
			Los González	Sin clasificación	Sin clasificación	NO
	0621040	Almanchares	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0621050	Rubite	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0621030	Alcaucín-Bermuza	Sin clasificación	Sin clasificación	NO	
	0621060	Benamargosa	Masa Muy Alterada	Sin clasificación	SÍ	
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presas de La Viñuela	Masa Muy Alterada	Sin clasificación	SÍ
			A. abajo afluentes MI	Masa Muy Alterada (situación frontera)	Sin clasificación	NO
A. abajo Benamargosa			Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
III-2	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ	
	0632150	Bajo Guadalfeo	Presas de Rules	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ
			Azud de Vélez	Masa Muy Alterada	Masa Muy Alterada	SÍ

Las principales discrepancias encontradas entre los métodos IAH y P10%-90% a la hora de evaluar el grado de alteración hidrológica de la situación futura se han resuelto fácilmente, pues en la mayor parte de los casos uno de los métodos se ha situado en una situación fronterera, por lo que normalmente se ha considerado el resultado del método que no está en el entorno del umbral de decisión. En las tres masas en las que no ocurre así (Bajo Guadalmedina, Benamargosa y Vélez y Bajo Guaro aguas abajo de La Viñuela) se ha optado finalmente por el resultado del método IAH, puesto que en los tres casos el método P10%-90% no muestra sensibilidad para detectar las alteraciones que impliquen reducciones generalizadas de los caudales circulantes, al tratarse de ríos muy irregulares y de marcada temporalidad en los que los percentiles correspondientes al 90% son normalmente muy bajos o cero.

En el Alto Dúrcal se ha hecho un análisis similar construyendo un escenario futuro en el que se respeta el caudal ecológico propuesto (210 l/s) y suponiendo una capacidad de derivación para la central de 500 l/s, y se obtiene como resultado por cualquiera de los dos métodos que la masa dejaría de estar muy alterada ya desde aguas abajo de la toma de la central hidroeléctrica.

En el Apéndice 9 se incluyen las salidas del programa IAHRIS para cada una de las masas de agua que cuentan con series adecuadas para realizar el análisis del grado de alteración la situación futura.

#### 6.4. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente

Tras los análisis realizados con la metodología IAHRIS, así como por el análisis de otras estaciones de aforos y por criterio de experto, se concluye que 54 masas de agua se encuentran muy alteradas hidrológicamente en la situación actual, lo que supone un 46% del total de masas dentro del ámbito de estudio. En la siguiente figura se representan dichas masas de agua:



Figura 54. Masas de agua clasificadas como muy alteradas hidrológicamente

En estas masas de agua la IPH permite rebajar el régimen de caudales mínimos al 30% del HPU máximo cuando se compruebe que la diferencia entre el régimen de caudales reales y el caudal mínimo determinado es muy significativa. No obstante, no hay que olvidar otros condi-

cionantes en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos, como la presencia de zonas de la Red Natura 2000, en las que el régimen será el apropiado para mantener o restablecer un estado de conservación favorable de los hábitats o especies, respondiendo a sus exigencias ecológicas y manteniendo a largo plazo las funciones ecológicas de las que dependen.

En cuanto a la situación futura, tras analizar el grado de alteración hidrológica de las masas de agua de la DHCMA en el horizonte 2027 con la metodología IAHRIS y por criterio de experto, se concluye que se pasa de 54 a 33 masas de agua muy alteradas hidrológicamente, es decir un 28% del total de masas dentro del ámbito de estudio. En la siguiente figura se representan dichas masas de agua:



Figura 55. Masas de agua clasificadas como muy alteradas hidrológicamente en el horizonte 2027

A continuación se exponen para cada subsistema las masas de agua clasificadas como muy alteradas hidrológicamente, tanto en la situación actual como en la futura, como resultado de los análisis realizados mediante el programa IAHRIS y por criterio de experto, así como las particularidades de la alteración hidrológica de las distintas masas:

### **SUBSISTEMA I-1**

Salvo las situadas aguas abajo de los embalses de Charco Redondo y Guadarranque, el resto de masas del subsistema no se considera que estén muy alteradas hidrológicamente. En el caso concreto de la masa Valdeinfierno-La Hoya, en la que las derivaciones al final de la primavera y principio de otoños alargan el periodo seco, la alteración no se considera muy significativa al ser la capacidad de los tubos limitada.

En cuanto a la situación futura aguas abajo de los embalses, existe una clara mejora en el régimen de ambas masas, pero sin dejar de estar clasificadas como muy alteradas. La mejora es superior en Charco Redondo, ya que al tener que garantizar también caudales ecológicos a la entrada de las Marismas del río Palmones su régimen de sueltas por motivos ambientales es más generoso, mientras que el grado de aprovechamiento de los recursos del Guadarranque para servir a las demandas sería mayor.

Tabla 40. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-1

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
I-1	0611010	Alto Palmones	---	---
	0611030	Valdeinfierno-La Hoya	---	---
	0611040	Raudal	---	---
	0611050	Bajo Palmones	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0611060	Guadacortes	---	---
	0611080	Alto Guadarranque	---	---
	0611100	Los Codos	---	---
	061110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0611120	La Madre Vieja	---	---

### SUBSISTEMA I-2

Las masas de agua de este subsistema no se encuentran muy alteradas hidrológicamente, si bien las que más afección presentan son las partes bajas de los ríos Genal, Hozgarganta y Guadiaro.

El Bajo Genal se seca por un problema de infiltración debido a la desconfiguración que presenta el cauce, no por un problema de alteración hidrológica, y el Bajo Hozgarganta, a pesar de que las detracciones para riego provocan una importante reducción de los caudales fluyentes, llegando incluso a secar temporalmente el río, la masa de agua no se considera muy alterada hidrológicamente. Del mismo modo, el Bajo Guadiaro a pesar de que tras la confluencia con el Genal y las tomas para riego del sector de San Martín del Tesorillo el régimen hidrológico en el periodo de riegos presente una importante disminución de los caudales fluyentes, la masa de agua no cumple los requisitos para considerarla muy alterada.

Por otra parte, el río Guadalquivir se ve alterado por el bypass hidroeléctrico, que sólo afecta a una pequeña parte de la masa de agua Cabecera del Guadiaro.

Tabla 41. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-2

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
I-2	0612010A	Alto Guadalquivir	---	---
	0612010B	Cabecera Guadiaro	---	---
	0612020	Gaduares	---	---
	0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	---	---
	0612040A	Alto Genal	---	---
	0612040B	Bajo Genal	---	---
	0612050A	Alto Hozgarganta	---	---
	0612050B	Bajo Hozgarganta	---	---
	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	---	---
	0612062	Bajo Guadiaro	---	---

### SUBSISTEMA I-3

Tras los análisis realizados se concluye que en el subsistema I-3 se encuentran muy alteradas hidrológicamente las masas situadas aguas abajo de las presas de derivación en los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza y el río Verde aguas abajo de la presa de La Concepción, así como el río Fuengirola.

En la situación futura, el régimen de los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza mejora y deja de estar muy alterado, incluso a pesar de que en las simulaciones realizadas se sigan derivando las avenidas. También mejora la situación en el río Verde, pero no suficientemente, incluso empeorando la estacionalidad de los máximos por pasar este embalse a ser hiperanual tras el recrecimiento previsto. En cuanto al río Fuengirola, la sustitución de recursos para regadío y golf por regenerados lleva a que las dos masas de agua no se consideren como muy alteradas en los horizontes futuros.



Figura 56. Río Guadalmina en Benahavís

Tabla 42. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-3

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
I-3	0613010	Alto Manilva	---	---
	0613020	Bajo Manilva	---	---
	0613030	Vaquero	---	---
	0613040	Padrón	---	---
	0613050	Castor	---	---
	0613061	Alto Guadalmanza	---	---
	0613062	Bajo Guadalmanza	Masa muy alterada	---
	0613071	Alto Guadalmina	---	---
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Masa muy alterada	---
	0613091	Alto Guadaiza	---	---
	0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Masa muy alterada	---
	0613110	Cabecera Verde de Marbella	---	---
	0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	---	---
	0613140	Bajo Verde de Marbella	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0613150	Real	---	---
	0613160	Alto y Medio Fuengirola	Masa muy alterada	---
	0613170	Bajo Fuengirola	Masa muy alterada	---

## **SUBSISTEMA I-4**

### ***Aguas arriba de los embalses del Guadalhorce***

El régimen del Arroyo Marín en la situación actual se encuentra muy alterado debido a la práctica desecación del tamo superficial de la masa, por los bombeos para abastecimiento parcial de Archidona y Villanueva del Trabuco desde el acuífero de Sierra de Gibalto. No obstante, se considera que esta situación podrá revertirse si se sustituyen total o parcialmente dichas extracciones por los recursos externos previstos en el Plan.

En cuanto al Alto Guadalhorce, los análisis realizados llevan a clasificar esta masa como muy alterada hidrológicamente en la situación actual, mientras que en la situación futura se considera que las medidas previstas en el Plan, tanto de aportación de recursos externos para abastecimiento como de regularización y reconversión de los regadíos del Alto Guadalhorce y Fuente de Piedra, deberían ser suficientes para corregir esta situación.

En el río de La Villa, aun con el aporte de recursos externos para reducir la presión el acuífero que abastece a Antequera, teniendo en cuenta que de cualquier forma habría que mantener una parte de esas extracciones y que además otros núcleos de la vertiente sur dependen exclusivamente de dicho acuífero, se considera inevitable que se mantenga como masa de agua muy alterada hidrológicamente en la situación futura, aunque se reducirá de manera significativa el grado de alteración.

Por último, La Venta en la situación actual se encuentra muy alterada hidrológicamente por los usos para abastecimiento y regadío, de los que muchas hectáreas están en situación irregular, permaneciendo seca la red fluvial durante gran parte del año. La posibilidad de revertir esta situación dependería del esquema finalmente adoptado para aportar recursos para abastecimiento (actualmente en estudio), así como sobre todo de los resultados del Plan de regularización y reconversión de los regadíos del Alto Guadalhorce y Fuente de Piedra. A la espera de dicho resultado, se considera que en los horizontes del Plan la masa seguirá estando muy alterada hidrológicamente.

### ***Aguas abajo de los embalses del Guadalhorce***

Aguas abajo de los tres embalses, los análisis realizados en el eje del Guadalhorce no incluyen las filtraciones, que en el caso de los embalses de Guadalhorce y Guadalteba son importantes para niveles de reserva medio-altos. No obstante, el grado de alteración es tal que con los análisis realizados para la situación futura se considera que dejará de estar muy alterado hidrológicamente desde la entrada de los arroyos de las Cañas y Casarabonela.

En el arroyo de las Piedras la anulación de los drenajes en cabecera de la masa provocada por el vaciado de reservas del acuífero del Valle de Abdalajís por la perforación de los túneles del AVE permite catalogar la alteración hidrológica como irreversible en la mayor parte de la masa.

En el río Pereilas el régimen hidrológico se encuentra en la actualidad muy alterado en la parte baja de la masa debido a las intensas extracciones para abastecimiento y riego del acuífero en el entorno del nacimiento del río Coín, lo que disminuye drásticamente los caudales circulantes por el río. En cuanto a la situación futura, si se desarrollan plenamente las actuaciones previstas en el Programa de Medidas para este sector (integración de Coín en un sistema de abastecimiento consorciado, modernización de regadíos y reutilización de efluentes regenerados en las futuras EDAR), podría previsiblemente establecerse un régimen que no fuera muy alterado.



El régimen hidrológico de Fahala y Breña Higuera en la actualidad se encuentra muy alterado por la drástica reducción de los drenajes de cabecera desde los acuíferos de Sierra de Mijas y el extremo oriental de Sierra Blanca, así como por las extracciones para abastecimiento de Alhaurín el Grande en el caso del Fahala, y de Alhaurín de la Torre y barriadas de Málaga en el caso del Breña Higuera, y de regadíos del valle del Guadalhorce. En cuanto a la situación futura, si se desarrollan plenamente las actuaciones previstas en el Programa de Medidas para este sector (integración de Coín en un sistema de abastecimiento consorciado, modernización de regadíos, reutilización de efluentes regenerados en las futuras EDAR y desarrollo de un plan de ordenación de las extracciones de la Sierra de Mijas), lo que conllevaría una importante reducción de las extracciones de aguas subterráneas, podría previsiblemente establecerse un régimen que no fuera muy alterado.

**Tabla 43. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema I-4**

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
I-4	0614021A	Cabecera del Guadalhorce	---	---
	0614021B	Alto Guadalhorce	Masa muy alterada	---
	0614021C	Marín (Alto Guadalhorce)	Masa muy alterada	---
	0614022	La Villa	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614040A	Serrato	---	---
	0614040B	Medio Guadalteba	---	---
	0614050	La Venta	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614070A	Alto Turón	---	---
	0614070B	Medio Turón	---	---
	0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614100	Piedras	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614110	Jévar	---	---
	0614120	Las Cañas	---	---
	0614130	Casarabonela	---	---
	0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	---	---
	0614140B	Pereilas	Masa muy alterada	---
	0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	---	---
	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614160	Fahala	Masa muy alterada	---
	0614170	Breña Higuera	Masa muy alterada	---
	0614180	Alto Campanillas	---	---
	0614200	Bajo Campanillas	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0614210	Bajo Guadalhorce	Masa muy alterada	---
	0614220	Desembocadura Guadalhorce	Masa muy alterada	---
0614230	Alto y Medio Guadalmedina	---	---	
0614250	Bajo Guadalmedina	Masa muy alterada	Masa muy alterada	

## SUBSISTEMA II-1

El Alto Guaro, a pesar de la regulación mediante bombeo del manantial de Guaro, que reduce notablemente los caudales de estiaje en el tramo final de la masa, se considera que en su conjunto ésta no está muy alterada hidrológicamente. En cuanto al resto de masas de agua del subsistema, los análisis realizados con el programa IAHRIS muestran que en la situación actual se encuentran muy alteradas hidrológicamente.



Figura 57. Río Vélez aguas abajo de los afluentes de la margen izquierda

En la situación futura, los afluentes de la margen izquierda recuperan la mayor parte de los caudales por la capacidad de los desagües de fondo, lo que unido al régimen de caudales de estos ríos hace que los días en los que se dan condiciones de derivación serán una minoría, con lo que el régimen de caudales naturales bajos y medios no sería alterado. En el caso del Benamargosa, por las condiciones de los desagües y el régimen del río, el porcentaje de días en los que se puede derivar es muy superior al de los afluentes de la margen izquierda. Por otra parte, la alta capacidad del túnel de derivación permite trasvasar íntegramente la mayor parte de las avenidas, salvo en las situaciones en las que el embalse esté lleno. Por último, el Vélez y Bajo Guaro revierte su situación en el tramo situado entre los afluentes de la margen izquierda y el Benamargosa, pero vuelve a empeorar como consecuencia de la alteración en este último.

Tabla 44. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-1

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
II-1	0621010	Alto y Medio Guaro	---	---
	0621030	Alcaucín-Bermuza	Masa muy alterada	---
	0621040	Almanchares	Masa muy alterada	---
	0621050	Rubite	Masa muy alterada	---
	0621060	Benamargosa	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Masa muy alterada	Masa muy alterada

## SUBSISTEMA II-2

Aunque se haga la reordenación de las extracciones en el Polje de Zafarraya para reducir la sobreexplotación local, en principio se considera que sólo una importante reducción de la superficie de regadío (de la que depende la economía de los habitantes del Polje) podría corregir el estatus de la masa, que se encuentra muy alterada hidrológicamente, a largo plazo.

Tabla 45. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-2

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
II-2	0622010Z	La Madre	Masa muy alterada	Masa muy alterada

### SUBSISTEMA II-3

Salvo en estiajes acusados y periodos de sequía, el régimen hidrológico de los ríos Torrox y Algarrobo no estaría muy alterado. En cuanto al río Chíllar, en principio el tramo de mayor alteración hidrológica sería el cauce bajo del río Higuerón por la afección a los caudales en estiaje, pero se considera que la masa en su conjunto tampoco se encuentra muy alterada hidrológicamente.

Tabla 46. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema II-3

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
II-3	0623010	Algarrobo	---	---
	0623020	Torrox	---	---
	0623030	Chíllar	---	---

### SUBSISTEMA III-1

En el río de La Miel, aunque en la situación actual la masa está muy alterada hidrológicamente debido a los aprovechamientos para regadío, al tratarse de una masa que discurre en gran parte sobre espacio protegido (LIC y Parque Natural de las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama), resulta obligado el corregir esta situación reduciendo las derivaciones durante el periodo de estiaje (aporte de recursos del sistema Béznar-Rules, extendiendo el esquema previsto en el anteproyecto desde el vecino sector de Cantarrián, y mejora de la regulación de aguas invernales).

Por otra parte, en el río Jate, a pesar de las actuaciones previstas (modernización de regadíos, reutilización en la EDAR de la Herradura y aporte de recursos del sistema Béznar-Rules), las presiones extractivas ya desde el sector de cabecera para suministro de una extensa zona regable de alta productividad (subtropicales) seguirán provocando un impacto sobre los caudales en estiaje, de modo que la masa seguiría estando muy alterada hidrológicamente. Lo mismo ocurre en el Bajo Verde de Almuñécar, en el que las derivaciones superficiales y las intensas extracciones desde el acuífero aluvial del Río Verde provocan una muy fuerte alteración del régimen de caudales fluyentes salvo en periodos húmedos, pero a pesar del aporte de aguas regeneradas y de caudales desde el sistema Béznar-Rules se considera que la reducción de las extracciones desde el acuífero no será en principio suficiente para corregir el grado de alteración hidrológica.

Tabla 47. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-1

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
III-1	0631010	La Miel	Masa muy alterada	---
	0631020	Jate	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0631030	Alto y Medio Verde de Almuñécar	---	---
	0631040	Bajo Verde de Almuñécar	Masa muy alterada	Masa muy alterada

## **SUBSISTEMA III-2**

En las masas de agua de cabecera de este subsistema, en las que el principal aprovechamiento es para riegos tradicionales, los datos del SIMPA en régimen natural no son de ayuda para determinar el grado de alteración, dada la deficiente simulación de los procesos relacionados con la acumulación y fusión nival. No obstante, se ha hecho una valoración por criterio de experto de los cinco índices utilizados por el programa IAHRIS en el análisis de series mensuales y determinado que, a pesar de que las detracciones para riego lleguen a secar durante dos meses al año cauces de carácter permanente, lo que afectaría a la magnitud de las aportaciones mensuales, los resultados no llevarían a clasificar las masas como muy alteradas hidrológicamente, ya que como mínimo cuatro de los cinco parámetros no presentarían una alteración superior al 50%. A pesar de ello, sí se hace necesaria la aplicación de medidas para el mantenimiento de unos caudales mínimos en periodo de estiaje.

En cuanto a los ríos con afección hidroeléctrica, en el caso particular del Alto Dúrcal la mayor parte de la masa resulta muy alterada hidrológicamente, tanto por el análisis realizado por el método IAHRIS como por el de los percentiles 10%-90%, debido a la derivación de la central (que no retorna hasta el comienzo de la siguiente masa de agua). En el análisis realizado en el tramo bajo, y merced a la incorporación de los aportes de diversos afluentes, la aplicación del método IAHRIS da como resultado que el régimen no estaría muy alterado, aunque en una situación fronterá, si bien la aplicación del criterio de los percentiles suministra el diagnóstico contrario, ya que en 10 meses se superan los umbrales establecidos. Como consecuencia, se le asigna el estatus de muy alterada hidrológicamente a toda la masa de agua. En cuanto a la situación futura, si se respeta el caudal ecológico propuesto (210 l/s) y suponiendo una capacidad de derivación para la central de 500 l/s, por cualquiera de los dos métodos la masa dejaría de estar muy alterada ya desde aguas abajo de la toma. En cambio, en el río Torrente la derivación de la central hidroeléctrica sólo afecta a la parte superior de la masa, por lo que no se considera en su conjunto como muy alterada hidrológicamente.

La masa Medio y Bajo Trevélez-Poqueira tampoco se considera muy alterada hidrológicamente en su conjunto, aunque la desecación temporal del cauce del río Trevélez en determinados tramos provoque daños a las poblaciones piscícolas, daños que deberán ser corregidos mediante la aplicación y vigilancia de un régimen de caudales ecológicos mínimos.

Por otra parte, el río Albuñuelas se considera muy alterado hidrológicamente debido al muy elevado grado de aprovechamiento de sus recursos para el riego de una superficie en torno a las 800 ha, cuyas necesidades representan más del 50% de la aportación de la cuenca en régimen natural (9,6 hm<sup>3</sup>/año). La elevada regularidad del drenaje de la masa de agua subterránea de la Sierra de Albuñuelas favorece este grado de aprovechamiento, con lo que durante gran parte del año los caudales circulantes serían muy inferiores a los naturales y nulos durante el estiaje. Con respecto a la situación futura, se considera que las actuaciones de mejora y modernización de regadíos planificadas en el Valle de Lecrín contribuirán a que la masa alcance el buen estado ecológico pero, en principio, resultarán insuficientes para corregir el estatus de masa de agua muy alterada hidrológicamente.

Los análisis realizados en las masas de agua situadas aguas abajo de las presas de Béznar y Rules muestran que se encuentran muy alteradas hidrológicamente tanto en la situación actual como en la futura.



Por último, La Toba se considera muy alterada hidrológicamente debido al muy elevado grado de aprovechamiento de sus recursos para el riego de una superficie próxima a las 2000 ha (dentro y fuera del contorno de la cuenca vertiente), cuyas necesidades representan más del 50% de la aportación de la cuenca en régimen natural (22,5 hm<sup>3</sup>/año). La elevada regularidad del drenaje de la masa de agua subterránea de la Sierra de Las Guájaras favorece este grado de aprovechamiento, que se realiza a través de diversas acequias que captan la mayor parte de los recursos circulantes por la mitad superior de la masa, reduciendo drásticamente la circulación en régimen natural durante gran parte del año, incluso dejando el cauce seco en estiaje. Respecto a la situación futura, se considera que las actuaciones en curso y programadas de modernización de regadíos, unidas al aporte de recursos de apoyo desde el embalse de Béznar (previsto en el marco del futuro sistema de gestión conjunta), deberían ser suficientes para disminuir el grado de alteración hidrológica hasta cambiar el estatus de la masa.

Tabla 48. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-2

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
III-2	0632010	Alto Guadalfeo	---	---
	0632020	Alto Trevélez	---	---
	0632030	Alto Poqueira	---	---
	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	---	---
	0632050	Chico de Órgiva	---	---
	0632060A	Guadalfeo Cadiar-Trevélez	---	---
	0632060B	Medio Guadalfeo	---	---
	0632070	Alto Dúrcal	Masa muy alterada	---
	0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	---	---
	0632080B	Albuñuelas	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0632090	Torrente	---	---
	0632110	Alto y Medio Lanjarón	---	---
	0632120	Bajo Lanjarón	---	---
	0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0632140	La Toba	Masa muy alterada	---
	0632150	Bajo Guadalfeo	Masa muy alterada	Masa muy alterada

### SUBSISTEMA III-4

Al igual que en el subsistema III-2, en estos ríos los datos del SIMPA en régimen natural no son de ayuda para determinar el grado de alteración, dada la deficiente simulación de los procesos relacionados con la acumulación y fusión nival. No obstante, se ha hecho una valoración por criterio de experto de los cinco índices utilizados por el programa IAHRIS en el análisis de series mensuales y determinado que, a pesar de que las detracciones para riego lleguen a secar durante dos meses al año cauces de carácter permanente, lo que afectaría a la magnitud de las aportaciones mensuales, los resultados no llevarían a clasificar las masas situadas aguas arriba del embalse de Benínar como muy alteradas hidrológicamente, ya que como mínimo cuatro de los cinco parámetros no presentarían una alteración superior al 50%. No obstante, a pesar de no clasificarlas como muy alteradas hidrológicamente, sí se hace necesaria la aplicación de medidas para el mantenimiento de unos caudales mínimos en periodo de estiaje.

Aguas abajo de la presa de Benínar el régimen se encuentra actualmente muy alterado hasta la desembocadura, pese a que las cuantiosas fugas del embalse resurgen en las Fuentes de Marbella, y en la situación futura, incluso corrigiendo en gran medida las filtraciones del embalse, el régimen hidrológico de la masa de agua seguiría siendo muy alterado.

En cuanto al río Chico, el régimen se encuentra muy alterado por el alto grado de aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos para regadío y abastecimiento urbano de Berja, a lo que se suma la modificación del régimen del río tras la entrada en servicio del embalse de Benínar, lo que al parecer provocó la aparición de un esquema de flujo desde dicho embalse con un fuerte incremento de los caudales de estiaje. Incluso en caso de tener pleno éxito las actuaciones de impermeabilización del embalse, se estima que el río Chico mantendría, aunque en menor grado, el estatus de masa de agua muy alterada hidrológicamente, debido al alto grado de aprovechamiento de sus recursos y la inexistencia de esquemas de suministro alternativos.

Tabla 49. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema III-4

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
III-4	0634010	Alto Alcolea	---	---
	0634020	Alto Bayárcal	---	---
	0634030	Alto Yátor	---	---
	0634040	Alto Ugíjar	---	---
	0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	---	---
	0634050B	Bajo Ugíjar	---	---
	0634050C	Bajo Yátor	---	---
	0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0634080	Chico de Adra	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0634090	Bajo Adra	Masa muy alterada	Masa muy alterada

## SUBSISTEMA IV-1

Se considera que las masas de agua de este subsistema, con la excepción del Alto Canjáyar, presentan todas un grado de alteración hidrológico extremo debido al exhaustivo aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos con sobreexplotación de los acuíferos, que provoca que los cauces permanezcan secos durante largos periodos o incluso durante la mayor parte del año. Respecto a la situación futura, se considera que sólo podrá corregirse con las medidas previstas en las masas del Medio y Bajo Canjáyar, Huéneja o Isfalada, y Fiñana, en el primer caso por las actuaciones de modernización de regadíos e incremento de la capacidad de regulación de aguas invernales en el área regable, y en los otros dos mediante la aplicación de condicionados ambientales en las tomas de los dos embalses en derivación existentes en cabecera.

Tabla 50. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en el subsistema IV-1

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
IV-1	0641010	Alto Canjáyar	---	---
	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Masa muy alterada	---
	0641025	Huéneja o Isfalada	Masa muy alterada	---
	0641030	Alto y Medio Nacimiento	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0641035	Fiñana	Masa muy alterada	---
	0641040	Bajo Nacimiento	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0641050	Medio Andarax	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0641060Z	Bajo Andarax	Masa muy alterada	Masa muy alterada

## SUBSISTEMAS V-1 Y V-2

Al igual que en el subsistema IV-1, como criterio general para las masas de agua del sistema V se considera que todas cuentan con un grado de alteración hidrológico extremo debido al exhaustivo aprovechamiento de los recursos superficiales y subterráneos con sobreexplotación de los acuíferos, que provoca que los cauces permanezcan secos durante largos periodos o incluso durante la mayor parte del año, situación que podrá corregirse a medio plazo.



Figura 58. Río Aguas en los Giles

Tabla 51. Masas de agua muy alteradas hidrológicamente en los subsistemas V-1 y V-2

Subsistema	Masa de agua		Situación actual	Situación futura
	Código	Nombre		
V-1	0651010Z	Alto y Medio Aguas	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0651030	Bajo Aguas	Masa muy alterada	Masa muy alterada
V-2	0652010	Antas	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0652020	Alto Alanzora	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0652040	Medio Alanzora	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0652050	Embalse de Cuevas de Alanzora	Masa muy alterada	Masa muy alterada
	0652060	Bajo Alanzora	Masa muy alterada	Masa muy alterada

## 7. RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DURANTE SEQUÍAS PROLONGADAS

Dada la fragilidad de los ecosistemas asociados a los ríos y el principio de no deterioro de las masas de agua, las situaciones extraordinarias de sequía deben contemplarse en el marco del proceso de planificación hidrológica de modo que se prevean las eventuales consecuencias, tanto en los abastecimientos como en el medio, de los acontecimientos de escasez. Sólo en casos excepcionales deben implementarse medidas que supongan una situación de tensión prolongada en el funcionamiento de los ecosistemas, para que cuando esta situación sea resuelta se consiga sin excepcionales problemas avanzar hacia el buen estado de la masa de agua que ha experimentado dichas medidas.

Es por ello que, a la hora de establecer un régimen de caudales ecológicos, se permite en caso de sequías prolongadas aplicar un régimen rebajado, tal y como se recoge en el apartado 3.4.3. *Régimen de caudales durante sequías prolongadas* de la IPH:

*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 Reglamento de la planificación hidrológica sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua, y de conformidad con lo determinado en el correspondiente Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía.*

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

*La implantación de este régimen de caudales menos exigente deberá ser realizada de forma progresiva.*

*Este régimen estará caracterizado por una distribución mensual de mínimos y deberá ser determinado mediante simulación de la idoneidad del hábitat. La simulación del hábitat se basará en un umbral de relajación con el objetivo de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo.*

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

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

El régimen de caudales ecológicos durante sequías prolongadas se ha definido en la DHCMA en aquellas masas de agua estratégicas que cuentan con usos prioritarios, es decir, para abastecimiento de la población.



Dado que el umbral de relajación del 25% del HPU máximo que permite la IPH se ha considerado muy bajo, en la DHCMA se ha adoptado como valor mínimo de caudal en situaciones de sequía el correspondiente al 30% del HPU máximo en aquellos tramos que no se encuentren dentro de Red Natura 2000 o en la lista de humedales del convenio Ramsar, y del 50% del HPU máximo para el resto.

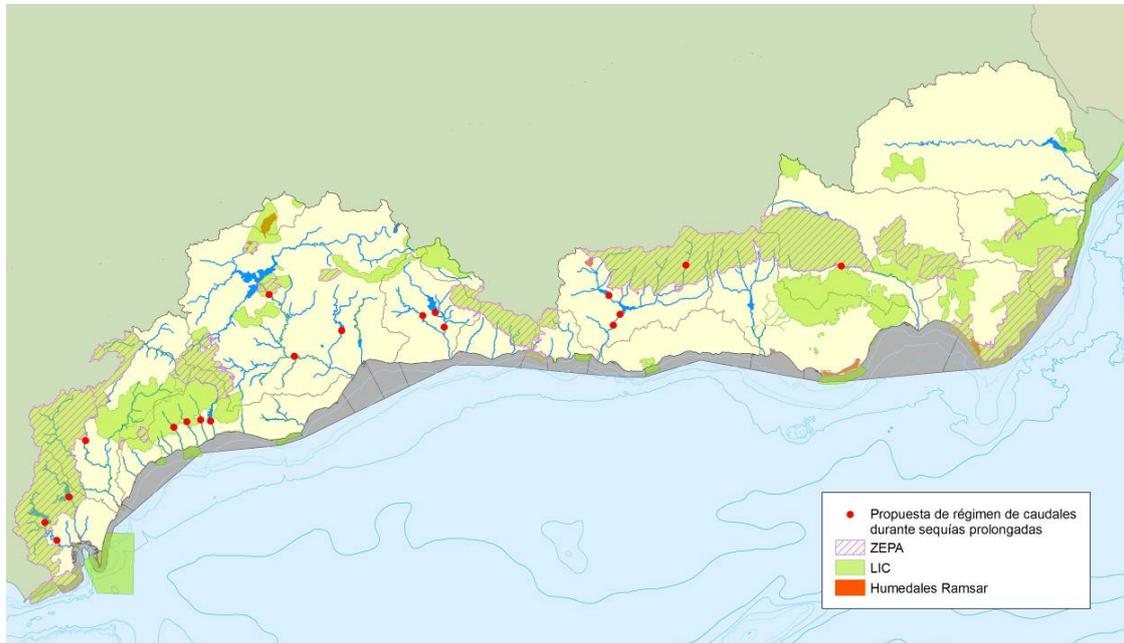


Figura 59. Puntos con propuesta de régimen de caudales ecológicos durante sequías prolongadas

Estos regímenes rebajados serán vigentes sólo una vez decretada la situación de sequía, circunstancias en que será de aplicación la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento, de acuerdo con lo establecido por la normativa vigente.



Figura 60. Embalse de Guadarranque durante la sequía de 1995

En la siguiente tabla se incluye la propuesta de régimen de caudales ecológicos durante sequías prolongadas:

Tabla 52. Propuesta de régimen de caudales mínimos durante sequías prolongadas

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	Annual	% Nat	
I-1	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	0,01	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	0,01	0,11
	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	0,05	0,06	4%
I-2	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	0,30	0,48	4%
I-3	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%	
	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%	
	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%	
	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	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%	
	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%	
	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	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%	
	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 abajo de afluentes MI*	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%	
III-2	0632040	Medio y Bajo Trevélez-Poqueira	Azud Trevélez	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	0,10	0,22	19%	
	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	0,08	0,08	0,08	0,06	3%	
	0632150	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules	0,15	0,15	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	0,15	0,15	0,15	0,24	4%	
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar	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



## 8. REPERCUSIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS SOBRE LOS USOS DEL AGUA

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

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

Las principales afecciones se derivarán de los caudales mínimos, aunque también procederán de los máximos y de limitaciones en las tasas de cambio, y pueden producirse en un uso consuntivo o en uno no consuntivo.

En algunos casos estas afecciones serán limitadas y podrán ser aceptadas por los usuarios dentro del proceso de concertación, con lo que no existirá problema alguno. En otros casos, aquellos usos caracterizados por una demanda determinada, como el riego, el abastecimiento, etc., sufrirán una afección de cierta entidad, pudiendo originarse una disminución de mayor o menor cuantía en la garantía de satisfacción de dicha demanda.

También existen otros usos, por ejemplo la producción de energía hidroeléctrica, en los que sólo en contados períodos el caudal aprovechado se acerca al máximo concedido. En estas situaciones, la imposición de caudales ecológicos no compatibles con el uso preexistente originará una afección al reducir el volumen de agua aprovechado.

Por ello, cuando existan afecciones de cierta magnitud, se deberá llevar a cabo un tratamiento singular de cada caso para intentar llegar a una solución viable y de general aceptación.

La IPH, en su apartado 3.4.5. *Repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua*, recoge la necesidad de que el Plan Hidrológico incluya un análisis a este respecto:

*El plan hidrológico incluirá un análisis de la repercusión del establecimiento del régimen de caudales ecológicos en los usos del agua existentes. Este análisis incluirá, en particular, la siguiente información:*

*a) Marco legal de los usos existentes, incluyendo las características técnico-administrativas de los mismos y un análisis jurídico de los efectos de la aplicación del régimen de caudales ecológicos en las concesiones vigentes.*

*b) Repercusión, tanto positiva como negativa, en los niveles de garantía de las unidades de demanda afectadas y análisis de la disponibilidad de caudales y de la compatibilidad con las concesiones existentes.*



*c) Repercusión económica y social, tanto positiva como negativa, de la implantación del régimen de caudales ecológicos.*

En la DHCMA, el análisis requerido para la evaluación de las afecciones a los distintos aprovechamientos por el establecimiento de restricciones medioambientales no se ha completado aún, al no estar concluido para toda la demarcación el proceso de regularización y revisión de aprovechamientos de aguas existentes. La espera a que tales datos estuvieran disponibles para la definición de los caudales ecológicos habría comportado un retraso adicional al ya acumulado para la presentación del Plan Hidrológico, agravando así el incumplimiento de los plazos legalmente establecidos, por lo que dicho análisis se realizará en el curso del proceso de implantación.

No obstante, sí se han llevado a cabo una serie de análisis de viabilidad en la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas para facilitar el proceso de concertación. Para ello, en primer lugar se han estudiado los elementos que condicionan el establecimiento de un régimen de caudales ecológicos en dichas masas de agua, y se han identificado las actuaciones de Programa de Medidas que harán viable su implantación. Posteriormente, se han comprobado los efectos que tiene la implantación del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua en los distintos horizontes del Plan, analizando la repercusión en los niveles de garantía de las unidades de demanda afectadas y la disponibilidad de caudales y compatibilidad con los usos existentes.

### **8.1. Identificación de condicionantes y medidas necesarias para la implantación del régimen de caudales ecológicos**

En el Programa de Medidas del Plan Hidrológico de la DHCMA se incluyen las actuaciones necesarias para hacer posible la implantación del régimen de caudales ecológicos. Estas medidas se resumen en:

- Programa para la adecuación de las infraestructuras de regulación y derivación de la DHCMA para el cumplimiento del régimen de caudales ecológicos
- Programa para la implantación y seguimiento adaptativo del régimen de caudales ecológicos
- Incorporación/Adecuación del condicionado ambiental a los aprovechamientos
- Programas para optimizar consumos y reducir las necesidades de captación en alta:
  - Mejora y modernización de regadíos
  - Mejora de las redes urbanas
- Promover el desarrollo de sistemas de abastecimiento mancomunados
- Racionalización de las extracciones en acuíferos sobreexplotados
- Reutilización de recursos regenerados para usos urbanos no prioritarios, riegos agrícolas y campos de golf
- Desalación en áreas costeras con problemas de sostenibilidad
- Actuaciones en incremento de regulación, obras de interconexión y trasvases:
  - Presas de regulación (nuevas obras y recrecimiento de existentes)
  - Transferencias internas



- Explotación conjunta
- Aporte de recursos externos
- Otras actuaciones para aumentar la disponibilidad de recursos: corrección de vertidos salinos al embalse de Guadalhorce, mejora de impermeabilización del embalse de Benínar, etc.
- Restauración hidromorfológica de cauces
- Otras actuaciones para la implantación del régimen de caudales ecológicos:
  - Eliminación de aterramientos de las presas de trasvase al embalse de La Viñuela
  - Rehabilitación del azud de Paredones

Todas ellas contribuirán a la mejora de los caudales circulantes, pero pueden ser insuficientes para alcanzar los objetivos medioambientales si no se restauran en paralelo los cauces.

Para las masas de agua estratégicas de la demarcación se ha llevado a cabo un análisis de mayor detalle en el que se han identificado, por un lado, los elementos que condicionan el establecimiento de un régimen de caudales ecológicos en dichas masas de agua, y por otro, las actuaciones específicas que harán viable su implantación.

En cuanto a los condicionantes para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos, estos pueden ser de tipos:

- Económicos: usos presentes en la masa de agua
- Ambientales: zonas protegidas, principalmente elementos de la Red Natura 2000
- Técnicos: alteraciones de tipo hidromorfológico, como cauces desestabilizados o aterramiento de presas
- Sociales: tramos urbanos

A continuación se incluye una tabla con los condicionantes para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y las actuaciones que harán viable su implantación para cada masa de agua estratégica:



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0611050	Bajo Palmones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Charco Redondo</li> <li>- Abastecimiento urbano</li> <li>- Abastecimiento industrial</li> <li>- Regadíos ZR Guadarranque</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> <li>- LIC Marismas del río Palmones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en presas de derivación y embalse</li> <li>- Incorporación de condicionado ambiental a las captaciones de Emalgesa (Algeciras)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explotación conjunta en el Campo de Gibraltar</li> <li>- Reutilización de las aguas tratadas de la EDAR de La Línea de la Concepción</li> <li>- Reutilización en el Campo de Gibraltar y Bajo Guadiaro. Otras actuaciones</li> <li>- Mejora y modernización riegos ZR Guadarranque</li> </ul>
0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Guadarranque</li> <li>- Abastecimiento urbano</li> <li>- Abastecimiento industrial</li> <li>- Regadíos ZR Guadarranque</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explotación conjunta en el Campo de Gibraltar</li> <li>- Reutilización de las aguas tratadas de la EDAR de La Línea de la Concepción</li> <li>- Reutilización en el Campo de Gibraltar y Bajo Guadiaro. Otras actuaciones</li> <li>- Mejora y modernización riegos ZR Guadarranque</li> </ul>
0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trasvase Guadiaro-Majaceite</li> <li>- Aprovechamientos hidroeléctricos</li> <li>- LIC Sierra de Grazaema</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> <li>- Tramo piscícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación/Adecuación de condicionado ambiental en los aprovechamientos hidroeléctricos (centrales de Buitreras y Corchado)</li> </ul>	
0612062	Bajo Guadiaro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento urbano (Sotogrande)</li> <li>- Regadíos San Martín del Tesorillo y San Pablo Buceite</li> <li>- LIC Ríos Guadiaro y Hozgarganta</li> <li>- LIC Estuario del Río Guadiaro</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos en San Martín del Tesorillo y San Pablo de Buceite</li> <li>- Impulsión, depósito y conducción de agua bruta para riego urbano de la zona Norte de San Roque (aporte de recursos desde embalse de Guadarranque)</li> <li>- Mejora del abastecimiento a las poblaciones de San Martín del Tesorillo y Guadiaro</li> </ul> <p><u>A medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Gibralthmedina</li> <li>- Restauración hidromorfológica del curso bajo del río Genal y del tramo contiguo del río Guadiaro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilización en el Campo de Gibraltar y Bajo Guadiaro. Otras actuaciones</li> </ul>



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0613062	Bajo Guadalmanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Guadalmanza</li> <li>- LIC Sª Bermeja y Real</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en la presa de derivación</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en campos de golf y riegos agrícolas (varias actuaciones)</li> <li>- Desaladora de Mijas-Fuengirola</li> </ul> <p><u>A medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Río Guadalmanza)</li> <li>- Recrecimiento de la presa de La Concepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos Marbella-Estepona</li> <li>- Explotación conjunta en la Costa del Sol Occidental</li> </ul>
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad y urbanización La Zagaleta</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Guadalmina</li> <li>- LIC Sª Bermeja y Real</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en la presa de derivación</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en campos de golf y riegos agrícolas (varias actuaciones)</li> <li>- Desaladora de Mijas-Fuengirola</li> </ul> <p><u>A medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Río Guadalmina)</li> <li>- Recrecimiento de la presa de La Concepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos Marbella-Estepona</li> <li>- Explotación conjunta en la Costa del Sol Occidental</li> </ul>
0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Captaciones irregulares de urbanizaciones</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Guadaiza</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en la presa de derivación</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en campos de golf y riegos agrícolas (varias actuaciones)</li> <li>- Desaladora de Mijas-Fuengirola</li> </ul> <p><u>A medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Río Guadaiza)</li> <li>- Recrecimiento de la presa de La Concepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos Marbella-Estepona</li> <li>- Explotación conjunta en la Costa del Sol Occidental</li> </ul>



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0613140	Bajo Verde de Marbella	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de La Concepción</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad y municipio de Marbella</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Verde</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en campos de golf y riegos agrícolas (varias actuaciones)</li> <li>- Desaladora de Mijas-Fuengirola</li> </ul> <p><u>A medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Río Verde)</li> <li>- Recrecimiento de la presa de La Concepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos Marbella-Estepona</li> <li>- Explotación conjunta en la Costa del Sol Occidental</li> </ul>
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presas de Guadalhorce, Guadalteba y Conde de Guadalhorce</li> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos ZR Guadalhorce</li> <li>- Aprovechamientos hidroeléctricos</li> <li>- LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalses de cabecera y Tajo de la Encantada</li> <li>- Desaladora del Bajo Guadalhorce</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce (parcial)</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf (parcial)</li> <li>- Rehabilitación del azud de Paredones</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrección de vertidos salinos al embalse del Guadalhorce (a iniciar en el primer horizonte)</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf</li> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas) (a iniciar en el primer horizonte)</li> </ul>	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0614200	Bajo Campanillas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Casasola</li> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos particulares</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> <li>- Desaladora del Bajo Guadalhorce</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce (parcial)</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf (parcial)</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrección de vertidos salinos al embalse del Guadalhorce (a iniciar en el primer horizonte)</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf</li> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce del río Campanillas</li> </ul>	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0614210	Bajo Guadalhorce	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos ZR Guadalhorce</li> <li>- LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalses de cabecera y Tajo de la Encantada</li> <li>- Incorporación de condicionado ambiental a las captaciones superficial y subterráneas de EMASA</li> <li>- Desaladora del Bajo Guadalhorce</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce (parcial)</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf (parcial)</li> <li>- Rehabilitación del azud de Paredones</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrección de vertidos salinos al embalse del Guadalhorce (a iniciar en el primer horizonte)</li> <li>- Mejora de la red de riegos antiguos del río Guadalhorce</li> <li>- Reutilización de recursos regenerados en riegos agrícolas y de campos de golf</li> <li>- Restauración hidromorfológica del cauce (LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas) (a iniciar en el primer horizonte)</li> </ul>	
0614250	Bajo Guadalmedina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa del Limonero</li> <li>- Abastecimiento Málaga</li> <li>- Tramo urbano</li> <li>- MAMM por encauzamiento duro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> </ul>	



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0621060	Benamargosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presas de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> <li>- Aterramiento de presas de derivación</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en las presas de derivación (La Cueva y Solano)</li> <li>- Eliminación de aterramientos en las presas de trasvase al embalse de La Viñuela</li> <li>- Desaladora de la Costa del Sol Oriental</li> <li>- Reutilización de aguas residuales en la Costa del Sol Oriental y consolidación de los regadíos del Plan Guaro</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica de cauces aguas abajo de las presas de derivación al embalse de La Viñuela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación sistema de abastecimiento Costa del Sol-Axarquía</li> </ul>
0621070	Vélez y Bajo Guaro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de la Viñuela</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> <li>- Refugio de pesca Río Vélez</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> <li>- Aterramiento de presas de derivación</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en presas de derivación y embalse</li> <li>- Eliminación de aterramientos en las presas de trasvase al embalse de La Viñuela</li> <li>- Desaladora de la Costa del Sol Oriental</li> <li>- Reutilización de aguas residuales en la Costa del Sol Oriental y consolidación de los regadíos del Plan Guaro</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica de cauces aguas abajo de las presas de derivación al embalse de La Viñuela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliación sistema de abastecimiento Costa del Sol-Axarquía</li> <li>- Mejora y modernización riegos Río Guaro</li> </ul>



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



Tabla 53. Condicionantes y medidas para la implantación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas

Masa de agua		Condicionantes	Medidas necesarias	Medidas complementarias
Código	Nombre			
0632040	Medio y Bajo Trévez-Poqueira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento Sistema Contraviesa</li> <li>- Regadíos Alpujarras</li> <li>- Aprovechamientos hidroeléctricos</li> <li>- LIC Sierra Nevada</li> <li>- Coto truchero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación/Adecuación de condicionado ambiental en las derivaciones para riego y abastecimiento Sistema Contraviesa y en los aprovechamientos hidroeléctricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y modernización riegos Alpujarras</li> </ul>
0632130	Izbor entre Béznar y Rules	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Béznar</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> </ul>	
0632150	Bajo Guadalfeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Rules</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar régimen de caudales ecológicos en embalse</li> <li>- Incorporación/Adecuación de condicionado ambiental en las tomas de los azudes</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modernización regadíos Motril-Salobreña: Antiguos Riegos</li> </ul>	
0634070A	Adra entre presa y Fuente de Marbella	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Benínar</li> <li>- Filtraciones en embalse</li> <li>- Regadíos (Campo de Dalías y Adra)</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obras de impermeabilización del embalse de Benínar</li> <li>- Restauración hidromorfológica del río Adra entre la presa de Benínar y las Fuentes de Marbella</li> </ul>	
0641020	Medio y Bajo Canjáyar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Sierra Nevada</li> <li>- Cauce desestabilizado</li> </ul>	<p><u>Horizonte 2015:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación/Adecuación de condicionado ambiental en derivaciones para riego</li> <li>- Mejora y modernización de regadíos con aumento de la regulación en balsas con aguas invernales</li> </ul> <p><u>Medio plazo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauración hidromorfológica del Medio y Bajo Canjáyar (a iniciar en el primer horizonte)</li> </ul>	



## 8.2. Análisis de viabilidad del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos

En el marco de los trabajos del Plan Hidrológico de la DHCMA se han comprobado los efectos que tiene la implantación del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua en los distintos horizontes de planificación (2015 y 2027), analizando la repercusión en los niveles de garantía de las unidades de demanda afectadas y la disponibilidad de caudales y compatibilidad con los usos existentes.

Para ello se han empleado los modelos de simulación que son utilizados para el establecimiento de balances de los sistemas de explotación, que incorporan la repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua y la viabilidad de su propio cumplimiento. El detalle de los modelos se incluye en el Anejo VI del Plan Hidrológico de la DHCMA.

Para estimar la garantía de cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua, para aquellas conducciones representativas de estas masas se ha definido un caudal mínimo, y el programa suministra un resultado de garantía que representa el porcentaje de meses en que se cumple y que se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{N_Q - N_q}{N_Q} * 100$$

donde:

- $N_Q$ : número de meses totales.
- $N_q$ : número de meses con fallo, considerando como fallo un mes con caudal inferior al caudal mínimo definido.

Este resultado suministrado por el programa ha sido depurado, detectando y descartando como fallos aquellos meses en los que no se cumple el caudal mínimo por falta de aportación natural y/o por priorizar la satisfacción del abastecimiento a poblaciones (UDUs) en circunstancias de sequía acusada.

Además del análisis anterior, llevado a cabo en las masas de agua incluidas en los modelos de simulación, se ha verificado el cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas y en el resto de masas con los datos de caudales aforados o de los vertidos desde los embalses disponibles en cada caso. Incluso para algunas masas en las que no hay información disponible de este tipo, se ha hecho la verificación mediante datos de los piezómetros y manantiales.

La verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos se recoge en el Apéndice 10, y en detalle para las masas de agua estratégicas de la DHCMA en las fichas de concertación (Apéndice 12), incluyéndose a continuación un ejemplo de los análisis realizados:

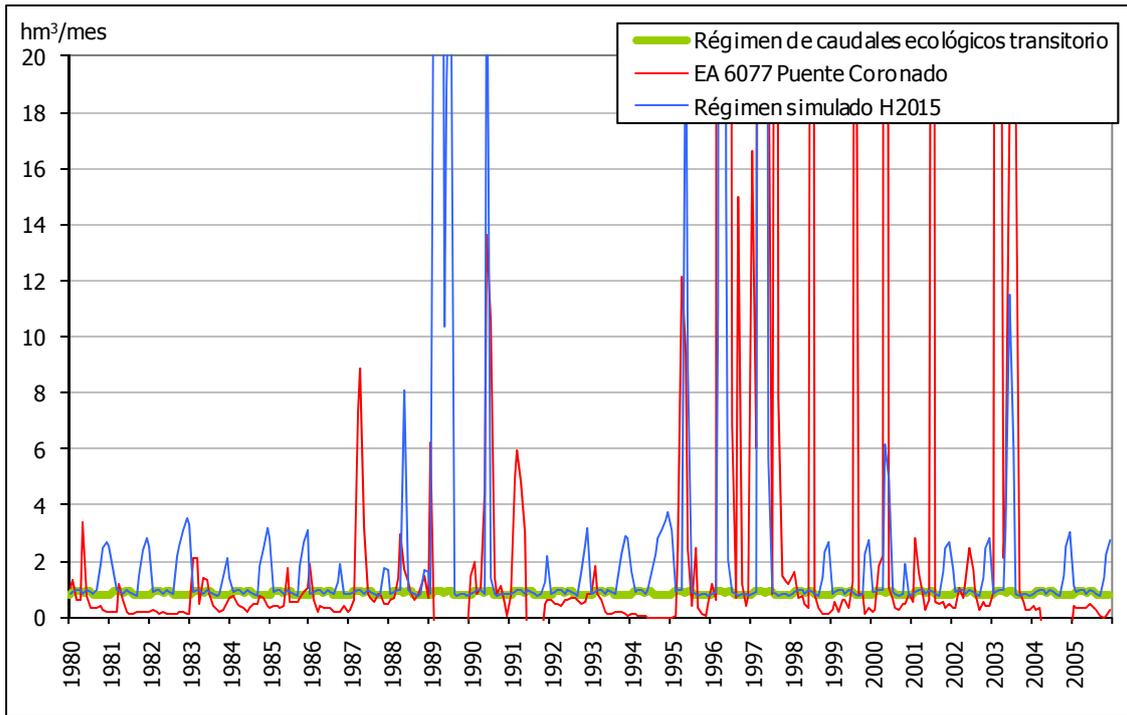


Figura 61. Verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada para el horizonte 2015

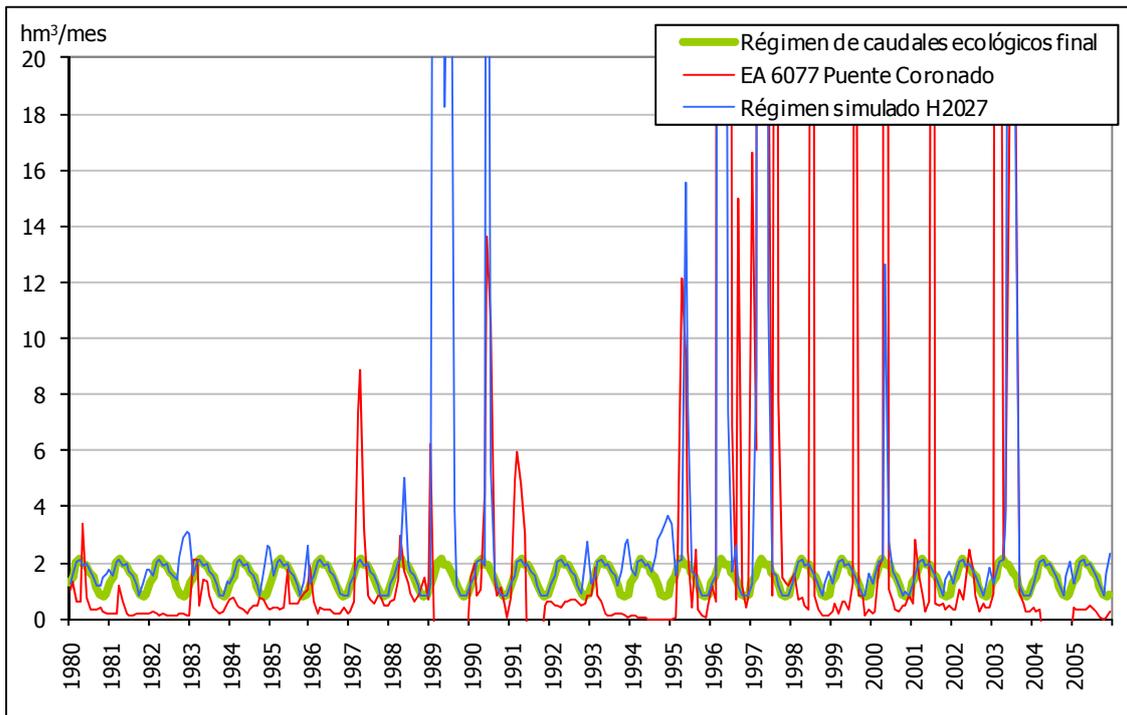


Figura 62. Verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Guadalhorce aguas abajo de la presa de La Encantada para el horizonte 2027

## 9. PROCESO DE CONCERTACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

Tal y como recoge la guía de concertación de regímenes ecológicos de caudales en el marco de la planificación hidrológica elaborada por el Grupo de Trabajo de Caudales Ambientales del MARM<sup>17</sup>, la participación pública es una de las bases fundamentales para las políticas públicas de conservación de la Naturaleza, y por tanto para la gestión del agua y de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, el Considerando 14 de la DMA constata que "*El éxito de la presente Directiva depende de una colaboración estrecha y una actuación coherente de la Comunidad, los Estados miembros y las autoridades locales, así como de la información, las consultas y la participación del público, incluidos los usuarios*". Siendo los caudales ecológicos uno de los elementos con mayor incidencia tanto sobre el estado de conservación de las masas de agua como sobre la disponibilidad o escasez del recurso agua para sus usuarios, resulta absolutamente necesario aplicar esta participación al establecimiento de los regímenes ecológicos de caudales.

La implantación de los caudales ecológicos debe desarrollarse en cada caso conforme a un proceso específico de concertación con el objeto de conciliar los requerimientos ambientales con los usos actuales dentro de cada masa de agua. La IPH, en su apartado 3.4.6. *Proceso de concertación del régimen de caudales*, establece las bases para llevar a cabo dicho proceso:

*La 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. El objetivo de la concertación es compatibilizar los derechos al uso del agua con el régimen de caudales ecológicos para hacer posible su implantación.*

*El proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos tendrá los siguientes objetivos:*

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

*Este proceso de concertación e implantación afectará a los usos preexistentes, pero no modificará las condiciones a imponer a los usos futuros incluidos en el plan hidrológico.*

*En aquellos casos en los que el régimen de caudales ecológicos condicione las asignaciones y reservas del plan hidrológico, el proceso de concertación abarcará todos los niveles de participación: información, consulta pública y participación activa.*

<sup>17</sup> Alcácer C., A. Ballester, L. De Stefano, J.M. Hernández, A. Lacalle, F. Magdaleno & G. Schmidt. 2010. Recomendaciones para la concertación de regímenes ecológicos de caudales en el marco de la planificación hidrológica española.



*En este último nivel se incluirá una fase de negociación o resolución de alternativas, donde estén representados adecuadamente todos los actores afectados: organismos oficiales, usuarios, organizaciones económicas sociales y ambientales, expertos y en el caso concreto de los usos energéticos, organismos oficiales responsables del suministro eléctrico. Este proceso deberá ser previo a la inclusión del régimen de caudales en el plan hidrológico.*

*En esta fase de negociación o resolución de alternativas deberá disponerse de los informes y estudios técnicos que justifiquen tanto el régimen de caudales ecológicos propuesto como los valores ambientales asociados a dichos caudales, junto con los análisis de las repercusiones de su implantación, elaborados todos ellos conforme a lo dispuesto en los epígrafes previos.*

*En el resto de los casos, el proceso de implantación del régimen de caudales será objeto de un programa específico que incluirá la definición del proceso de concertación a realizar y, por tanto, será posterior a la propia redacción del Plan. Este proceso de concertación deberá abarcar, al menos, los niveles de información y consulta pública, quedando a criterio del organismo de cuenca la necesidad de iniciar el nivel de participación activa.*

La dificultad del proceso es evidente y exige un tratamiento particular, caso a caso, dentro de las reglas generales de información, consulta pública y participación pública activa, en el que también se pone de manifiesto la necesidad de buscar la compatibilidad entre los dos polos y las diferentes posibilidades espaciales y temporales que quepa concebir. Necesariamente, en los casos más complejos hay además que llegar a negociaciones directas con los agentes involucrados, tanto de forma sectorial como en un tratamiento conjunto.

En la DHCMA, el proceso de concertación se ha llevado a cabo coincidiendo con el periodo de consulta pública del Plan Hidrológico, que ha transcurrido desde el 22 de mayo de 2010 hasta el 22 de noviembre del mismo año, periodo durante el cual se han realizado siete jornadas de trabajo, una interna con responsables de la Administración, y otras seis con los afectados en cada sistema de explotación, así como una serie de encuentros bilaterales con los colectivos interesados. Los resultados de la concertación del régimen de caudales ecológicos han sido posteriormente trasladados al Proyecto de Plan Hidrológico.

### **9.1. Selección de masas de agua y definición de ámbitos de concertación**

Para la concertación del régimen de caudales ecológicos durante la fase de consulta pública del Plan Hidrológico de la DHCMA se han seleccionado, tal y como se ha comentado en los apartados anteriores, una serie de **masas estratégicas**, que son aquellas en las que el régimen de caudales ecológicos condiciona las asignaciones y reservas del Plan, y en las que, tal y como indica la IPH, el proceso de concertación debe abarcar todos los niveles de participación: información, consulta pública y participación activa.

A continuación se recoge el listado de las masas de agua estratégicas y un mapa de su localización:



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

**Tabla 54. Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos**

Subsistema	Masa de agua		Lugar
	Código	Nombre	
I-1	0611050	Bajo Palmones	Presa de Charco Redondo
			Aguas abajo de los afluentes
	0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	Presa de Guadarranque
I-2	0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	Buitreras (EA 6033)
	0612062	Bajo Guadiaro	San Pablo Buceite (EA 6060)
I-3	0613062	Bajo Guadalmanza	Tras trasvase
	0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	Tras trasvase
	0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	Tras trasvase
	0613140	Bajo Verde de Marbella	Presa de La Concepción
I-4	0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	Presa de La Encantada
	0614210	Bajo Guadalhorce	Azud de Aljaima
	0614200	Bajo Campanillas	Presa de Casasola
	0614250	Bajo Guadalmedina	Presa del Limonero
II-1	0621060	Benamargosa	Salto del Negro (EA 6047)
	0621070	Vélez y Bajo Guaro	Presa de la Viñuela A. abajo de los afluentes de la M.I.
III-2	0632040	Medio y Bajo Trévez-Poqueira	Azud Trevélez
			Central Pampaneira
	0632130	Izbor entre Béznar y Rules	Presa de Béznar
	0632150	Bajo Guadalfeo	Presa de Rules
Azud de Vélez			
III-4	0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	Presa de Benínar
IV-1	0641020	Medio y Bajo Canjáyar	Canjáyar (EA 6024)





**Figura 63. Masas de agua estratégicas para la implantación del régimen de caudales ecológicos**

Las masas de agua estratégicas han sido agrupadas en seis ámbitos de concertación en función de su localización dentro de los distintos sistemas de explotación de la DHCMA y por provincias. Los ámbitos de concertación definidos son finalmente los siguientes:

- Campo de Gibraltar: masas de agua de los subsistemas I-1 y I-2.
- Costa del Sol Occidental: masas de agua del subsistema I-3.
- Guadalhorce: masas de agua del subsistema I-4.
- Costa del Sol Oriental-Axarquía: masas de agua del subsistema II-1.
- Granada: masas de agua del subsistema III-2.
- Poniente Almeriense: masas de agua del subsistema III-4 y IV-1.

## 9.2. Elaboración de la documentación de análisis

Durante los seis meses de consulta pública del Proyecto de Plan Hidrológico de la DHCMA ha estado expuesta la información referente al establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas, incluida de forma resumida en la *Memoria* del mismo como y con mayor nivel de detalle en el *Anejo V Caudales ecológicos*. Esta documentación ha estado disponible en las oficinas de la Agencia Andaluza del Agua en formato papel, y además se ha dispuesto de toda la información, acompañada de documentos resúmenes para hacerla más comprensiva, en la Web de la Consejería de Medio Ambiente, y se han facilitado 2.200 DVD en los distintos actos realizados, tanto de presentación del Plan como de participación activa.

No obstante, para facilitar el análisis por las partes interesadas es imprescindible resumir los resultados en unos documentos rigurosos y manejables, por lo que de manera adicional se ha elaborado un documento de trabajo que ha sido facilitado a los agentes identificados para la concertación con antelación suficiente a la celebración de las reuniones. Éste es común para los seis ámbitos de concertación, y en él se recogen un resumen la metodología general de esta-

blecimiento del régimen de caudales ecológicos y los resultados para todas las masas consideradas como estratégicas en la DHCMA, tanto en tablas resumen como en fichas de detalle.

Además, para facilitar esta fase de negociación se ha incluido en el documento información, por un lado, de las actuaciones del Programa de Medidas que son necesarias para hacer posible la implantación del régimen de caudales ecológicos en cada masa de agua estratégica, y por otro, de la repercusión del régimen de caudales ecológicos sobre los usos del agua y la viabilidad de su propio cumplimiento, análisis realizado mediante los modelos de simulación, que son utilizados para el establecimiento de balances de los sistemas de explotación.

El documento, que se incluye en el Apéndice 11, tiene la siguiente estructura:

1. Introducción
2. Marco legal
3. Objetivos
4. Fases
5. Metodología
6. Proceso de concertación
7. Implantación de caudales ecológicos
8. Resultados
9. Presentación de los resultados

En cada ámbito el documento se ha acompañado de una serie de fichas de presentación de los resultados en las masas de agua estratégica situadas en el mismo, con el objetivo de compilar los trabajos realizados y presentarlos en forma sintética y clara. Estas fichas, que se incluyen al final del documento de concertación, recogen la siguiente información:

- Masa de agua y localización del tramo de estimación del régimen de caudales ecológicos
- Características de la serie de caudales en régimen natural
- Resultados de los estudios técnicos:
  - Resultados obtenidos por métodos hidrológicos
  - Resultados obtenidos por modelización del hábitat
  - Comparación de los resultados obtenidos por ambas metodologías
- Propuesta de régimen de caudales mínimos
- Otros componentes del régimen de caudales ecológicos:
  - Caudales máximos
  - Tasa de cambio
  - Régimen de crecidas
- Régimen de caudales durante sequías prolongadas
- Medidas programadas para la implantación del régimen de caudales ecológicos
- Cumplimiento del régimen de caudales ecológicos

El documento de trabajo y las fichas de presentación de los resultados han constituido el punto de partida para el proceso de concertación.



### 9.3. Identificación de los agentes interesados en el proceso

Para que en el proceso de concertación del régimen de caudales ecológicos se encuentren representados adecuadamente todos los actores afectados (organismos oficiales, usuarios, organizaciones económicas, sociales y ambientales, expertos, etc.), en primer lugar se han identificado masa por masa los condicionantes para la implantación de un régimen de caudales ecológicos (ver apartado 8), para de este modo poder hacer una primera identificación de los agentes interesados, que son los siguientes:

Tabla 55. Identificación preliminar de agentes interesados en el proceso de concertación

Masa de agua		Condicionantes	Agentes identificados
Código	Nombre		
0611050	Bajo Palmones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Charco Redondo</li> <li>- Abastecimiento urbano</li> <li>- Abastecimiento industrial</li> <li>- Regadíos ZR Guadarranque</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> <li>- LIC Marismas del río Palmones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Mancomunidad de municipios Campo de Gibraltar</li> <li>- Ayuntamiento de Algeciras</li> <li>- ZR Guadarranque</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
061110Z	Medio y Bajo Guadarranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Guadarranque</li> <li>- Abastecimiento urbano</li> <li>- Abastecimiento industrial</li> <li>- Regadíos ZR Guadarranque</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Mancomunidad de municipios Campo de Gibraltar</li> <li>- ZR Guadarranque</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trasvase Guadiaro-Majaceite</li> <li>- Aprovechamientos hidroeléctricos</li> <li>- LIC Sierra de Grazalema</li> <li>- LIC Los Alcornocales</li> <li>- Tramo piscícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Endesa Generación</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> <li>- ACPES</li> </ul>
0612062	Bajo Guadiaro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento urbano (Sotogrande)</li> <li>- Regadíos San Martín del Tesorillo y San Pablo Buceite</li> <li>- LIC Ríos Guadiaro y Hozgarganta</li> <li>- LIC Estuario del Río Guadiaro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanización Sotogrande</li> <li>- CR San Pablo de Buceite</li> <li>- CR San Martín del Tesorillo</li> <li>- Otros regantes Área Genal Guadiaro</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>



Tabla 55. Identificación preliminar de agentes interesados en el proceso de concertación

Masa de agua		Condicionantes	Agentes identificados
Código	Nombre		
0613062	Bajo Guadalmanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Guadalmanza</li> <li>- LIC Sª Bermeja y Real</li> </ul>	Agencia Andaluza del Agua Mancomunidad de municipios Costa del Sol Occidental (Acosol) CR Guadalmanza-Cancelada DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana
0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad y urbanización La Zagaleta</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Guadalmina</li> <li>- LIC Sª Bermeja y Real</li> </ul>	Agencia Andaluza del Agua Mancomunidad de municipios Costa del Sol Occidental (Acosol) CR San Pedro de Alcántara Urbanización La Zagaleta Ayuntamiento de Marbella y urbanizaciones costeras - DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana
0613092Z	Medio y Bajo Gudaiza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de derivación</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad</li> <li>- Captaciones irregulares de urbanizaciones</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Gudaiza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Mancomunidad de municipios Costa del Sol Occidental (Acosol)</li> <li>- CR San Pedro de Alcántara</li> <li>- Urbanizaciones junto al río</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
0613140	Bajo Verde de Marbella	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de La Concepción</li> <li>- Abastecimiento mancomunidad y municipio de Marbella</li> <li>- Regadíos</li> <li>- LIC Río Verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Mancomunidad de municipios Costa del Sol Occidental (Acosol)</li> <li>- Ayuntamiento de Marbella</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presas de Guadalhorce, Guadalteba y Conde de Guadalhorce</li> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos ZR Guadalhorce</li> <li>- Aprovechamientos hidroeléctricos</li> <li>- LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Ayuntamiento de Málaga</li> <li>- ZR Guadalhorce</li> <li>- Endesa Generación</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
0614210	Bajo Guadalhorce	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos ZR Guadalhorce</li> <li>- LIC Ríos Guadalhorce, Fahala y Pereilas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Ayuntamiento de Málaga</li> <li>- ZR Guadalhorce</li> <li>- DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana</li> </ul>
0614200	Bajo Campanillas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa de Casasola</li> <li>- Abastecimiento Málaga capital</li> <li>- Regadíos particulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Ayuntamiento de Málaga</li> <li>- Regantes particulares Área Regable Alrededor ZR Guadalhorce</li> </ul>
0614250	Bajo Guadalmedina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presa del Limonero</li> <li>- Abastecimiento Málaga</li> <li>- Tramo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agencia Andaluza del Agua</li> <li>- Ayuntamiento de Málaga</li> </ul>

**Tabla 55. Identificación preliminar de agentes interesados en el proceso de concertación**

Masa de agua		Condicionantes	Agentes identificados
Código	Nombre		
0621060	Benamargosa	- Presas de derivación - Abastecimiento mancomunidad - Regadíos	- Agencia Andaluza del Agua - Mancomunidad de municipios Costa del Sol-Axarquía - Regantes Plan Guaro
0621070	Vélez y Bajo Guaro	- Presa de la Viñuela - Abastecimiento mancomunidad - Regadíos - Refugio de pesca Río Vélez	- Agencia Andaluza del Agua - Mancomunidad de municipios Costa del Sol-Axarquía - Regantes Plan Guaro - ACPES
0632040	Medio y Bajo Trévez-Poqueira	- Abastecimiento Sistema Contraviesa - Regadíos Alpujarras - Aprovechamientos hidroeléctricos - LIC Sierra Nevada - Coto truchero	- Diversas CCRR de las Alpujarras - Mancomunidad de municipios Costa Tropical - Endesa Generación - ACPES - DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana
0632130	Izbor entre Béznar y Rules	- Presa de Béznar - Abastecimiento mancomunidad - Regadíos	- Agencia Andaluza del Agua - Mancomunidad de municipios Costa Tropical - Comunidad General de Regantes del Bajo Guadalfeo - CCRR Motril-Salobreña Cota 50
0632150	Bajo Guadalfeo	- Presa de Rules - Abastecimiento mancomunidad - Regadíos	- Agencia Andaluza del Agua - Mancomunidad de municipios Costa Tropical - Comunidad General de Regantes del Bajo Guadalfeo - CCRR Motril-Salobreña Cota 50 - ACUAMED
0634070A	Adra entre presa y Fuente de Marbella	- Presa de Benínar - Regadíos (Campo de Dalías y Adra)	- Agencia Andaluza del Agua - CCRR Sol y Arena, y Sol Poniente - Junta Central de Usuarios de Aguas de la Cuenca del Río Adra
0641020	Medio y Bajo Canjáyar	- Abastecimiento - Regadíos - LIC Sierra Nevada	- Agencia Andaluza del Agua - Ayuntamientos del Alto y Medio Andarax - Diversas CCRR de Medio y Bajo Canjáyar - DG de Espacios Naturales y Participación Ciudadana

Una vez llevada a cabo esta selección preliminar de los agentes interesados, se han identificado una serie de organizaciones que representan tanto a los usuarios como a los grupos conservacionistas y que se considera deberían estar representadas en todas las reuniones de concertación por ámbitos. Estas organizaciones son:

- FERAGUA (Asociación de Comunidades de Regantes de Andalucía)
- AREDA (Asociación de Regantes de Andalucía)
- COAG (Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos)
- UPA (Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos)
- ASAJA (Asociación Agraria Jóvenes Agricultores)
- Ecologistas en Acción



- Fundación Nueva Cultura del Agua
- Dirección General de Espacios Naturales y Participación Ciudadana

A las reuniones de concertación de cada ámbito se invitó a un representante designado por sus respectivas organizaciones.

Por último, se ha hecho una selección definitiva de agentes concretos por ámbito de concertación en función de los identificados en cada una de las masas de agua estratégicas:

**Tabla 56. Agentes interesados en el proceso de concertación por ámbitos**

Ámbito de concertación	Agentes interesados en el proceso de concertación
Campo de Gibraltar	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Cádiz, Director Sistema de Explotación y Representante del Trasvase Guadiaro-Majaceite - Mancomunidad de Municipios Campo Gibraltar - ZR Guadarranque - CR San Pablo Buceite y CR San Martín del Tesorillo - Endesa Generación - ACPES (Asociación para la Conservación Piscícolas y de los Ecosistemas Acuáticos del Sur)
Costa del Sol Occidental	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Málaga y Director Sistema de Explotación - Mancomunidad de Municipios Costa del Sol Occidental (ACOSOL) - Ayuntamiento de Marbella - CC.RR. de la zona
Guadalhorce	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Málaga y Director Sistema de Explotación - Ayuntamiento de Málaga - Endesa Generación - ZR Guadalhorce
Costa del Sol Oriental-Axarquía	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Málaga y Director Sistema de Explotación - Mancomunidad de Municipios Costa del Sol-Axarquía - Regantes Plan Guaro - ACPES
Granada	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Granada y Director Sistema de Explotación - Mancomunidad de Municipios Costa Tropical - ACUAMED - Comunidad General de Regantes del Bajo Guadalfeo - Otras comunidades de regantes de la zona - Endesa Generación - ACPES
Poniente Almeriense	- Agencia Andaluza del Agua: Gerente Provincial Almería y Director Sistema de Explotación - Ayuntamientos del Alto y Medio Andarax - JCU Río Adra - CCRR Sol y Arena y Sol Poniente - Otras comunidades de regantes de la zona

Esta selección fue presentada durante la jornada de concertación interna con los responsables de la administración hidráulica con el objeto de completar o, si fuera necesario, depurar la lista de agentes a convocar a las distintas reuniones.

#### 9.4. Jornadas de concertación

Para la concertación de los caudales ecológicos en las masas de agua estratégicas de la DHCMA se convocaron, en primer lugar, a los responsables de la administración hidráulica, con el objetivo de tener una reunión interna en la que discutir ciertos aspectos de la viabilidad en la implan-



tación del régimen, así como los listados de participantes y el calendario y programa de las actividades de concertación, y posteriormente se llevaron a cabo las reuniones de concertación por ámbitos con los afectados por la implantación del mismo.

#### **9.4.1. Reunión de concertación interna**

El 30 de septiembre de 2010 se llevó a cabo una reunión interna de la Agencia Andaluza del Agua para la concertación del régimen de caudales ecológicos en las masas estratégicas de la DHCMA. A dicha reunión fueron convocados los gerentes provinciales, los jefes de servicio de Infraestructuras, de Dominio Público Hidráulico y de Calidad, y los directores de los sistemas de explotación. Previamente se les remitió el documento de trabajo y las fichas de cada masa de agua.

Los objetivos de la reunión fueron los siguientes:

- Exponer a los responsables de la administración en la gestión de los recursos hídricos la metodología seguida para la estimación del régimen de caudales ecológicos y los resultados obtenidos, así como discutir la viabilidad de su puesta en práctica.
- Facilitar a cada Dirección Provincial el listado de participantes con el objeto de depurarlo o completarlo, para lo que se aconsejó un número de asistentes en torno a 15 personas, y no superior a 20.
- Acordar el calendario y los lugares de celebración de las jornadas de trabajo con los afectados.

La reunión tuvo la siguiente estructura:

- Apertura de la jornada.
- Exposición de la metodología empleada en la estimación del régimen de caudales ecológicos, incidiendo en la estimación de los caudales mínimos y su distribución temporal.
- Exposición de los resultados, así como de los condicionantes que han sido tenidos en cuenta en la definición de la propuesta de régimen de cada masa de agua.
- Discusión por sistemas de explotación, aclarando dudas de la metodología y resultados concretos e indicando las dificultades en el cumplimiento de los regímenes propuestos.
- Exposición de la estrategia y actividades de concertación y discusión del calendario para las reuniones por ámbitos.

Durante la reunión se levantó un acta que se envió posteriormente a los asistentes.

#### **9.4.2. Reuniones de concertación por ámbitos**

En total se han celebrado seis reuniones de concertación con los agentes interesados, en las fechas y lugares que se indican a continuación:

- Campo de Gibraltar: 19 de octubre de 2010, de 11h a 13:30h, en Algeciras
- Granada: 27 de octubre de 2010, de 9h a 11:30h, en Motril
- Costa del Sol Oriental-Axarquía: 27 de octubre de 2010, de 17h a 19:30h, en Málaga
- Costa del Sol Occidental: 28 de octubre de 2010, de 9h a 11:30h, en Málaga
- Guadalhorce: 28 de octubre de 2010, de 12h a 14:30h, en Málaga



- Poniente Almeriense: 16 de noviembre de 2010, de 11h a 13:30h, en Almería

La gestión del lugar de celebración de las reuniones y la convocatoria la realizó cada Dirección Provincial, mientras que el desarrollo de las jornadas llevó la Dirección General de Planificación y Participación.

La asistencia a las reuniones fue por invitación, convocándose las mismas con antelación suficiente a su celebración, y adjuntando tanto el documento de concertación como las fichas de cada ámbito.

Las jornadas han tenido una estructura muy similar a la planteada para la reunión interna con la administración hidráulica, si bien se ha centrado en los ámbitos concretos:

- Apertura de la jornada.
- Exposición de la metodología empleada en la estimación del régimen de caudales ecológicos, incidiendo en la estimación de los caudales mínimos y su distribución temporal.
- Exposición de los resultados, así como de los condicionantes que han sido tenidos en cuenta en la definición de la propuesta de régimen de cada masa de agua del ámbito.
- Discusión de los resultados, durante la cual los agentes interesados pueden exponer sus dudas y consideraciones sobre los aspectos metodológicos y la viabilidad de implantación del régimen.
- Conclusiones.

Se levantó acta de cada una de las reuniones, que se fue enviada a todos los asistentes para posteriormente levantar un acta final.

A continuación se incluye un resumen de cada una de las jornadas:

#### 9.4.2.1. Campo de Gibraltar

**Fecha y lugar de celebración:** 19 de octubre de 2010 en Los Barrios. ARGISA.

**Resumen:** Se mostraron dos posicionamientos contrapuestos con respecto al régimen de caudales propuesto. Por una parte, los representantes de los usos agrarios solicitaron que los caudales mínimos se fijaran en el menor rango posible del fijado entre el 50% y 80% del HPU máximo, mientras que los representantes de colectivos conservacionistas proponían valores superiores. La reunión concluyó con la aceptación por los asistentes de los valores propuestos en el documento sometido a concertación.

**Resolución del proceso de concertación:** la aceptación por los asistentes de los valores propuestos ha llevado a la Dirección General de Planificación y Participación a dar por válidos los datos recogidos en el documento de síntesis.



Figura 64. Reunión de concertación de caudales ecológicos en Los Barrios



#### 9.4.2.2. Granada

**Fecha y lugar de celebración:** 27 de octubre de 2010 en Motril (Granada). Agencia Andaluza del Agua.

#### **Resumen:**

Los representantes de los usos agrarios mostraron su desacuerdo con el establecimiento de unos caudales mínimos por desconocer su trascendencia y solicitaron un encuentro bilateral.

El representante de los usos hidroeléctricos mostró sus quejas por lo precipitado de la convocatoria, aunque existe constancia de que se le notificó la misma el día 18 de octubre, e igualmente solicitó un encuentro bilateral para analizar los resultados con más detenimiento.



Figura 65. Reunión de concertación de caudales ecológicos en Motril

El representante de la ACPES cuestionó la metodología seguida en los estudios realizados, mostró su desacuerdo con los resultados que se presentaban por considerar que los caudales mínimos eran bajos, si bien no aportó ningún argumento técnico en el que basar su planteamiento, y mostró su deseo de mantener un encuentro bilateral.

La reunión concluyó sin que se alcanzase ningún acuerdo.

Con posterioridad a la celebración de esta reunión, se mantuvieron los siguientes encuentros bilaterales, que se detallan en el apartado 9.5:

- Encuentro bilateral con los representantes de los usos energéticos (Sevilla, 10 de noviembre de 2010)
- Encuentro bilateral con los regantes del Bajo Guadalfeo (Granada, 10 de diciembre de 2010)
- Encuentros bilaterales con el Espacio Natural Protegido de Sierra Nevada (Pinos Genil, 10 de diciembre de 2010 y 19 de enero de 2011)
- Encuentro bilateral con los representantes de ACPES (Pinos Genil, 19 de enero de 2011)

**Resolución del proceso de concertación:** Ante la falta de acuerdo en la reunión inicial de concertación celebrada, la Dirección General de Planificación y Participación ha acordado validar los datos recogidos en el documento de síntesis facilitado a los asistentes, con la siguiente salvedad: se rebaja el régimen de caudales ecológicos mínimos de la masa 0632040 Medio y Bajo Trévez-Poqueira para el ramal correspondiente al río Trévez en el periodo de estiaje, debido a las dificultades que presenta la modernización de los riegos de las Alpujarras, proponiéndose como medida adicional para la implantación del mismo el estudio de los regadíos actuales para identificar las posibilidades de actuación de mejora de la eficiencia sin producir impactos negativos sobre la biodiversidad y el paisaje.

#### 9.4.2.3. Costa del Sol Oriental-Axarquía

**Fecha y lugar de celebración:** 27 de octubre de 2010 en Málaga. Agencia Andaluza del Agua.

**Resumen:** En términos generales, se planteó un cierto nivel de desacuerdo ante la implantación de los caudales ecológicos en el sistema, si bien no apoyado en especificaciones técnicas, por lo que se trató de ampliar la presentación sobre la metodología, condicionantes y resultados, abriendo el ofrecimiento a la celebración de las reuniones bilaterales que estimasen necesario, especialmente a lo que a regadíos se refiere.

**Resolución del proceso de concertación:** Al no haberse producido acuerdo y tampoco presentarse ningún razonamiento técnico o alternativa alguna por los que mostraban disconformidad, unos por considerarlos insuficientes y otros excesivos, la Dirección General de Planificación y Participación ha acordado validar los datos recogidos en el documento de síntesis facilitado a los asistentes.

#### 9.4.2.4. Costa del Sol Occidental

**Fecha y lugar de celebración:** 28 de octubre de 2010 en Málaga. Agencia Andaluza del Agua.

**Resumen:** No habiéndose presentado ningún desacuerdo en los datos por parte de ninguno de los presentes, aunque se mostró el deseo por parte del representante de ACPES de que los caudales mínimos sean los más altos posibles, se tomaron los datos presentados en el documento de síntesis como aceptables.

**Resolución del proceso de concertación:** la aceptación por los asistentes de los valores propuestos ha llevado a la Dirección General de Planificación y Participación a dar por válidos los datos recogidos en el documento de síntesis.

#### 9.4.2.5. Guadalhorce

**Fecha y lugar de celebración:** 28 de octubre de 2010 en Málaga. Agencia Andaluza del Agua.

**Resumen:** Se mostraron dos posicionamientos contrapuestos con respecto al régimen de caudales propuesto. Por una parte, los representantes de los usos agrarios solicitaron que los caudales mínimos se fijaran en el menor rango posible dentro del 50% y 80% del HPU máximo, mientras que los representantes de colectivos conservacionistas proponían valores muy superiores, apoyándose en unos argumentos técnicos que fueron revocados en el desarrollo de la reunión por los redactores del Plan. Se concluyó en no dar el proceso de concertación por cerrado en esa reunión, quedando abierta la opción para solicitar reuniones bilaterales.

**Resolución del proceso de concertación:** al no haberse producido acuerdo y tampoco presentarse ningún razonamiento técnico o alternativa alguna por los que mostraban disconformidad, unos por considerarlos insuficientes y otros excesivos, la Dirección General de Planificación y Participación ha acordado validar los datos recogidos en el documento de síntesis facilitado a los asistentes.



#### 9.4.2.6. Poniente Almeriense

**Fecha y lugar de celebración:** 16 de noviembre de 2010 en Almería .Centro de Actividades Náuticas.

**Resumen:** Después de un largo debate y de aclarar por parte de los redactores del Plan las cuestiones planteadas, considerando y teniendo en cuenta las limitaciones y particularidades existentes en la provincia de Almería para el establecimiento de los caudales ecológicos, se aceptaron los valores facilitados en el documento de síntesis previamente remitido.



Figura 66. Reunión de concertación de caudales ecológicos en Almería

**Resolución del proceso de concertación:**

la aceptación por los asistentes de los valores propuestos ha llevado a la Dirección General de Planificación y Participación a dar por válidos los datos recogidos en el documento de síntesis.

### 9.5. Encuentros bilaterales

Durante el periodo de consulta pública del Plan Hidrológico de la DHCMA y los meses posteriores se llevaron a cabo una serie de encuentros bilaterales con el objetivo de analizar conjuntamente con los colectivos interesados cuestiones específicas del borrador del Plan. Entre las cuestiones tratadas en estos encuentros, una de las que mayor peso ha tenido ha sido el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.

Se han celebrado 5 encuentros bilaterales relativos a los caudales ecológicos en la DHCMA (de un total de 9 en esta demarcación), los cuales se detallan a continuación:

- Encuentro bilateral con los representantes de los usos energéticos

Celebrado en Sevilla el día 10 de noviembre de 2010 con responsables de Endesa-Generación, en la reunión se constató la preocupación de los representantes de la compañía eléctrica por las pérdidas que podría suponer la aplicación del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua que afectan a sus centros de producción, acordándose que los responsables de los usos energéticos aportasen datos históricos de caudales en estos puntos, hasta la fecha pendientes de recibir.

- Encuentro bilateral con los regantes del Bajo Guadalfeo

Celebrado en Granada el día 10 de diciembre de 2010 con la asistencia de una amplia representación de la Junta de Gobierno de la Comunidad de Regantes del Río Guadalfeo, tuvo su eje central en la aplicación del régimen de caudales ecológicos en su área de influencia. Una vez aclaradas por el equipo redactor todas las cuestiones planteadas por los asistentes, la reunión concluyó con la aceptación por parte de los regantes de los caudales ecológicos propuestos.

- Encuentros bilaterales con los responsables de la gestión del Espacio Natural Protegido de Sierra Nevada

Celebrados en las oficinas del Parque los días 10 de diciembre de 2010 y 19 de enero de 2011 con los responsables de la gestión del Espacio Natural, en ellos se analizaron, por una

parte, las posibilidades de realizar obras de modernización de regadíos en dicho espacio, y por otra, los valores de los caudales mínimos propuestos. Los responsables de la gestión del Espacio Natural aportaron sugerencias al régimen de caudales propuestos e incidieron en la necesidad de mantener una estrecha colaboración en el momento de su implantación.

- Encuentro bilateral con los representantes de ACPES

Celebrado a solicitud de la referida asociación en las oficinas del Espacio Natural de Sierra Nevada el día 19 de enero de 2011, los representantes de ACPES mantuvieron los mismos argumentos que los expuestos en la reunión de concertación celebrada en Motril el 27 de octubre de 2010.

## 9.6. Incorporación de resultados al Plan Hidrológico

Tras el proceso de concertación, y como resultado del mismo, se ha procedido a realizar las correspondientes modificaciones resultantes de las reuniones mantenidas y a su incorporación al Plan Hidrológico de la DHCMA. Estos cambios han consistido principalmente en matizaciones y correcciones puntuales de la documentación presentada, si bien en una de las masas de agua estratégicas sí se ha considerado necesario modificar su régimen de caudales ecológicos.

Como se ha comentado anteriormente, a raíz de la reunión mantenida en Motril, y tras las reuniones bilaterales en las que se ha tratado la propuesta de régimen de las masas de Sierra Nevada, se ha procedido a rebajar el caudal mínimo en estiaje para la masa de agua 0632040 Medio y Bajo Trevélez-Poqueira en el ramal correspondiente al río Trevélez, debido a las dificultades que presenta la modernización de los riegos de las Alpujarras, pero siempre respetando el criterio establecido en la IPH de que el régimen esté situado por encima del 50% del HPU máximo. En la siguiente figura y en la tabla a continuación se muestra dicho cambio:

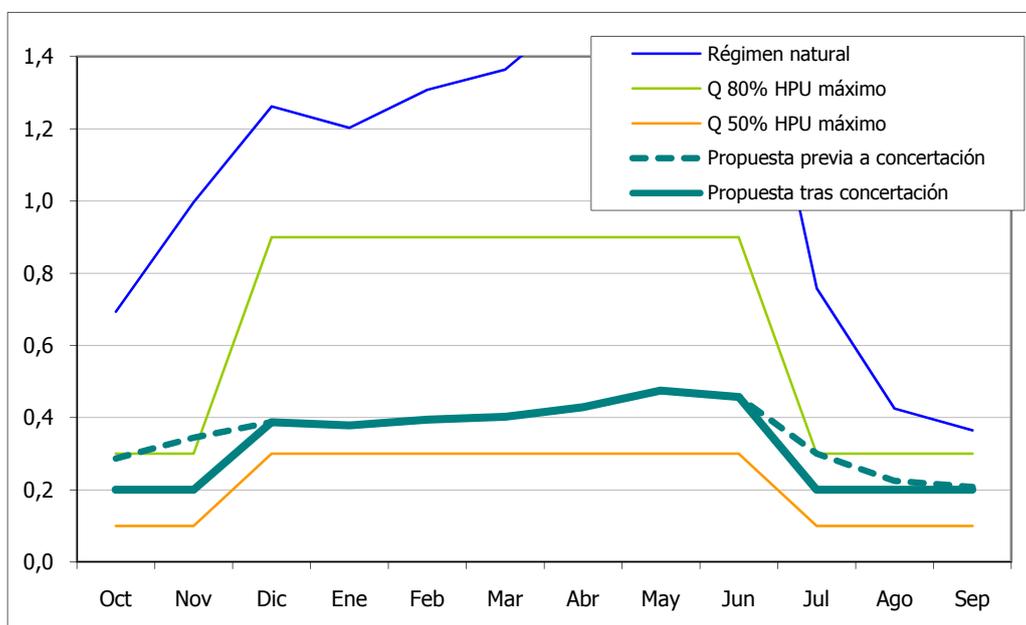


Figura 67. Modificación del régimen de caudales mínimos en la masa 0632040 Medio y Bajo Trevélez-Poqueira (azud Trevélez) como resultado del proceso de concertación

**Tabla 57. Modificación del régimen de caudales mínimos en la masa 0632040 Medio y Bajo Trevélez-Poqueira (azud Trevélez) como resultado del proceso de concertación**

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media	% Q nat.
<b>Propuesta previa a concertación</b>	0,29	0,34	0,39	0,38	0,39	0,40	0,43	0,47	0,46	0,30	0,22	0,21	0,36	32%
<b>Propuesta tras concertación</b>	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%

Tras la incorporación de los resultados definitivos al Plan Hidrológico, se ha llevado a cabo la regionalización del régimen de caudales ecológicos al resto de masas de la DHCMA, tal y como se expone en el apartado 5.4.3.3.

