



Consell Comarcal
del Baix Ebre



	Consell Comarcal del Baix Ebre REGISTRE GENERAL 30 JUNY 2015
ENTRADA: _____	
SORTIDA: 002123-1	

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
Paseo Sagasta, 24-26
50071 ZARAGOZA

REFERENCIA: Presentación de aportaciones y las observaciones al Plan Hidrológico para el periodo 2016 a 2021 expuesto a consulta pública desde el día 31 de diciembre de 2014

Se adjunta documentación de presentación de aportaciones y las observaciones al Plan Hidrológico para el periodo 2016 a 2021 expuesto a consulta pública desde el día 31 de diciembre de 2014, mediante la Resolución de la Dirección General del Agua por la que se anuncia la apertura del período de consulta e información pública de los documentos titulados "Propuesta de proyecto de revisión del Plan Hidrológico, Proyecto de Plan de Gestión del Riesgo de Inundación y Estudio Ambiental Estratégico" correspondientes a las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar y a la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico oriental, Miño-Sil, Duero, Tago, Guadiana y Ebro

La secretaria accidental,

Rosa Maria Solé Arrufat

Tortosa, 30 de junio de 2015
**Consell Comarcal
del Baix Ebre**





Rosa Maria Solé Arrufat, secretaria accidental del Consell Comarcal del Baix Ebre

CERTIFICO: Que el Presidente del Consell Comarcal del Baix Ebre, ha dictado la resolución que seguidamente y de forma literal se transcribe:

La Comisión técnica de sostenibilidad de les Terres de l'Ebre (CSTE), en sesión de fecha 25 de junio de 2015, ha elaborado un documento de Revisión y actualización de la propuesta de régimen de caudales ecológicos en el tramo final del río Ebro, delta y estuario

El presente documento revisa y actualiza la propuesta de caudales ecológicos del tramo inferior del río Ebro considerando:

- Las nuevas series hidrológicas calculadas posteriormente en 2007 y utilizadas en la determinación de recursos y la planificación de la cuenca del Ebro,
- Las nuevas directrices establecidas en la Instrucción Técnica de Planificación aprobada por el Ministerio de Medio Ambiente (IPH) (Orden Ministerial ARM 2656/2008) en la que se establece el procedimiento para el cálculo y asignación de un régimen de caudales ecológicos en las masas de agua río
- El conocimiento científico y técnico (biológico y ecológico) del tramo inferior del río, el delta y la zona marina cercana.

Por todo ello, teniendo en cuenta la actualización y cálculo de series de datos de caudales restituidos más recientes, la aparición de nuevas normas y guías de cálculo de caudales ecológicos, y la mejora en el conocimiento sobre este asunto desde 2007 hasta este año, en este documento se define la propuesta de caudales ecológicos para el tramo final del río Ebro empleando los mismos criterios que la Comisión de Sostenibilidad de les Terres de l'Ebre usó en la propuesta de 2007, con la información más actualizada y disponible en estos momentos.

Este año 2015 se "ha publicado la guía europea sobre caudales ecológicos" Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive "(European Commission, 2015). La guía anima a los Estados miembros a hacer el mejor uso posible sobre los conocimientos disponibles en relación a los caudales ecológicos en todo el proceso de implantación de la DMA, que permita el logro y el mantenimiento del buen estado de las masas de agua.

De acuerdo con las iniciativas mencionadas, la Comisión Europea ha elaborado un informe sobre la aplicación de los Planes Hidrológicos de Cuenca de España que destaca, entre las principales deficiencias, el hecho de que la gestión cuantitativa del agua debe estar vinculada a objetivos de calidad a través del establecimiento de caudales ecológicos, pero estos caudales, en el caso de España, no están claramente relacionados con la consecución de un buen estado. El informe de la Comisión Europea también detalla que hay que mejorar la información de las zonas protegidas dependientes del agua, así como que los PHC deben incluir unos objetivos, unas medidas y un control específicos para garantizar un estado de conservación favorable de las especies y los hábitats protegidos dependientes del agua.

El informe considera que en las masas de agua definidas como hidrológicamente alteradas (definición de la IPH) los criterios para establecer caudales ecológicos son menos estrictas y parecen combinar criterios ecológicos y consideraciones socioeconómicas de una manera poco transparente. Además, el informe concreta que no existe una separación nítida entre los estudios técnicos que definirían el caudal ecológico compatible con la consecución del buen estado ecológico y el proceso o de generación de consenso (concertación), que concreta la definición final y la implantación del caudal ecológico. De otra parte, considera



que en las zonas protegidas, los hábitats y especies sólo se han tenido en cuenta de manera limitada, y que la derivación de caudales ecológicos se consideró únicamente en tres especies de peces, que aparecen en las Directivas de pájaros y hábitats (*Petromyzon marinus*, *Alondra* spp., *Chondostroma* spp.).

El informe de la Comisión insta a España, entre otras cosas, a asegurarse de que los caudales ecológicos establecidos garanticen el buen estado ecológico. Si no es así, requiere comunicar de manera transparente las desviaciones y las justificaciones en base de viabilidad técnica o costes desproporcionados. También pide considerar los objetivos de los hábitats y especies protegidos dependientes del agua en el momento de fijar los caudales ecológicos, ya llevar a cabo un estudio integral, junto con las autoridades en materia de medio ambiente, para determinar las necesidades cuantitativas y cualitativas los hábitats y especies protegidas, traducidas a objetivos específicos para cada zona protegida en los planes hidrológicos. Los planes hidrológicos deben contener también medidas y controles adecuados.

El día 1 de marzo de 2014 se aprobó el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro para el periodo 2010-2015 (Real Decreto 129/2014, de 28 de febrero). Esta propuesta del nuevo Plan incorporaba los cambios normativos acaecidos desde la anterior Plan, incluyendo entre otros aspectos, criterios para la correcta utilización de las series hidrológicas y orientaciones metodológicas para la formulación de las propuestas de caudales ecológicos. El régimen de caudales ecológicos para la desembocadura era similar a la del Plan hidrológico de 1990 y significativamente inferior a la propuesta de que la CSTE aprobó en 2007.

El nuevo plan hidrológico para el periodo 2016-2021 fue expuesto a consulta pública el 31 de diciembre de 2014, mediante el anuncio de la Resolución de la Dirección General del Agua por la que se anuncia la apertura del periodo de consulta y información pública de los documentos titulados "Propuesta de proyecto de revisiones del Plan Hidrológico, Proyecto de Plan de Gestión del Riesgo de Inundación y Estudio Ambiental Estratégico" correspondientes a las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar ya la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro publicado en el BOE de fecha 30 de diciembre de 2014.

El periodo de presentación de alegaciones es de seis meses a partir de su publicación, el 30 de diciembre de 2014, por el que finaliza el 30 de junio de 2015.

De acuerdo con los antecedentes aquí expresados y visto el contenido íntegro del documento elaborado por la Comisión técnica de sostenibilidad de les Terres de l'Ebre (CSTE), en sesión de fecha 25 de junio de 2015, de Revisión y actualización de la propuesta de régimen de caudales ecológicos en el tramo final del río Ebro, delta y estuario, en uso de las atribuciones que me otorga el artículo 13.1.e) del Decreto Legislativo 4/2003, de 4 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de la organización comarcal de Cataluña, RESUELVO:

Primero. Que el Consell Comarcal del Baix Ebre se adhiera al contenido íntegro del documento de Revisión y actualización de la propuesta de régimen de caudales ecológicos en el tramo final del río Ebro, delta y estuario elaborado por la Comisión técnica de sostenibilidad de les Terres de l'Ebre (CSTE), en sesión de fecha 25 de junio de 2015 y consecuentemente y en base a este documento, realizar las aportaciones y presentar las observaciones que de él se derivan al Plan Hidrológico para el periodo 2016 a 2021 expuesto a consulta pública desde el día 31 de diciembre de 2014 y que se adjunta a la presente resolución.



Segundo. Trasladar esta resolución a la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Confederación Hidrográfica del Ebro para que produzca el efecto correspondiente y al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y al Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Catalunya para su conocimiento.

Tercero. Trasladar esta resolución al Pleno del Consell Comarcal del Baix Ebre para su ratificación, si procede.

Y para que conste ante Demarcación Hidrográfica del Ebro: Confederación Hidrográfica del Ebro para que produzca el efecto correspondiente y al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y al Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Catalunya para su conocimiento, firmo este certificado de orden y con el VºBº del Sr. Lluís Soler Panisello, Presidente del funciones.

Tortosa, 29 de junio de 2015

VºBº
El presidente en funciones,



Lluís Soler Panisello



**Consell Comarcal
del Baix Ebre**

Comisión técnica de sostenibilidad de las tierras del Ebro (CSTE)

Revisión y actualización de la propuesta de régimen de caudales ecológicos en el tramo final del río Ebro, delta y estuario

Junio de 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO	5
1.2. ANTECEDENTES	5
2. REVISIÓN HIDROLÓGICA DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS	9
2.1. NUEVOS REQUERIMIENTOS NORMATIVOS	10
2.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO HIDROLÓGICO	11
2.3. SELECCIÓN DEL PERIODO TEMPORAL DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS	12
2.4. SELECCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN DEL RÉGIMEN NATURAL	13
2.5. PROPUESTA DE CAUDALES ECOLÓGICOS POR TIPO DE AÑO HIDROLÓGICO	14
3. VALIDACIÓN BIOLÓGICA CON LA COMUNIDAD PISCÍCOLA	18
3.1. JUSTIFICACIÓN	18
3.2. REQUERIMIENTOS PARA LA ALOSA	19
3.3. REQUERIMIENTOS PARA FAVORECER LAS ESPECIES AUTÓCTONAS EN RELACIÓN A LAS INVASORAS	21
4. REQUERIMIENTOS ADICIONALES	23
4.1. CONDICIONES ESPECIALES DEL ESTUARIO	23
4.1.1 <i>Justificación</i>	23
4.1.2 <i>Control y gestión de la cuña salina</i>	24
4.1.3 <i>Exportación de nutrientes y productividad marina</i>	26
4.2. RÉGIMEN DE CRECIDAS PARA MEJORAR LAS CONDICIONES ECOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DEL TRAMO FINAL DEL EBRO	27
4.2.1 <i>Justificación</i>	27
4.2.2 <i>Propuesta de caudales generadores</i>	33
5. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS	35

5.1. FUNCIONES AMBIENTALES ASOCIADAS AL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS DEL CURSO INFERIOR DEL RÍO EBRO	35
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LAS ZONAS PROTEGIDAS	37
6. CONSIDERACIONES FINALES	49
6.1. SINTESIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PROPUESTA DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	49
6.2. IMPORTANCIA DEL AGUA DE LOS CANALES DE RIEGO PARA GARANTIZAR LA CONSERVACIÓN DE LOS VALORES NATURALES DEL DELTA	49
7. PROPUESTA FINAL	51
7.1. PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS	52
7.2. PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES EN PERIODO DE EXCEPCIONALIDAD	52
7.3. RÉGIMEN DE AVENIDAS (CAUDALES GENERADORES)	53
8. MEDIDAS A INCORPORAR EN EL PLAN HIDROLÓGICO Y EL PROGRAMA DE MEDIDAS	54
8.1. REGULACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO EN AVENIDAS	54
8.2. MEJORA DE LA DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE SEQUÍA	55
8.3. MEJORA DEL CAUDAL CIRCULANTE EN EL MEANDRO DE FLIX	55
8.4. NUEVOS ESTUDIOS EN RELACIÓN CON LA EFICACIA DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS	55
8.5. MANTENIMIENTO DE LA RED DE INDICADORES AMBIENTALES DEL DELTA DEL EBRO (RIADE)	55
8.6. OBJETIVOS, MEDIDAS Y CONTROL ESPECÍFICOS PARA LAS ESPECIES Y HÁBITATS PROTEGIDOS	55
8.7. CAPTACIÓN DE AGUA EN LOS CANALES DE RIEGO PARA ALIMENTACIÓN DE LAGUNAS, BAHIAS Y ACTIVIDAD AGRÍCOLA	56
9. EQUIPO DE TRABAJO	57
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
11. ANEXO 1: INFORMACIÓN DEL PLAN DE SEQUÍA DE LA CUENCA DEL EBRO	60
12. ANEXO 2: HÁBITATS Y ESPECIES DE INTERÉS COMUNITARIO PRESENTES EN LOS ESPACIOS ZEC (RED NATURA 2000)	62

Índice de tablas

T.1 Modelos preseleccionados, características de los datos utilizados y caudal mínimo del mes de octubre.	11
T.2 Requerimientos ambientales anuales para las diferentes opciones metodológicas y condiciones hidrológicas medias.....	14
T.3 Propuesta de caudales ecológicos de la CSTE (2007) para el curso inferior del río Ebro	15
T.4 Propuesta base de caudales ecológicos de la CSTE revisada para el río Ebro en Tortosa. Distribución mensual de caudales mínimos según los métodos hidrológicos (m ³ /s).....	15
T.5 Propuesta de caudales ecológicos de la CSTE revisada para el río Ebro en Tortosa. Volúmenes que representan los caudales mínimos según los métodos hidrológicos (hm ³).	16
T.6 Propuesta de caudales de excepcionalidad en situaciones de sequía prolongada para el río Ebro en Tortosa.	16
T.7 Resultados de la simulación del hábitat para alcanzar una proporción superior al 50% entre especies de peces autóctonas y alóctonas en el río Ebro (tramo Flix-Tortosa) para diferentes escenarios de caudales	22
T.8 Caudales mínimos necesarios para el control de la cuña salina según diferentes estudios científicos	24
T.9 Frecuencias de los periodos sin cuña salina y con cuña hasta Amposta según diferentes condiciones hidrológicas	25
T.10 Propuesta de caudales ecológicos de la CSTE revisada para el río Ebro en Tortosa incorporando los caudales necesarios para el control de la cuña salina	26
T.11 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el mes de marzo del 2007.....	31
T.12 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el mes de mayo del 2008.	31
T.13 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada en febrero del 2015.	32
T.14 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el año 2009.	33
T.15 Régimen de avenidas para el río Ebro en Tortosa en años húmedos.....	34
T.16 Resumen de requerimientos para servicios ambientales y relación con la propuesta de caudales ecológicos actualizada	49
T.17 Régimen de caudales ecológicos mínimos para el río Ebro en Tortosa.....	52
T.18 Propuesta de caudales de excepcionalidad en situaciones de sequía prolongada para el río Ebro en Tortosa.	52
T.19 Régimen de avenidas para el río Ebro en Tortosa	53
T.20 Evolución anual de los escenarios de sequía en la Junta de explotación 11 del Bajo Ebro para la serie corta de años 1980-2005.....	61
T.21 Hábitats y especies de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Riberas e islas del Ebro (ES5140010)	62
T.22 Hábitats de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Delta del Ebro (ES00000020).....	63
T.23 Especies de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Delta del Ebro (ES00000020)	64
T.24 Especies marinas de pájaros incluidas en el formulario de la ZEPA Delta del Ebro	65

Índice de figuras

F.1 Aportaciones anuales del Ebro a Tortosa a partir de las series corregidas del PHE 2010-15.....	13
F.2 Curvas de preferencia de velocidad y profundidad para la alosa (<i>Alosa fallax</i>)	20
F.3 Curva caudal - hábitat potencial útil para el desove de la alosa en el río Ebro en Xerta.....	20

F.4 Curva HPU / Caudal para alcanzar una proporción superior al 50% entre especies de peces autóctonas y alóctonas en el río Ebro (tramo Flix-Tortosa).....	22
F.5 Serie de caudales diarios de 1965 a 2013	29
F.6 Localización de las crecidas analizadas para el periodo 2006/07-2014/15.....	29
F.7 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de marzo de 2007.	30
F.8 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de mayo de 2008.	31
F.9 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de febrero de 2015.	32
F.10 Evolución del Índice de estado en la Junta de explotación del Bajo Ebro según modelización	61

1. Introducción

1.1. Objeto del presente documento

La reunión plenaria de la CSTE, en sesión de 20 de marzo de 2015, acordó la creación de una comisión técnica para actualizar la propuesta de caudales ecológicos aprobada en el 2007. El presente documento revisa y actualiza la propuesta de caudales ecológicos del tramo inferior del río Ebro considerando:

- Las nuevas series hidrológicas calculadas posteriormente al 2007 y utilizadas en la determinación de recursos y la planificación de la cuenca del Ebro
- Las nuevas directrices establecidas a la Instrucción Técnica de Planificación Hidrológica aprobada por el *Ministerio de Medio Ambiente (IPH)* (Orden Ministerial ARM 2656/2008) en la cual se establece el procedimiento para el cálculo y la asignación de un régimen de caudales ecológicos en las masas de agua río
- El mejor conocimiento científico y técnico (biológico y ecológico) del tramo bajo del río Ebro, su delta y la zona marina próxima

Por todo ello, teniendo en cuenta la actualización y cálculo de series de datos de caudales restituidos más recientes, la aparición de nuevas normas y guías de cálculo de caudales ecológicos, y la mejora en el conocimiento sobre este asunto desde 2007 hasta la actualidad, en este documento se revida y define **la propuesta de caudales ecológicos para el tramo final del río Ebro utilizando los mismos criterios que la CSTE usó en la propuesta de 2007, con la información más actualizada y disponible en ese momento.**

1.2. Antecedentes

El primer antecedente normativo de determinación de caudal ecológico en el tramo final del río Ebro corresponde al Orden Ministerial de 13 de Agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, que hace referencia a su artículo 33 a la fijación provisional de los caudales ecológicos mínimos para concesiones futuras. El punto 3 se refiere específicamente a la zona de la desembocadura, donde "se adopta orientativamente un caudal ecológico mínimo de 100 m³/s".

La disposición adicional Décima de la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional preveía la elaboración del Plan Integral de Protección del Delta del Ebro con la finalidad de asegurar el mantenimiento de las especiales condiciones ecológicas del Delta del Ebro. Este Plan de Protección tenía que incorporar un régimen hídrico que permitiera "el desarrollo de las funciones ecológicas del río, el delta y el ecosistema marino próximo". Para ello debía

definirse un caudal adicional "que se aportará con la periodicidad y magnitudes que se establezcan de modo que se aseguren la correcta satisfacción de los requerimientos medioambientales del mencionado sistema".

La creación de la Comisión para la Sostenibilidad de las Tierras del Ebro (Orden MAH/463/2005) por parte de la Generalitat de Catalunya permitió dar cumplimiento a la previsión legal anterior. Entre las funciones de la Comisión definidas en el Artículo 3, figuraba en el punto 3 "emitir el informe con la propuesta de caudal ecológico del Ebro en el tramo del delta previsto en la disposición adicional décima de la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional, modificada por la Ley 11/2005, de 22 de junio".

Los estudios desarrollados para formular la propuesta de caudales ecológicos del Plan Integral de Protección del Delta del Ebro plantearon un abordaje con diversos métodos y las series hidrológicas (Sánchez & Ibáñez, 2008). Se realizó una amplia recopilación de métodos utilizados a nivel internacional, aplicando criterios progresivamente diferentes hasta llegar a seleccionar la metodología más adecuada. El proceso de selección concluyó con la adopción del método de la Aproximación por el Rango de Variabilidad Natural (RVA), utilizando para el cálculo de los caudales ecológicos las series del modelo SACRAMENTO para el periodo 1940-86, datos que eran los oficiales en la planificación hidrológica de la cuenca en aquel momento. La propuesta de caudales ecológicos basada en esta aproximación hidrológica y las series mencionadas, fue finalmente aprobada por la Comisión para la Sostenibilidad de las Tierras del Ebro (CSTE) en marzo de 2007.

Posteriormente a este hecho, fue aprobado tanto el Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007) como la Instrucción Técnica de Planificación Hidrológica (IPH) (Orden Ministerial ARM 2656/2008), desarrollando ésta última diversos contenidos normativos en relación con el proceso de establecimiento de regímenes de caudales ecológicos.

La Comisión Europea presentó en diciembre de 2012 el *Water Blueprint*, un plan de acción para proteger los recursos del agua de Europa. Pretende asegurar que los ciudadanos y el medio dispongan de agua de buena calidad para satisfacer sus necesidades, a la vez que promueve también una gestión económica y socialmente sostenible. El *Blueprint to safeguard Europe's water resources* (COM(2012) 673) puso énfasis en la necesidad urgente de abordar mejor el control y paliar el exceso de extracción de agua, la segunda presión más común que puede afectar al estado ecológico, y reconocer que la calidad y cantidad del agua están íntimamente relacionadas en el concepto de "buen estado". Para conseguirlo, el "Blueprint" propuso la elaboración de un documento guía en el marco de la estrategia de aplicación común de la DMA (CIS), que proporcionaría una definición por parte de la UE de

los caudales ecológicos, y una comprensión común de la forma en que se tienen que calcular, de modo que los caudales ecológicos se pudieran aplicar en el próximo ciclo de los planes hidrológicos de cuenca (PHC) que deben ser aprobados antes de finales de 2015.

Este año 2015 se ha publicado la guía europea sobre caudales ecológicos "*Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive*" (European Commission, 2015). La guía anima los estados miembros a hacer el mejor uso posible sobre los conocimientos disponibles en relación a los caudales ecológicos en todo el proceso de implantación de la DMA, que permita la consecución y el mantenimiento del buen estado de las masas de agua.

De acuerdo con las iniciativas mencionadas, la Comisión Europea ha elaborado un Informe sobre la aplicación de los Planes Hidrológicos de Cuenca de España¹ que destaca, entre las principales deficiencias, el hecho que la gestión cuantitativa del agua está vinculada a objetivos de calidad a través del establecimiento de caudales ecológicos, pero estos caudales no están claramente relacionados con la consecución de un buen estado, y también que hay que mejorar la información de las zonas protegidas dependientes del agua, así como que los PHC deben incluir objetivos, medidas y un control específicos para garantizar un estado de conservación favorable de las especies y los hábitats protegidos dependientes del agua.

El informe considera que en las masas de agua definidas como hidrológicamente alteradas (definición de la IPH) los criterios para establecer caudales ecológicos son menos estrictos y parecen combinar criterios ecológicos y consideraciones socioeconómicas de una manera poco transparente. Además, dice, no existe una separación nítida entre los estudios técnicos que definirían el caudal ecológico compatible con la consecución del buen estado ecológico y el proceso o de generación de consenso (concertación) que apuntala la definición final y la implantación del caudal ecológico. Por otra parte, considera que en las zonas protegidas, los hábitats y especies sólo se han tenido en cuenta de manera limitada, y que la derivación de caudales ecológicos se ha considerado únicamente en tres especies de peces, que aparecen a las Directivas de aves y hábitats (*Petromyzon marinus*, *Alondra spp.*, *Chondostroma spp.*).

El informe de la Comisión insta en España, entre otras cosas, a asegurarse de que los caudales ecológicos establecidos garantizan el buen estado ecológico. De no ser así, propone comunicar de manera transparente las desviaciones y las justificaciones sobre la base de viabilidad técnica o costes desproporcionados. También a considerar los objetivos

¹Disponible en:

http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/4th_report/MS%20annex%20-%20Spain_es.pdf

de los hábitats y especies protegidos dependientes del agua para fijar los caudales ecológicos, y llevar a cabo un estudio integral junto con las autoridades en materia de medio ambiente para determinar las necesidades cuantitativas y cualitativas de los hábitats y especies protegidos, traducidas a objetivos específicos para cada zona protegida en los planes hidrológicos. Los planes hidrológicos tienen que contener también medidas y controles adecuados.

En fecha de 1 de marzo de 2014 se aprobó el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro para el periodo 2010-2015 (Real Decreto 129/2014, de 28 de febrero). Esta propuesta del nuevo Plan incorporaba los cambios normativos ocurridos desde el anterior Plan, incluyendo entre otros aspectos, criterios para la correcta utilización de las series hidrológicas y orientaciones metodológicas para la formulación de las propuestas de caudales ecológicos. El régimen de caudales ecológicos para la desembocadura era similar a la del Plan hidrológico de 1990, y significativamente inferior a la propuesta de que la CSTE aprobó en el 2007.

El nuevo plan hidrológico para el periodo 2016-2021 fue expuesto a consulta pública el 31 de diciembre de 2014. El periodo de presentación de alegaciones es de seis meses a partir de su publicación, el 30 de diciembre de 2014, por lo que finaliza el 30 de junio de 2015.

La Comisión también ha publicado un análisis de los borradores de la revisión de los planes hidrológicos² en lo que constata que en la Demarcación hidrográfica del Ebro no se ha progresado en la definición de los caudales ecológicos y en su relación con el buen estado ecológico, ni tampoco se han establecido objetivos específicos para especies y hábitats protegidos.

² Screening of drafts of the second River Basin Management Plans for evidence of action on Commission's recommendations for improvements in Member States' implementation of the WFD. Disponible a: http://ec.europa.eu/environment/water/2015conference/pdf/screening/dRBMP%20Screening%20MS%20Annexes_ES.pdf

2. Revisión hidrológica del régimen de caudales ecológicos

Para la revisión del establecimiento de caudales ecológicos en el tramo final del río Ebro mediante el uso de series hidrológicas restituidas y la aplicación de métodos hidrológicos para el establecimiento del caudal básico ecológico se han analizado:

- **Los nuevos requerimientos normativos:** se han incorporado las determinaciones establecidas a la Instrucción Técnica de Planificación Hidrológica aprobada por (Orden Ministerial ARM 2656/2008). Esta metodología ya fue utilizada, en parte, en la propuesta de la CSTE de 2007, aunque el Orden Ministerial no se aprobó hasta un año más tarde (finales de 2008). De todos modos, se han revisado los requerimientos establecidos, y se ha ajustado el procedimiento a la determinación establecida. Se ha ajustado también la metodología por la definición del régimen de caudales para seguir la guía europea de caudales ecológicos publicada el año 2015.
- **Selección del método hidrológico:** se ha realizado una revisión de los principales métodos hidrológicos de cálculo de caudales ecológicos, seleccionando lo que más se ajusta a las condiciones propias del tramo final del río Ebro, y a las determinaciones de la Orden Ministerial ARM 2656/2008.
- **Periodo temporal de la serie hidrológica:** se han analizado diferentes series temporales de caudales restituidos al régimen natural. Serie larga (de 60 o más años), serie corta (de 20-25 años consecutivos, representativos y más recientes), etc. Finalmente se selecciona la serie utilizada en el Plan hidrológico de la cuenca del Ebro y que se ajusta a las determinaciones de la Orden Ministerial ARM 2656/2008.
- **Modelo de simulación de la serie de caudales en régimen natural:** se han analizado los resultados de diversos métodos de simulación de régimen de caudales (a partir de modelos de precipitación/escorrentía corregido y validado con estaciones de aforo restituidas). Existen diversos modelos que han ido evolucionando a lo largo del tiempo. La CSTE, en su propuesta de 2007 va utilizado el método SACRAMENTO que actualmente ha sido sustituido por los métodos "SIMPA" (más actualizados). Finalmente se selecciona el mismo método de simulación que la Confederación Hidrográfica del Ebro ha utilizado en la determinación y gestión de los recursos en la cuenca del Ebro.

Sobre una primera propuesta de caudales ecológicos obtenida por aproximación hidrológica, posteriormente se ha procedido a:

- Realizar una validación biológica (tal como se indica al punto 3.4.1.4.1.1 de la Orden Ministerial ARM 2656/2008).

- Posteriormente, se han analizado los posibles requerimientos adicionales que el estuario del río Ebro necesita para mantener su funcionalidad y "buen estado" tal como establece la IPH en el punto 3.4.1.4.3. (ARM 2656/2008),
- Se han tenido también en consideración los funciones ecológicas del río, delta y ecosistema marino próximo a los que hace referencia la disposición adicional décima de la Ley del Plan Hidrológico Nacional (10/2001).
- Finalmente se han analizado también las zonas protegidas dependientes de las aguas continentales en las que se refiere el artículo 4.1. c) de la DMA.

En este apartado 2 se determina el caudal ecológico en base a los modelos hidrológicos (aproximación hidrológica):

2.1. Nuevos requerimientos normativos

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

La distribución temporal de caudales mínimos se obtendrá aplicando métodos hidrológicos y sus resultados tendrán que ser ajustados mediante la modelización de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río. La aplicación de caudales mínimos se realizará sobre una serie hidrológica representativa de como mínimo 20 años, preferentemente consecutivos, que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos. Además, la serie hidrológica utilizada tendrá que caracterizar el régimen natural y, siempre que sea posible, se definirá a escala diaria.

La guía europea de caudales ecológicos considera los caudales ecológicos dentro del contexto de la DMA como "un régimen hidrológico consistente con la consecución de los objetivos ambientales de la DMA en las masas de agua superficiales naturales como se mencionan en el artículo 4 (1)". Teniendo en cuenta el artículo 4 (1) de la DMA, los objetivos ambientales se refieren a:

- No deterioro de la situación existente
- Consecución de un buen estado ecológico en las masas de agua superficiales,
- Cumplimiento de las normas y objetivos de las áreas protegidas, incluyendo las designadas para la protección de los hábitats y especies en que el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas es un factor importante por suya protección,

incluidos, los puntos Naturaleza 2000 pertinentes designados en el marco del Aves y Hábitats (92/43/EC and 79/409/EEC).

2.2. Selección del método hidrológico

La tabla T.1 muestra los métodos hidrológicos analizados en el estudio que sirvió de base para la elaboración de la propuesta de caudales ecológicos de la CSTE y sus resultados.

La propuesta de caudales ecológicos de la CSTE se formuló a partir de la aplicación del percentil 10 sobre la curva de caudales mensuales clasificados (en gris en la tabla T.1), que es uno de los dos criterios contemplados en el IPH.

T.1 Modelos preseleccionados, características de los datos utilizados y caudal mínimo del mes de octubre.

Modelo	Tipo de datos	Origen datos	Periodo utilizado	Caudal mínimo del mes de octubre (m ³ /s)
RVA _{NGPRP}	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	119,3
RVAP ₂₅	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	209,2
HOPPE	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	383,2
MONTANA	Anual	Modelo Sacramento	1940-85	173,0
PHC 1998	Anual	Modelo Sacramento	1940-85	100
LBAE	Anual	Modelo Sacramento	1940-85	115,3
CANADA	Anual	Modelo Sacramento	1940-85	144,1
ABF	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	212,0
QBM _{Serie β}	Diario	Serie β	1950-59	192,3
QBM _m	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	308,6
RAC	Diario	Serie β	1950-59	79,6
7Q2	Diario	Serie β	1950-59	100,1
7Q10	Diario	Serie β	1950-59	62,3
REC	Diario	Serie β	1950-59	62,3
Q347	Diario	Serie β	1950-59	155,2
Q330	Diario	Serie β	1950-59	198,8
7 Q 2 m	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	96,0
7 Q 10 m	Mensual	Modelo Sacramento	1940-85	62,3

Fuente: Sánchez & Ibáñez, 2008

RVA_{NGPRP}: Range of Variability Approach con el criterio de rango del percentil 10 del Northern Great Plains Resource Program; RVAP₂₅: Range of Variability Approach con el criterio de rango del percentil 25; PHC: Plan Hidrológico de Cuenca; LBAE: Libro Blanco del Agua en España; ABF: Aquatic Base Flow; QBM: Caudal Básico de Mantenimiento; RESIDO: Régimen Ambiental de Caudales; REC: Régimen Ecológico de Caudales

Por lo tanto, la aproximación metodológica adoptada para la elaboración de la propuesta de la CSTE encaja con los criterios metodológicos que propone el IPH para la caracterización de los caudales ecológicos. En consecuencia se mantiene el mencionado criterio considerando que los argumentos de orden científico y técnico que motivaron la selección de este método continúan siendo válidos y que es la más adecuada para el tramo de estudio.

El documento previo a la guía europea de caudales ecológicos "*Environmental flows as a tool to achieve the WFD objectives. Discussion paper*" (Sanchez & Smith, 2012), considera el RVA como la metodología hidrológica más adelantada utilizada, y que una versión simplificada de RVA reduciendo el número de variables puede ser suficiente para hacer una selección o evaluación preliminar de caudales ambientales (por ejemplo, considerando inicialmente sólo los caudales mensuales mínimos aplicables a los percentiles 10-25).

2.3. Selección del periodo temporal de las series hidrológicas

La propuesta de caudales ecológicos de la CSTE del año 2007 se calculó sobre la serie hidrológica utilizada en el Plan Hidrológico de la Conca de l'Ebre, según el "estudio de recursos hidráulicos de la cuenca del Ebro" y de acuerdo con el nivel de precisión alcanzado hasta aquel momento. Estas series se obtuvieron a partir del modelo SACRAMENTO para el periodo hidrológico 1940-85. Las mencionadas series hidrológicas caracterizan adecuadamente el régimen natural, sobre una serie consecutiva de 45 años y presentan una alternancia adecuada entre años secos y húmedos. Puede decirse por lo tanto que las series utilizadas en la formulación de la propuesta de la CSTE cumplen con los criterios del IPH.

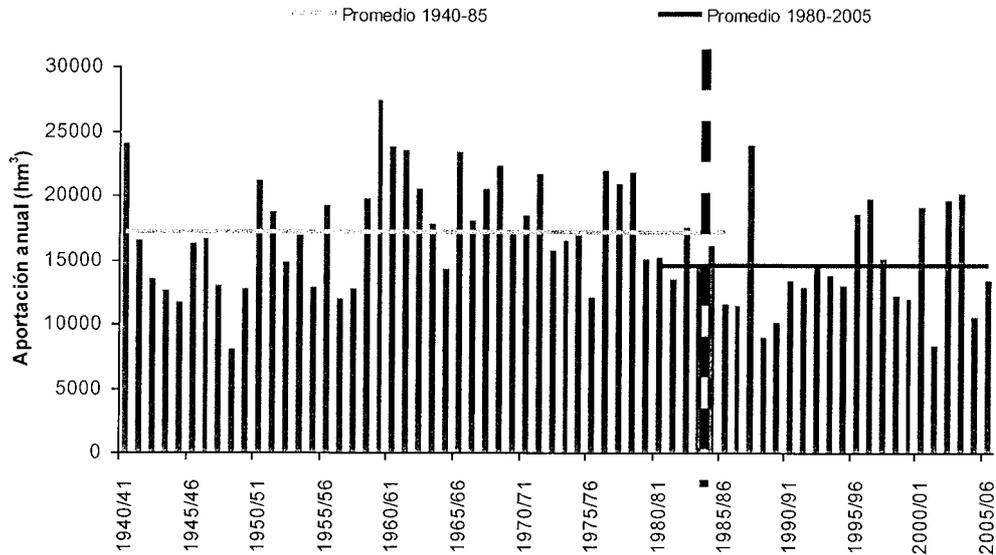
Sin embargo, la mencionada serie hidrológica es antigua y alejada de la realidad hidrológica más reciente sobre la cual se realiza la planificación hidrológica. Resulta por lo tanto conveniente una actualización de la propuesta de la CSTE utilizando para eso las nuevas series hidrológicas que sirven de base para la formulación del nuevo Plan.

Las series hidrológicas que se han utilizado para la actualización de la propuesta de caudales ecológicos de la CSTE provienen de la información técnica que acompaña al documento de memoria del Plan Hidrológico del Ebro 2010-15, publicado en el BOE Núm. 52 del sábado 1 de marzo del 2014³. Las aportaciones corregidas del Ebro a Tortosa se muestran en la Figura F.1.

³ Disponible a: http://www.chebro.es:81/Plan%20Hidrologico%20Ebro%202010-2015/Memoria/7.-%20Anejos/02.-%20Inventario%20Recursos%20H%C3%ADdricos/4%20A02Ap3sb_def.pdf

Tal como se puede apreciar en la figura (F.1), la media de las aportaciones para la serie larga (1940-2005) es de 16.394 hm³, mientras que la media para la serie corta de 1980-2005 se sitúa en 14.580 hm³.

F.1 Aportaciones anuales del Ebro a Tortosa a partir de las series corregidas del PHE 2010-15



En este caso, para el cálculo de los caudales ecológicos se ha optado por utilizar el periodo 1980-2005, ya que es el mismo periodo en que se realizan los balances del Plan y la serie de 26 años recoge una mayor variabilidad hidrológica que la serie de 20 años. El periodo 1980-2005 recoge tres años húmedos, 14 años medios y 9 años secos (usando como criterio para cambio de clase los valores determinados por los percentiles 25 y 75), existiendo una alternancia entre unos tipos de años y de otros.

2.4. Selección del modelo de simulación del régimen natural

El modelo de simulación utilizado para la restitución al régimen natural en el Plan hidrológico del Ebro ha sido el modelo conceptual y cuasi - distribuido SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación) de precipitación-aportación, actualizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Las variables hidrológicas se han estimado a escala mensual para el periodo temporal 1940/41 a 2005/06. Los análisis estadísticos y balances corresponden a dos periodos

temporales: una serie larga para el periodo completo 1940/41-2005/06, y otra de corta limitada al periodo 1980/81-2005/06.

A partir de la revisión y contraste de los resultados obtenidos con este modelo se observó que las coberturas de variables hidrológicas SIMPA y el modelo de direcciones (suministrado por el CEDEX) presentaban algunas limitaciones y se realizó una corrección de la series SIMPA en algunos puntos de la red, lo que llevó a la construcción de nuevas series corregidas (SIMPA revisado). De esta manera la media de las aportaciones del río Ebro para la serie larga (1940-2005) es de 16394 hm³, mientras que la media para la serie corta de 1980-2005 se sitúa en 14580 hm³.

La tabla T.2 muestra el resultado de la determinación de los requerimientos anuales para el régimen de caudales ecológicos calculados con métodos hidrológicos, para los diferentes modelos de restitución del régimen natural, y para diferentes periodos temporales tanto los que se consideraron para la elaboración de la propuesta de la CSTE del año 2007 como la más reciente incorporada a partir del Plan hidrológico del Ebro vigente.

T.2 Requerimientos ambientales anuales para las diferentes opciones metodológicas y condiciones hidrológicas medias

Modelo	Periodo utilizado	Requerimiento volumen anual régimen caudales ecológicos mínimos (hm ³ /año)
SIMPA 2 revisado	1980 - 2006	7.555
SIMPA 2	1985 - 2006	7.820
SIMPA 1	1985 - 2006	5.890
SIMPA 2	1940 - 1985	8.742
SIMPA 1	1940 - 1985	7.527
SACRAMENTO	1940 - 1985	9.509

Para la actualización de la propuesta de régimen de caudales ecológicos del Ebro, se escoge el modelo SIMPA 2 revisado (en gris en la tabla T.2) para mantener una coherencia con las series del Plan hidrológico del Ebro vigente (es el mismo modelo que se ha utilizado la distribución de recursos en el Plan hidrológico del Ebro 2016-2021).

2.5. Propuesta de caudales ecológicos por tipo de año hidrológico

El régimen hidrológico natural, con toda la gama y distribución de caudales que presenta, es un factor de control que marca en gran medida las pautas de cambio de los ecosistemas. Esta variabilidad hidrológica natural determina los marcos ambientales y los procesos

(competencia, depredación, descomposición, colonización, ciclo de nutrientes, hidrodinámica, etc.) a partir de los cuales los ecosistemas, hábitats y especies interactúan y evolucionan.

Atendiendo precisamente a la importancia ecológica y geomorfológica de esta variabilidad, la propuesta de caudales ecológicos realizada para la CSTE en el 2007 era múltiple en función de las condiciones hidrológicas imperantes en la cuenca. Se realizaron 3 propuestas de regímenes de caudales ambientales correspondientes a años húmedos, medios y secos (Tabla T.3).

T.3 Propuesta de caudales ecológicos de la CSTE (2007) para el curso inferior del río Ebro

Tipo año	Régimen de caudales ecológicos (m ³ /s) para el río Ebro en Tortosa											
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	junio	jul.	ago.	sept
Sec	87,2	135,5	247,6	284,6	326,9	275,6	336,4	395,6	251,8	167,4	116,2	102,7
Medio	119,3	202,4	359,4	387,6	436,5	360,4	427,6	500,0	342,3	198,0	149,8	135,0
Húmedo	207,4	317,2	448,7	467,7	511,4	525,6	568,6	622,7	453,0	253,7	186,6	210,3

Fuente: CSTE, 2007

A continuación se presenta la propuesta base actualizada de regímenes de caudales ambientales calculada con métodos hidrológicos, correspondiente a años húmedos, medios y secos (tablas T.4 y T.5). La propuesta definitiva, validada biológicamente se presenta más adelante.

T.4 Propuesta base de caudales ecológicos de la **CSTE revisada** para el río Ebro en Tortosa. Distribución mensual de caudales mínimos según los métodos hidrológicos (m³/s).

Tipo año	Régimen de caudales ecológicos (m ³ /s) para el Ebro en Tortosa											
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	junio	jul.	ago.	sept
Seco	84	153	204	143	166	212	329	303	268	147	107	120
Medio	124	219	249	219	260	283	371	382	310	180	132	151
Húmedo	192	326	396	321	316	356	475	413	368	212	166	178

En las condiciones ordinarias, únicamente un mes, y en el caso de años secos, se produciría un caudal ecológico por debajo de 100 m³/s, correspondiente al mes de octubre (84 m³/s). Este valor es sensiblemente igual al caudal mínimo natural querido en las series hidrológicas del Plan hidrológico de la cuenca del Ebro (85 m³/s).

T.5 Propuesta de caudales ecológicos de la **CSTE revisada** para el río Ebro en Tortosa. Volúmenes que representan los caudales mínimos según los métodos hidrológicos (hm^3).

Tipo año	Régimen de caudales ecológicos (hm^3) para el Ebro en Tortosa												Total
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	junio	jul.	ago.	sept	
Seco	223	396	547	383	401	569	853	812	695	394	285	311	5.869
Medio	332	567	666	586	630	758	962	1024	803	482	354	391	7.555
Húmedo	514	844	1061	859	765	953	1232	1107	954	568	445	461	9.763

A partir de los resultados se observa que los caudales ecológicos calculados con métodos hidrológicos son muy similares para ambas propuestas (2007 y revisada) en el caso de los meses de menor aportación (junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre). En cambio, se observa como las mayores diferencias entre ambas propuestas se encuentra en los meses de mayores aportaciones. En este caso la propuesta actualizada de 2015 presenta valores sensiblemente inferiores a los valores obtenidos en su día con la propuesta de la CSTE de 2007. Así por ejemplo, el valor más alto de caudal ecológico para un año medio era de $500 \text{ m}^3/\text{s}$ con la propuesta 2007, mientras que con la propuesta 2015 es ligeramente inferior a los $400 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aparte del régimen de caudales ecológicos definidos según los métodos hidrológicos, se considera apropiado definir unos caudales mínimos de continuidad a aplicar en casos de sequía prolongada o excepcionalidad (de acuerdo con la determinación del artículo 4.6 de la DMA). Estos caudales no se consideran caudales ecológicos, ya que no tienen la garantía de mantener el buen estado de la masa de agua, sino que se definen como caudales de sostén de continuidad mínima del río, con carácter temporal y ante una excepcional sequía, para poder rehabilitar posteriormente la funcionalidad ecológica del río al devolver los caudales mínimos ecológicos establecidos en este documento. Este régimen de continuidad (Tabla T.6) habrá que aplicarlo en escenarios de excepcionalidad según la definición del Plan de sequía del Ebro.

T.6 Propuesta de caudales de excepcionalidad en situaciones de sequía prolongada para el río Ebro en Tortosa.

Unidad	Régimen de caudales de excepcionalidad para el Ebro en Tortosa en situaciones de sequía prolongada*												Total
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	jun	jul.	ago.	sept	
m^3/s	82	114	119	123	124	111	157	135	97	101	91	86	
Hm^3	219	295	318	328	299	297	406	361	251	270	244	223	3.518

* Corresponde al concepto de excepcionalidad (fuerte sequía) de acuerdo con el Arte. 4.6 de la DMA (2000/60/CE).

Aunque la IPH excluye la aplicación de esta excepción en las zonas incluidas en la Red Natural 2000 o en el listado de zonas húmedas de importancia internacional de acuerdo con el Convenio Ramsar, la implementación de los regímenes de caudales para condiciones secas y excepcionalmente secas expresados anteriormente se consideran compatibles con la conservación de estos espacios protegidos

3. Validación biológica con la comunidad piscícola

3.1. Justificación

La IPH hace referencia específica a la validación biológica en el apartado 3.4.1.4.1.1. donde establece que la distribución temporal de caudales mínimos se obtendrá aplicando métodos hidrológicos (apartado 2 del presente documento) y sus resultados se tendrán que ajustar mediante la modelización de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río de la serie de caudales mínimos determinados a partir de los métodos hidrológicos (apartado 2).

En la cuenca del Ebro, la comunidad de peces es rica y diversa hasta el punto que el número de especies autóctonas existentes representa el 48% de las especies identificadas en la Península Ibérica. En el curso principal del río está donde se encuentra la mayor riqueza de estas especies. Sin embargo, 11 de las 15 especies están catalogadas "en peligro de extinción" o "vulnerables".

Entre las especies autóctonas se encuentra la ramosa de río (*Salaria fluviatilis*), la alosa (*Alosa fallax*), la gerxa (*Alondra alondra*) y la lamprea de Mar (*Petromyzon marinus*); a pesar de que estas dos últimas especies hace tiempo que han desaparecido del Ebro. La única especie catádróma actualmente presente en el Ebro es la anguila (*Anguilla anguilla*). También destacan el barbo de Graells (*Barbus graellsii*), y la madrilla (*Chondrostoma miegii*). En el primer caso las poblaciones han bajado muchísimo el número de efectivos y al segundo, la madrilla, la especie ha desaparecido del tramo central del Ebro.

La ramosa de río (*Salaria fluviatilis*) es una especie de distribución circummediterránea que en la cuenca del Ebro presenta las mejores poblaciones ibéricas. Esta especie, a pesar de estar catalogada como "Vulnerable" en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, y "en peligro" según el "Libro Rojo de los Peces Continentales de España" (Doadrio 2001), presenta en la actualidad un rápido y acusado declive. Estos elementos la colocarían como especie candidata objeto de simulación. Sin embargo, esta especie muestra una gran tolerancia a los diferentes rangos de profundidad. De hecho, puede llegar a vivir en tramos de río con calados inferiores a 20 cm, umbral extraordinariamente bajo en el Ebro.

Una otra de las especies es el esturión (*Acipenser sturio*), gravemente amenazada en toda Europa (Lelek 1986; Rochard *et al.* 1990). Sin embargo, la última cita conocida en la cuenca del Ebro fecha del año 1970. La lamprea marina (*Petromyzon marinus*) a los años 70 ya se consideraba como especie rara en el Ebro (Sostoa i Sostoa 1979); aunque su pesca era habitual hasta medios del siglo XX. Actualmente no se detecta en el tramo final del Ebro. La gerxa (*Alondra alondra*), abundando hasta el primer cuarto del siglo XX, inició

un fuerte retroceso en sus poblaciones hasta el punto que en la actualidad ha desaparecido.

El bajo Ebro ha sufrido un cambio en los ecosistemas a causa de la alteración en los nutrientes y en el régimen de caudales (Ibáñez et al., 2012) y se ve gravemente afectada por la presencia de especies de peces exóticas (Maceda-Veiga et al., 2010). Las especies exóticas de peces tienen probabilidades de establecerse con éxito y con carácter invasor en regímenes de flujo modificados (Meffe, 1984; Strange et al, 1992; Poff et al., 1997; Bunn i Arthington, 2002). Entre otros impactos, la presencia de peces exóticos afecta negativamente las especies nativas a escala local (Fausch, 1988; Ross, 1991; Baltzand Moyle, 1993), y causa el declive de las poblaciones locales e incluso su extinción (Meffe, 1984; Caiola i Sostoa, 2002, 2005).

3.2. Requerimientos para la alosa

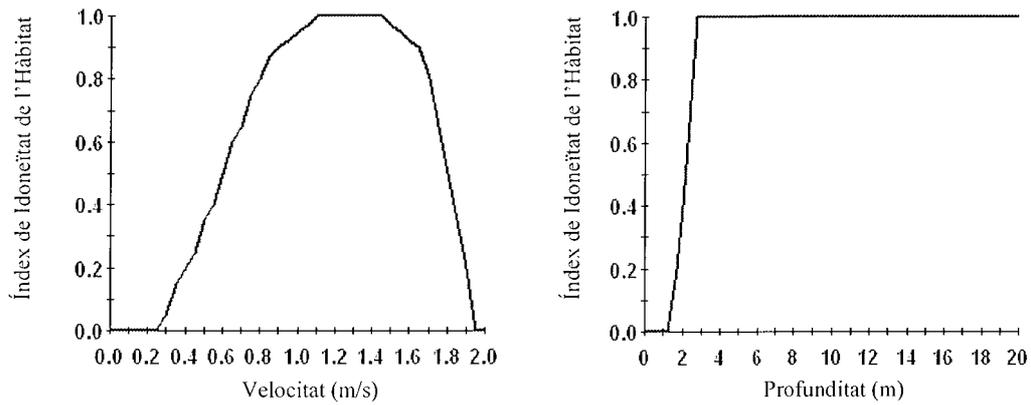
Para la validación biológica de la propuesta de caudales ambientales se parte del estudio realizado por el IRTA (Sanchez & Ibañez, 2008) que seleccionaron la **alosa (*Alosa fallax*)** como especie objetivo. La alosa (*Alosa fallax*) sufrió un fuerte retroceso a lo largo del siglo XX, pero desde el año 2005 se observa una población que se concentra aguas abajo del azud de Xerta en la época de puesta. Se trata de una especie amenazada, incluida en el Anexo IV de la Directiva Hábitats, que presenta aspectos sociales y culturales ligados al río. Históricamente, su pesca era especialmente éxito aguas abajo del azud de Xerta-Tivenys, donde se desarrollaron métodos locales de captura basados en las condiciones particulares del sitio.

Las curvas de preferencia son modelos que evalúan el uso que hace una especie determinada del hábitat disponible. En el caso de la alosa, se trata de una especie anàdroma que remonta el río para efectuar su puesta en las áreas con cierto grado de corriente de agua, y que posteriormente vuelve al mar donde completa su ciclo de vida. Según las observaciones realizadas en años anteriores, la época de desove de esta especie en el tramo bajo del Ebro se produce entre finales de abril y el mes de junio, mientras que a partir del mes de julio prácticamente no se observan individuos.

En la Figura F.2 se muestran los resultados correspondientes a las curvas de preferencia de la alosa en relación a la velocidad del agua y la profundidad del río. Se observa que las velocidades preferentes para el desove son elevadas, entre 1 y 1,5 m³/s, mientras que las profundidades preferentes son superiores a 2 metros.

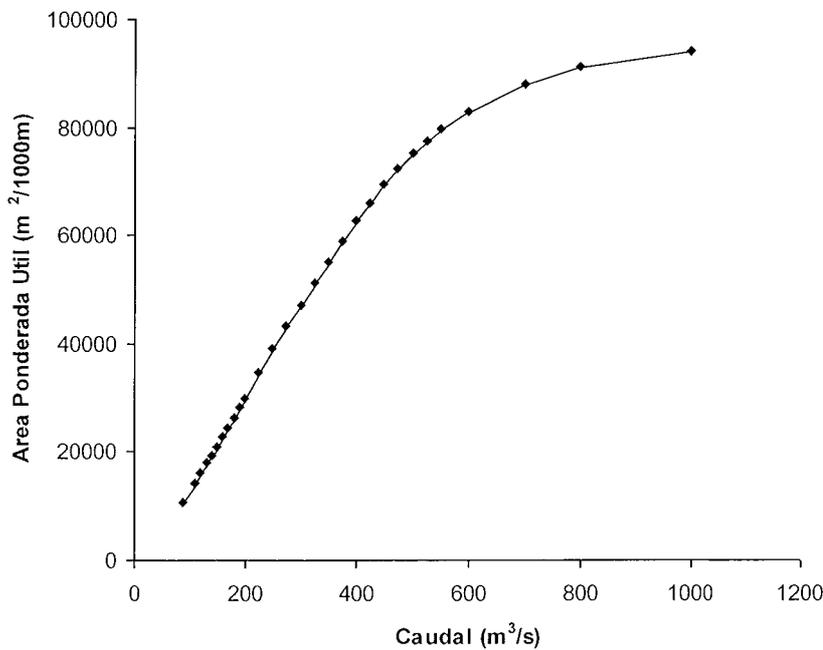
La Figura F.3 muestra la curva que relaciona el área potencial útil (APU) también conocida como 'Hábitat Potencial Útil (HPU) que permite conocer las posibilidades de uso del río por parte de la especie objetivo en función de los caudales simulados.

F.2 Curvas de preferencia de velocidad y profundidad para la alosa (*Alosa fallax*)



Fuente: Sánchez & Ibáñez 2008

F.3 Curva caudal - hábitat potencial útil para el desove de la alosa en el río Ebro en Xerta



Fuente: Sánchez & Ibáñez 2008

Según esta curva, un caudal de 100 m³/s proporciona sólo un 20% del hábitat potencial útil, y no es hasta que no se llega a un caudal de 252 m³/s que se alcanza el 60% del HPU.

Los caudales de la propuesta revisada, calculada según métodos hidrológicos proporcionan un hábitat potencial por la alosa que está en el intervalo del 50-80% del el hábitat potencial útil máximo tal como requiere la IPH.

3.3. Requerimientos para favorecer las especies autóctonas en relación a las invasoras

Los cambios hidrológicos provocados por la regulación de la cuenca del Ebro han provocado cambios en las zonas laterales del río y los cambios en el hábitat de estas zonas pueden afectar directamente a las comunidades piscícolas. La integridad de las comunidades piscícolas se pueden evaluar en función de la proporción entre especies alóctonas y autóctonas, siendo que esta proporción depende directamente de la calidad de los hábitats de las zonas laterales del tramo bajo del Ebro. Los trabajos realizados con el fin de analizar la relación entre los caudales y las especies exóticas (Caiola *te en el* 2014) a través de la simulación de los escenarios de caudales mediante la aplicación de modelos hidráulicos permiten testar la validez biológica de cada una de las propuestas de caudales mediante el análisis de la proporción de hábitat idóneo para obtener la estructura de comunidad piscícola más integra posible en el tramo final del río Ebro (con dominancia de especies autóctonas sobre las alóctonas en una proporción superior al 50%).

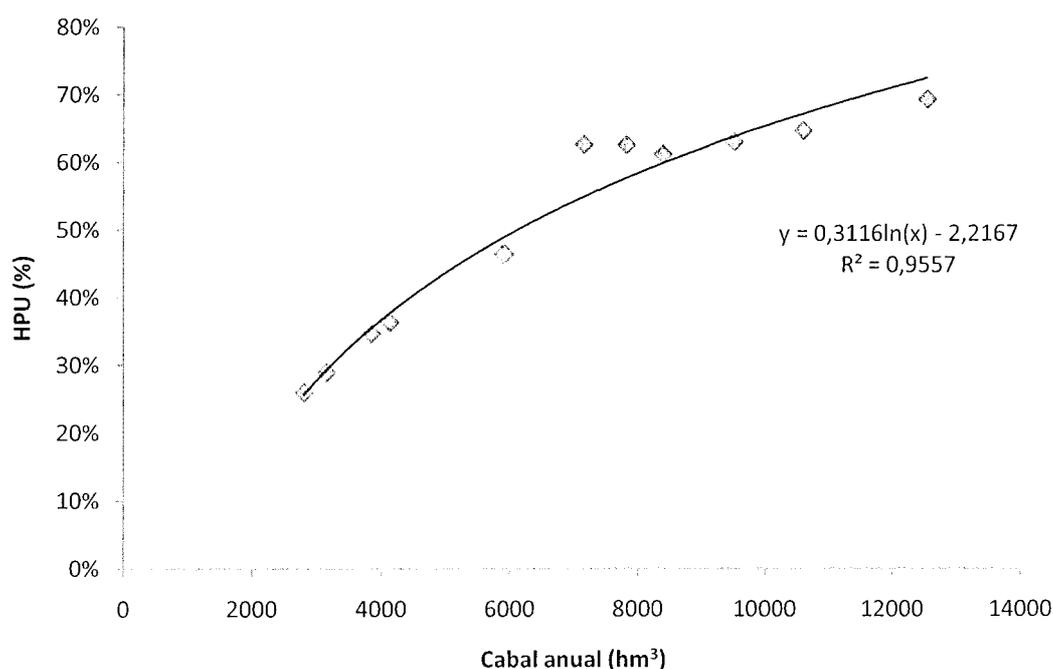
La figura F.2 refleja la relación entre el caudal (expresado como volumen anual en hm³) y el hábitat potencial útil (HPU) necesario para a alcanzar una proporción superior al 50% entre especies de peces autóctonas y alóctonas. Cogiendo como referencia los umbrales del 50 o 60% del hábitat potencial útil que se encuentran en la IPH, se puede considerar que un volumen de 6115 hm³/año proporcionaría un 50% del HPU y un volumen de 8429 hm³/año proporcionaría un 60% del HPU. Haciendo el cálculo a la inversa se puede amar el % de HPU que representarían las diferentes propuestas de regímenes de caudales ambientales (Tabla T.7).

La propuesta de caudales ecológicos de la CSTE revisada para el río Ebro en Tortosa calculada a partir de los métodos hidrológicos proporciona siempre un hábitat entre el 49 y el 65% del HPU y por lo tanto se adecua a los criterios establecidos por la Instrucción de planificación hidrológica.

T.7 Resultados de la simulación del hábitat para alcanzar una proporción superior al 50% entre especies de peces autóctonas y alóctonas en el río Ebro (tramo Flix-Tortosa) para diferentes escenarios de caudales

Escenario	Caudal ambiental del mes de octubre (m ³ /s)	Volumen anual (hm ³)	% HPU
PHCE vigente	80	3009	28%
CSTE 2007 seco	87	7167	55%
CSTE 2007 medio	119	9508	64%
CSTE 2007 húmedo	207	12543	72%
CSTE 2015 seco	223	5870	49%
CSTE 2015 medio	332	7555	57%
CSTE 2015 húmedo	514	9764	65%

F.4 Curva HPU / Caudal para alcanzar una proporción superior al 50% entre especies de peces autóctonas y alóctonas en el río Ebro (tramo Flix-Tortosa).



Calculado a partir de los datos de Caiola et al. 2014

4. Requerimientos adicionales

4.1. Condiciones especiales del estuario

4.1.1 Justificación

La IPH en el apartado 3.4.1.4.3. hace una referencia específica a las condiciones ambientales que tienen que cumplir los caudales ecológicos en el caso de las aguas de transición (estuarios). Las tres condiciones fundamentales son:

- a) La duración prolongada de la cuña salina no provoca condiciones de anoxia en el fondo de la cama, ni un desplazamiento significativo o desaparición de especies poco tolerantes a la salinidad, ni un incremento en la frecuencia e intensidad de las floraciones algales, con efectos perjudiciales en el equilibrio de los organismos presentes en la masa de agua.
- b) El régimen de caudales ecológicos tendrá que proporcionar caudales suficientes para generar las tasas de exportación de nutrientes que mantengan la productividad de los mismos.
- c) Las avenidas serán diseñadas para aportar los sedimentos necesarios para mantener los elementos geomorfológicos característicos (islas fluviales, barras de mar, deltas, etc.) y contribuir positivamente a la dinámica costera, así como el mantenimiento de la frecuencia de lavados de la cama de sedimentos finos y material orgánico

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

La ficha descriptiva de la ZEC ES000020 Delta del Ebro, identifica el estuario (hábitat 1130) como elemento clave objeto de conservación dentro de este espacio. El artículo 6.1 de la Directiva Hábitats establece que los Estados miembros fijarán las medidas de conservación necesarias que respondan a las exigencias ecológicas de los tipos de hábitats naturales presentes en los espacios. La síntesis de trabajos científicos en relación a la conservación de este hábitat (AUCT. PL, 2009⁴.) y la propia autoridad administrativa responsable de su conservación en Cataluña (según www.zec.cat), han definido como una

⁴ AUCT. PL. (2009). Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Decir. gral. de Medio Natural. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. ISBN 978-84-491-0911-9

de las medidas principales de conservación establecer un régimen de aportación de agua dulce para mantener los gradientes de salinidad dentro de un rango natural de variación.

El artículo 4.2. de la DMA dispone que cuando más uno de los objetivos ambientales se refieren a una determinada demasiado de agua, se aplicará el más riguroso. En este caso se trata de conocer si los requerimientos de agua dulce del estuario como hábitat de interés comunitario son más exigentes que los correspondientes a la propuesta de caudales ecológicos previstos por el río. En este caso, los caudales ecológicos se tendrán que adecuar a las exigencias adicionales de este hábitat de la zona protegida.

Finalmente, en el caso de las especies protegidas por normativa europea y por normativa nacional/autonómica, el IPH establece que el objetivo del régimen de caudales ecológicos será salvaguardar y mantener la funcionalidad ecológica de las mencionadas especies (áreas de reproducción, cría, alimentación y descanso) y hábitat según los requerimientos y directrices recogidos en las respectivas normativas.

4.1.2 Control y gestión de la cuña salina

La dinámica hidrosalina, su estratificación y rango de variabilidad depende de las aportaciones de agua dulce que reciba el estuario. Son estos gradientes de salinidad y su dinámica los que condicionan en gran medida la presencia y abundancia de las comunidades biológicas. El control y gestión de la cuña salina se convierte en una pieza clave para responder a las exigencias ecológicas de este hábitat.

El tramo final del río Ebro (los últimos 27 km) se comporta parte del tiempo como un estuario altamente estratificado con una cuña salina. La dinámica de esta cuña salina es importante desde los punto de vista ecológico y económico, y está muy ligada a la aportación del río, aunque hay otros factores como la batimetría y el nivel del mar que también juegan un papel importante. Se han realizado diversos estudios a través de modelización numérica para evaluar el papel del régimen de caudales en la dinámica de la cuña salina (Sierra et al. 2004, Ibáñez et al. 1997, Guillén y Palancas 1992). La tabla T.8 sintetiza los principales resultados en relación al caudal de que hace que en el río Ebro no haya cuña salina o el caudal que hace que ésta se quede en la Isla de Gracia.

T.8 Caudales mínimos necesarios para el control de la cuña salina según diferentes estudios científicos

Autor	Caudal que hace que no haya cuña salina (m³/s)	Caudal que hace que la cuña salina se quede en la isla de Gracia (m³/s)
Sierra et al. 2004	410	130
Ibáñez et al. 1997	342	120
Guillén y Palancas 1992	400	150

Tal como se ha mencionado anteriormente, la presencia de la cuña salina es un factor ecológico determinante para el estuario. Para conocer el comportamiento de la cuña salina, se han analizado los caudales mensuales en condiciones naturales a partir de los datos del modelo SIMPA (periodo 1980-2006) y las series medidas en la estación de aforo de Tortosa (periodo 1980-2012). La tabla T.9 compara el número de meses para diferentes condiciones hidrológicas en los que el río no presenta cuña salina o ésta llega hasta Amposta, tanto en régimen natural como en el régimen actual.

T.9 Frecuencias de los periodos sin cuña según diferentes condiciones hidrológicas

Tipo año	Frecuencia sin cuña Natural / actual	Frecuencia sin cuña aguas arriba de la Isla de Gracia. Natural / actual
Seco	4,0 meses / 0 meses	12 meses / 5,5 meses
Medio	5,5 meses / 2,5 meses	12 meses / 9,0 meses
Húmedo	8,0 meses / 5,5 meses	12 meses / 11 meses

En condiciones naturales, en los años secos había 4 meses sin cuña salina en el estuario, los años medios en torno a 5 meses y medio, mientras que en los años húmedos el estuario estaba 8 meses sin cuña salina. Ésta dinámica del estuario ha ido cambiando paulatinamente con los usos de agua de la cuenca. En condiciones reales, los años secos acostumbra a haber cuña salina durante todos los meses del año, en los años medios 2,5 meses no hay cuña salina, mientras que los años húmedos el estuario suele estar 5,5 meses sin cuña salina. Es interesante destacar que la cuña salina no acostumbraba a subir más arriba de la Isla de Gracia en condiciones naturales, excepto en situaciones extremadamente secas. En cambio, la modificación de los caudales por efecto de los usos ha provocado que durante más de 6 meses la cuña salina esté por encima de la Isla de Gracia en los años secos.

En relación al tiempo mínimo de permanencia de la cuña salina en la desembocadura, y en la isla de Gracia, se propone mantener una frecuencia similar a la que hay actualmente, cumpliendo con el principio de no deterioro, a fin de que no empeore con respecto a la situación actual.

Considerando como referencia el estudio más actual, se puede establecer que la cuña salina desaparece con un caudal superior a 410 m³/s. En base a este requerimiento, se ajusta la propuesta de régimen de caudales ambientales calculada inicialmente a partir de métodos hidrológicos, con el fin de que como mínimo unos 2 meses al año se alcancen los caudales que permiten el control de la cuña salina (en años medios). Para años húmedos se

modifica además el caudal del mes de mayo, para conseguir tener 3 meses con lavado de la cuña salina hasta el mar (T.10). El objetivo es conseguir que la presencia de la cuña salina no aumente significativamente respecto de la situación actual, con el fin de garantizar el principio de no deterioro del estado ecológico del estuario.

Este régimen de caudales ambientales no empeoraría las condiciones de salinidad, de modo que no sería necesaria la medida de la instalación de las compuertas para el control de la cuña salina prevista al Programa de medidas del Plan hidrológico del Ebro, la cual podría tener efectos ecológicos contraproducentes.

T.10 Propuesta de caudales ecológicos de la CSTE revisada para el río Ebro en Tortosa incorporando los caudales necesarios para el control de la cuña salina

Tipo año	Régimen de caudales ecológicos (m ³ /s) para el río Ebro en Tortosa												Volumen anual hm ³
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	Jun.	jul.	ago.	sept	
Seco	84	153	204	143	166	212	329*	303	268	147	107	120	5.871
Medio	124	219	249	219	260	283	410	410	310	180	132	151	7.732
Húmedo	192	326	396	321	316	410	475	413	368	212	166	178	9.907

(sombreados los meses en los que el caudal permitiría que no haya cuña salina)

*El mes de abril en año seco, habría que garantizar que como mínimo durante 15 días se superan los 410 m³/s.

4.1.3 Exportación de nutrientes y productividad marina

Diversos estudios científicos recientes han demostrado la influencia de las aportaciones fluviales y de mezcla de viento a la productividad de los pequeños peces pelágicos en el noroeste del Mediterráneo especialmente la anchoa (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*) (Lloret *et al.* 2004, 2006).

La anchoa europea (*Engraulis encrasicolus*) se distribuye sobradamente en todo el mar Mediterráneo y constituye uno de los principales recursos de pesca. En la costa occidental, la pesca de anchoa muestra una tendencia a disminuir desde los años 1990. Las características del ciclo vital de los pequeños peces pelágicos (alta movilidad, cadena trófica basada en el plancton y corta vida) los hacen particularmente sensibles a variables ambientales (Martin *et al.* 2008). Las principales áreas de desove de la anchoa en el Mediterráneo nordoccidental se encuentran en las proximidades de las desembocaduras de los dos ríos mayores de la región, el Ródano y del Ebro (Palomera i Sabatés, 1990; Palomera, 1992; García i Palomera, 1996). La presencia de larvas está fuertemente asociada con las aportaciones de agua dulce (Palomera, 1992; Sabatés *et al.*, 2001). Se

deberá profundizar en los estudios científicos para determinar la relación cuantitativa entre caudales y nutrientes del río Ebro y la producción pesquera.

4.2. Régimen de crecidas para mejorar las condiciones ecológicas y geomorfológicas del tramo final del Ebro

4.2.1 Justificación

Para alcanzar los objetivos ambientales, la IPH establece en su apartado 3.4.1.3.1. que el régimen de caudales ecológicos en el caso de los ríos tendrá que incluir 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.

Para el caso específico de las aguas de transición, se deberán definir caudales altos y crecidas que favorezcan la dinámica sedimentaria, la distribución de nutrientes en las aguas de transición y los ecosistemas marinos próximos, así como el control de la intrusión marina en los acuíferos adyacentes.

Desde el punto de vista de la dinámica ecológica, las crecidas del río Ebro constituyen episodios naturales de importancia. 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). Estas crecidas incrementan la heterogeneidad y complejidad del ambiente fluvial con sus diferentes *galachos* y brazos secundarios, remansos y áreas de inundación. La diversidad de especies se correlaciona directamente con la complejidad del hábitat, de modo que una alta diversidad de especies se relaciona con una alta heterogeneidad espacial y una cierta variabilidad temporal.

Hay que recordar que la ZEC Riberas e islas del Ebro (ES5140010) es un espacio formado por el conjunto de islas fluviales del curso bajo del Ebro, resultado de la geodinámica fluvial del río. Esta dinámica fluvial permite el mantenimiento de estos biotopos, aislados geográficamente, con una vegetación de ribera y corrientes de agua permanente en un estado más o menos bueno de conservación, y permite el refugio de una fauna de notable interés.

Las crecidas también ejercen un importante papel como elementos perturbadores que controlan la presencia y abundancia de diferentes especies. En los últimos años, la

proliferación de macrófitos en el tramo bajo del Ebro ha sido espectacular y es importante controlar su proliferación y disminuir los efectos negativos que éstos producen sobre el sistema ecológico, socioeconómico y hidromorfológico, como el favorecimiento de especies invasoras, la proliferación de mosca negra, las dificultades para la navegación y la afectación al sistema de refrigeración de la Central Nuclear de Ascó. La disminución de las crecidas del Ebro también ha comportado el deterioro de su estado hidromorfológico y una menor capacidad de transportar sedimentos.

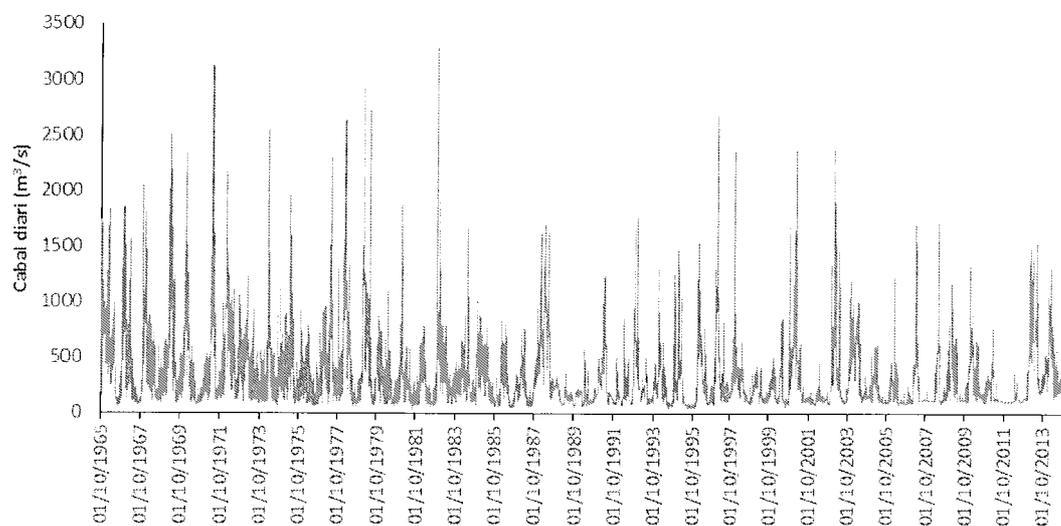
La proliferación de macrófitos ha comportado un cambio de las características hidrodinámicas del río, que afectan a la composición granulométrica del sustrato. La colmatación de finos reduce la infiltración del agua superficial en el sedimento, disminuyendo los niveles de oxígeno, y produce disfunciones en las relaciones entre medio acuático y hiporreico. Las consecuencias y efectos sobre especies de gran interés, como *Margaritifera auricularia*, han sido puestas de manifiesto por diversos autores.

Finalmente hay que señalar el papel positivo de las crecidas naturales en la conservación de las especies nativas. Ante estos episodios, las especies autóctonas han desarrollado diferentes adaptaciones y estrategias (morfológicas, ecológicas y etológicas) que les permiten tolerar las fuertes presiones sin desaparecer del medio a largo plazo, cosa que no pasa en el caso de las especies introducidas.

4.2.1. Caracterización de las crecidas con capacidad de mejorar las condiciones ecológicas y geomorfológicas en el tramo final del río Ebro

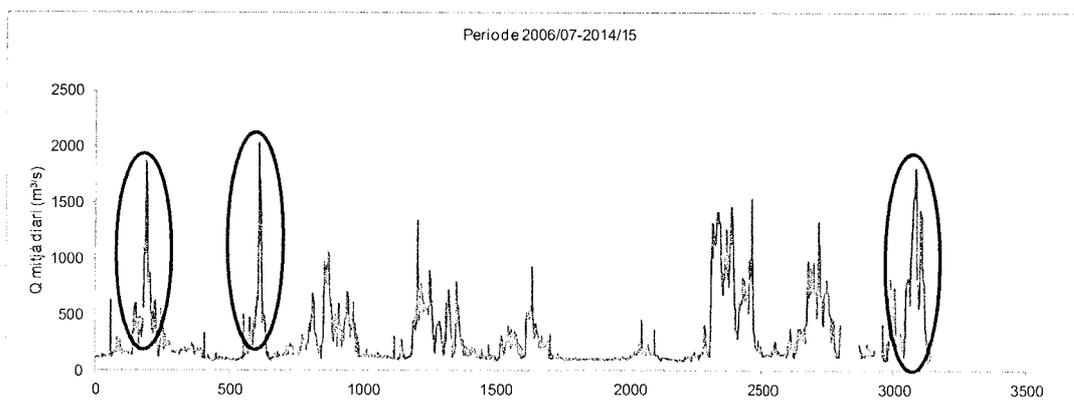
Desde la puesta en operación de los embalses de Ribarroja, Mequinença y Flix, el régimen hidrológico del Río Ebro en su tramo final ha mantenido episodios de crecidas que progresivamente han ido reduciendo su magnitud y frecuencia. En el estudio de las crecidas, el seguimiento ambiental realizado los últimos años ha permitido establecer valores umbral de caudal a partir de los cuales se han observado cambios ecológicos significativos en el río. Éste es el caso de los valores de crecida próximos a 2.000 m³/s.

F.5 Serie de caudales diarios de 1965 a 2013



Para el periodo 2006/07-2014/15 se han registrado 3 crecidas con un caudal máximo medio diario igual o superior a los 1.800 m³/s. Las crecidas se produjeron en marzo del 2007; mayo del 2008 y febrero del 2015 (Fig. F.6).

F.6 Localización de las crecidas analizadas para el periodo 2006/07-2014/15



En la crecida del año 2007 se pudo medir la disminución de la cobertura de macrófitos en dos tramos de unos 2 km de longitud en Móra d'Ebre y Ginestar (Ibáñez et al. 2012). En el tramo de Móra la cobertura pasó del 36,6% al 9,80%, y en el tramo de Ginestar pasó del 21,2% al 2,0%.

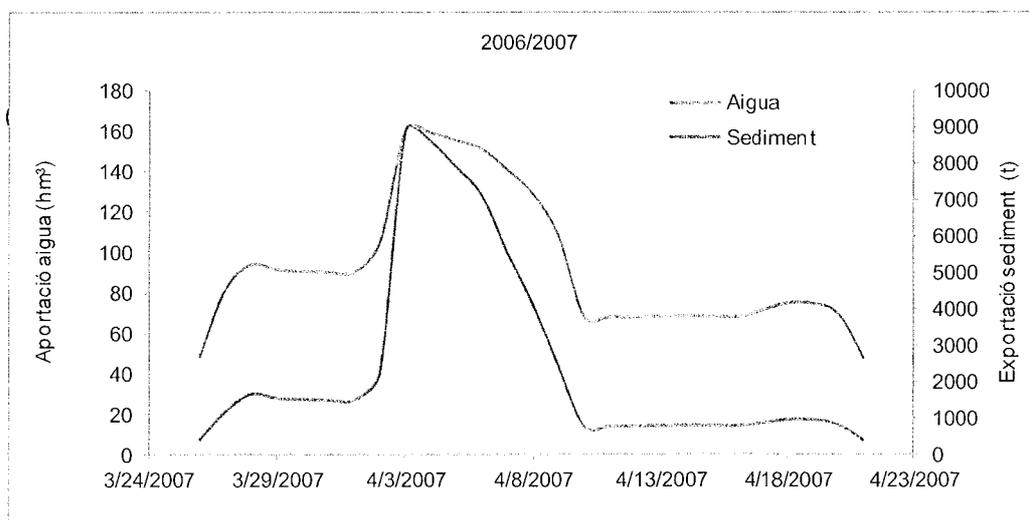
La crecida del 2008 tuvo características muy parecidas a la del 2007, pero no se pudieron medir el cambios en la cobertura de macrófitos. La crecida del 2015 presentó caudales similares pero una duración más larga (33 días); en este caso la inspección del tramo Miravet-Benifallet con barca mostró que la crecida tuvo una efectividad muy alta en la eliminación de macrófitos, aunque no se pudo medir el cambio de cobertura.

La aportación media de agua de las 3 crecidas ha sido de 2.724 hm³, con una duración media de 27 días y un caudal medio diario de 1.170 m³/s. La concentración media de sedimento estimada por este caudal es de 24.6 mg/L, y la exportación total media de sedimento para las 3 crecidas fue de unas 82.533 toneladas (en las condiciones actuales, con embalses).

Individualmente, la crecida del mes de marzo del 2007 (Fig. F.7) tuvo una duración de 27 días, con una aportación de agua total de 2.507 hm³ y un caudal máximo diario de 1856 (Tabla T.11). El total de sedimento exportado por esta crecida se estima en unas 65.250 t, que representa el 63% del total de sedimento transportado aguas abajo para este año.

La crecida del mes de mayo del 2008 (Fig. F.8) tuvo una duración de 21 días con una aportación de agua total de 2.172 hm³, y un caudal máximo diario de 2.025 m³/s (Tabla T.12). El total de sedimento exportado por esta crecida se estima en unas 75.336 t, que representó el 81% del total de sedimento transportado al transcurso de este año (101.510 t).

F.7 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de marzo de 2007.

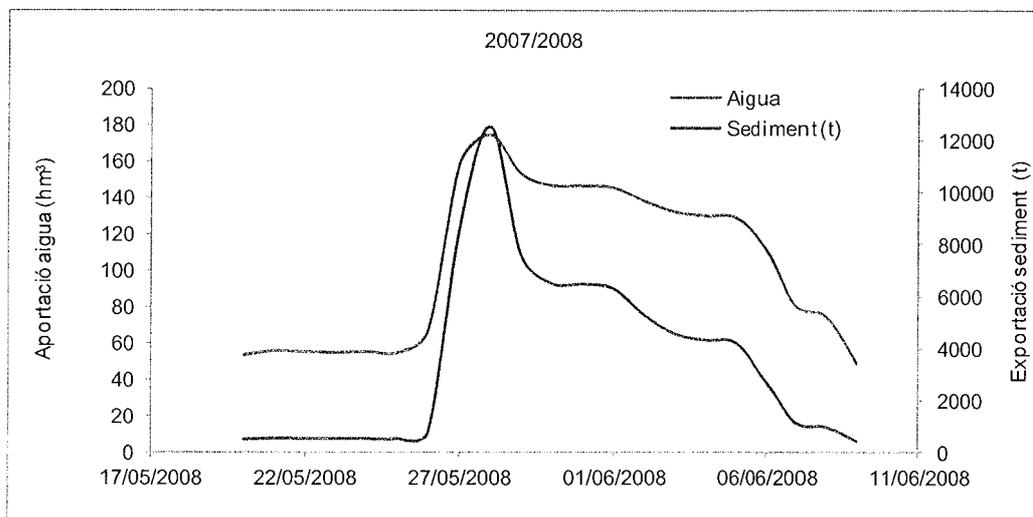


T.11 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el mes de marzo del 2007.

Crecida 2007			
Agua		Sedimento	
Q medio diario (m ³ /s)	1075	C media diaria (mg/L)	20,88
Q máximo medio diario (m ³ /s)	1856	C máxima media diaria (mg/L)	55,68
Q máximo instantáneo (m ³ /s)	1880	C máxima instantánea (mg/L)	57,71
Aportación total de agua (hm ³)	2507	Aportación total de sedimento (t)	65250
Duración total (días)	27	Duración total (días)	27

Q = Caudal; C = concentración de sedimento en suspensión

F.8 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de mayo de 2008.



T.12 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el mes de mayo del 2008.

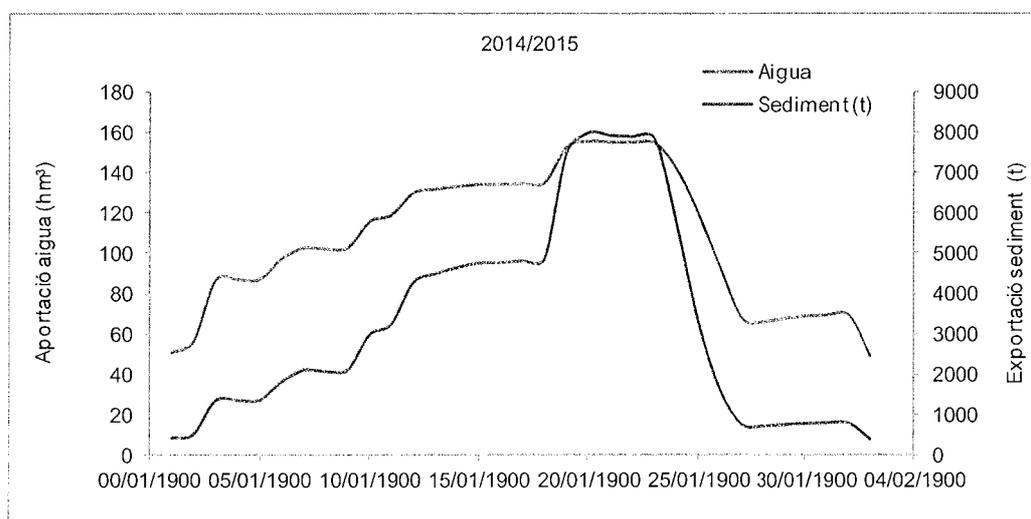
Crecida 2008			
Agua		Sedimento	
Q medio diario (m ³ /s)	1197	C media diaria (mg/L)	27,09
Q máximo medio diario (m ³ /s)	2025	C máxima media diaria (mg/L)	71,82
Q máximo instantáneo (m ³ /s)	2052	C máxima instantánea (mg/L)	74,80
Aportación total de agua (hm ³)	2172	Aportación total de sedimento (t)	75336
Duración total (días)	21	Duración total (días)	21

Q = Caudal; C = concentración de sedimento en suspensión

La crecida del mes de febrero del 2015 (Fig. F.9) tuvo una duración de 33 días con una aportación de agua total de 3.534 hm³, y un caudal máximo diario de 1.802 m³/s (Tabla T.13). El total de sedimento exportado por esta crecida se estima en unas 107.014 t, que representó el 62% del total de sedimento transportado (173.632 t) durante los primeros 7 meses de este año hidrológico.

En el informe del año 2010 que redactó el IRTA por encargo del ACA, relativo al balance de sedimentos en el tramo final del río Ebro, también se caracterizó una crecida del año 2009 (febrero) con un caudal máximo menor, que presentaron las características recogidas en la T.14.

F.9 Hidrograma y sedimentograma del total de agua y sedimento transferido durante la crecida de febrero de 2015.



T.13 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada en febrero del 2015.

Crecida 2015			
Agua		Sedimento	
Q medio diario (m ³ /s)	1.239	C media diaria (mg/L)	25,96
Q máximo medio diario (m ³ /s)	1.802	C máxima media diaria (mg/L)	51,40
Q máximo instantáneo (m ³ /s)	1.808	C máxima instantánea (mg/L)	51,80
Aportación total de agua (hm ³)	3.534	Aportación total de sedimento (t)	107.014
Duración total (días)	33	Duración total (días)	33

Q = Caudal; C = concentración de sedimento en suspensión

T.14 Principales parámetros hidro-sedimentológicos de la crecida registrada el año 2009.

Crecida 2009			
Agua		Sedimento	
Q medio diario (m ³ /s)	773	C media diaria (mg/L)	-
Q máximo medio diario (m ³ /s)	1.088	C máxima media diaria (mg/L)	-
Q máximo instantáneo (m ³ /s)	1.088	C máxima instantánea (mg/L)	-
Aportación total de agua (hm ³)	2.258	Aportación total de sedimento (t)	42.199
Duración total (días)	34	Duración total (días)	34

Q = Caudal; C = concentración de sedimento en suspensión

Se puede concluir que en los últimos 10 años se han producido como mínimo 3 crecidas de primavera con capacidad para reducir la densidad de macrófitos de forma eficaz.

La aportación media de agua de las 3 crecidas ha sido de 2.724 hm³, con una duración media de 27 días, un caudal medio diario de 1.170 m³/s, y un caudal máximo diario de 1.894 m³/s.

A partir de las características de estas crecidas, tanto en magnitud como en duración, se estima que permitirían el transporte de unos 2 millones de Tm anuales de sedimento aplicando la técnica de arrastre controlado en el embalse de Riba-roja (IRTA, 2009). Por lo tanto, al falta de estudios más detallados, no habría que considerar caudales adicionales para el transporte de sedimento (el volumen necesario se estima en unos 800 hm³).

4.2.2 Propuesta de caudales generadores

Se considera necesaria una avenida fuerte entre los meses de marzo, abril y mayo, y otra avenida, adicional, de menor magnitud en otoño, si es necesario. El caudal máximo de avenida, en primavera, se define entorno a los 1.800 m³/s. Esta avenida debería realizarse en años húmedos. En caso de años medios, se propone estudiar su viabilidad en función de las reservas de agua y el estado ecológico del río.

La tasa de descenso de las avenidas no tendrá que ser brusca para no afectar a las comunidades biológicas aguas abajo de las grandes presas.

Los caudales de avenida serían un elemento del régimen de caudales ecológicos a incorporar en años húmedos, pero no en el caso de años secos o sequías prolongadas.

T.15 Régimen de avenidas para el río Ebro en Tortosa en años húmedos

Tipo año	Caudales de avenida para el río Ebro en Tortosa m ³ /s											
	oct.	nov.	dic	en	feb.	mar	abr.	may	juni	jul.	ago.	sept
Húmedo	-	-	-	-		-	1800	-	-	-	-	-

Sombreado el periodo en lo que se pueden dar las crecidas

La duración de estos episodios de crecida, desde que se inician en las condiciones ordinarias hasta que vuelven a las mismas está en media de 27 días.

Para que las avenidas sean efectivas para el control de macrófitos se recomienda realizarlas cuando la temperatura del agua sea superior a 14°C.

5. Mantenimiento y conservación de las zonas protegidas

Según la guía europea de caudales ecológicos, su definición tiene que tener en cuenta el principio de no deterioro, la consecución del buen estado ecológico y la satisfacción de los requisitos específicos de los espacios protegidos incluyendo las designadas por la protección de hábitats y especies donde el agua es un factor importante para su protección, e incluyendo los espacios de la Red Natura 2000 designados a partir de la Directiva de pájaros y la de hábitats.

5.1. Funciones ambientales asociadas al régimen de caudales ecológicos del curso inferior del río Ebro

A continuación se resumen las principales funciones ambientales asociadas al régimen de caudales ecológicos del curso inferior del río Ebro que ya se tuvieron en cuenta en el momento de preparar la propuesta de régimen de caudales ecológicos de la CSTE.

1. Mantener la diversidad del hábitat y su conectividad a través de los gradientes espaciales de salinidad, de modo que existan como máximo cambios leves en la distribución y presencia de las especies de flora y fauna características.
2. Mantener unas condiciones hidrodinámicas adecuadas (turbulencia y mezcla), de manera tal que sea efectivo:
 - Control de la frecuencia y duración de los procesos de estratificación, minimizando el riesgo de pérdida de las buenas condiciones de calidad del agua del fondo por anoxia o floraciones algales.
 - Favorecer los mecanismos de dispersión de determinadas especies (suspensión o transporte de huevos y larvas, entonces, etc.).
 - Controlar la intrusión marina en los acuíferos adyacentes en el caso de pantanales costeros
3. Mantener la diversidad espacial y temporal de las condiciones del hábitat para satisfacer las necesidades de las diferentes especies a lo largo de sus ciclos vitales.
4. Sincronizar los patrones estacionales del régimen de flujo de agua dulce y del régimen salino con otros parámetros ambientales (temperatura, luz, nutrientes, etc.) para la consecución de determinados procesos biológicos (hidrocoria, reproducción, migración y dispersión, etc.).
5. Controlar la presencia y abundancia de las diferentes especies (fitoplancton, macrófitos , fauna bentónica, peces, etc.) a través de:

- Mecanismos de control físico de los caudales altos (abrasión, erosión y arrastre) en el caso de ríos y estuarios
 - Mecanismos de control por inundación en el caso de ecosistemas acuáticos lénticos.
 - Favorecer la dispersión y movilidad de los organismos biológicos (hidrocoria, migración, etc.)
6. Contribuir a mantener las condiciones físico-químicas del agua y del sedimento:
- Evitando la acumulación excesiva de materia orgánica y sus consiguientes riesgos de anoxia en los sistemas lóticos.
 - Favoreciendo los fenómenos de dilución por la entrada puntual o difusa de sustancias contaminantes.
 - Dificultando las condiciones propicias para las floraciones algales
 - Conservando los niveles propios de turbidez que controlan el régimen luminoso de la columna de agua y la producción primaria de los ecosistemas.
7. Mejorar las condiciones y disponibilidad del hábitat a través de la dinámica geomorfológica:
- Evitando los problemas de acumulación de partículas finas en el sustrato.
 - Manteniendo la distribución de medidas de sedimentos en el lecho y su movilidad en el caso de sistemas lóticos.
 - Conservando las características de la medida y forma del canal, así como sus elementos estructurales (islas fluviales, meandros abandonados, etc.) que constituyen el hábitat de determinadas especies en el caso de sistemas lóticos.
 - Favoreciendo la deposición de sedimentos y nutrientes los estuarios, deltas y ecosistemas costeros.
8. Control y mejora de los procesos hidrológicos que controlan la conexión de las aguas de transición con el río, el mar y los acuíferos asociados (recarga, conectividad, etc.)
- Controlando indirectamente la dinámica de flujos en las aguas de transición a través de los mecanismos de clausura - abertura de la boca del estuario
 - Controlando la frecuencia, duración y alcance de la cuña salina
 - Evitando la colmatación de finos que comporta a la pérdida de las condiciones adecuadas del medio hiporreico y dificulta la conectividad del acuífero-río

De este modo, en la definición de la propuesta de caudales ecológicos se persigue tanto los objetivos generales del Buen Estado Ecológico como los objetivos particulares de las Zonas Protegidas y la conservación de especies.

5.2. Objetivos específicos de las zonas protegidas

5.2.1. Objetivos generales

La propuesta de caudales ecológicos está vinculada a los lugares de la Red Natura 2000 que estén influidos directamente o indirectamente por el régimen de caudales. La Red Natura 2000 de la Unión Europea incluye las Zonas de Especial Conservación (ZEC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). En estos casos, los caudales ecológicos deberían ser adecuados para mantener o restablecer *el estado de conservación favorable* de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario listadas a los anexos la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 2009/147/CE. En estas zonas y según corresponda, se debe velar por:

- i. Mantener o ampliar el área de distribución de los hábitats naturales del anexo I y las superficies comprendidas dentro de la mencionada área;
- ii. Mantener a largo plazo y en un futuro previsible la estructura y las funciones específicas necesarias para que existan los mencionados hábitats naturales
- iii. Mantener el estado de conservación favorable de las especies típicas de un hábitat natural
- iv. Evitar alteraciones en las poblaciones de las especies del anexo II de manera tal que los datos sobre la dinámica de las poblaciones de la especie en cuestión indiquen que la misma sigue o no puede continuar constituyendo a largo plazo un elemento vital de los hábitats naturales a que pertenezca;
- v. Mantener el área de distribución natural de las especies del anexo II de manera tal que no se esté reduciendo ni amenace con reducirse en un futuro previsible;
- vi. Propiciar las condiciones necesarias a través del régimen de caudales que exista y probablemente continúe existiendo un hábitat de extensión suficiente para mantener las poblaciones de las especies del anexo II a largo plazo.

Finalmente, para las especies que corresponda listadas del anexo IV (a) de la Directiva Hábitats 92/43/CEE, así como las especies pertinentes incluidas en los Catálogos de Especies Amenazadas, el régimen de caudales ecológicos debe mantener unas condiciones adecuadas para salvaguardar la continua funcionalidad ecológica de sus áreas de cría y

descanso a que contribuya eficazmente al sistema de estricta protección de las mismas. De todos modos habrá que profundizar en el conocimiento de la relación entre los caudales y el estado de conservación de las especies y los hábitats que dependen del río.

5.2.2. Zonas protegidas dependientes de las aguas continentales en el tramo inferior del río Ebro

ZEC Riberas e islas del Ebro (ES5140010)

Espacio formado por el conjunto de islas fluviales del curso bajo del Ebro: Vinallop, Audi, Miravet y Mora, y por diversos tramos del mismo río el espacio también incluye las riberas del río Ebro entre Riba-roja y Flix. Dado que la dinámica fluvial va modelando de manera continuada sus límites, éstos quedarán en todo momento definidos por los márgenes fluviales. Son un excelente exponente del resultado de la geodinámica fluvial del Ebro. El mantenimiento de estos biotopos, aislados geográficamente, con una vegetación de ribera y corrientes de agua permanente en un estado más o menos bueno de conservación, permite el refugio de una fauna de notable interés. Nidifican varias especies de avifauna (*Alcedo atthis*, *Charadrius dubius*, *Actitis hypoleucos*, *Nycticorax nycticorax*, *Charadrius dubius*, *Ardea purpurea*, *Circus aeruginosus*). Con respecto a los mamíferos están presentes la llúdriga (*Lutra lutra*) y la rata de agua (*Arvicola sapidus*). También se encuentran reptiles acuáticos interesantes como la tortuga de arroyo (*Mauremys leprosa*) y algunas especies de peces (*Alosa fallax*, *Chondrostoma toxostoma*, *Cobitis paludicola*, *Leuciscus cephalus*, *Blennius fluviatilis* y *Anguilla anguilla*).

Incluye dos espacios del Plan de Espacios de Interés Natural (Riberas e Islas del Ebro y Ribera del Ebro en Flix) que también son reservas naturales de fauna salvaje.

Entre las medidas de conservación recomendadas hay algunas que tienen mucho que ver con la regulación de las extracciones de agua y el establecimiento de unos caudales ambientales:

- Mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal (*Alosa fallax*, *lutra lutra*, *cobitis taenia*, hábitats con los códigos 92A0 y 3260)
- Evaluación y control de las actuaciones que produzcan drenajes, captaciones o que puedan impedir la llegada de agua tanto superficial como freática (hábitats con los códigos 92A0 y 92D0)
- Conservación de las zonas conocidas de puesta regular de la especie y mejora del estado de las zonas de reproducción potenciales de la especie en todo el curso bajo

del río, Construcción de escalas de peces u otros sistemas para asegurar la continuidad natural del curso fluvial en presas, canales u otros elementos existentes, tanto en zonas con presencia actual como potencial de la especie (*Alosa fallax*)

- Mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas (*Alosa fallax*, *cobitis taenia*, hábitats con los códigos 92D0, 92A0. 3260)

Destaca en este espacio protegido la particularidad del meandro de Flix, Reserva Natural de Fauna Salvaje y espacio Red Natura 2000, que se encuentra afectado especialmente por la falta de caudal circulante por el hecho de que éste es derivado en la presa de Flix para la central hidroeléctrica, que devuelve el caudal al meandro 5,3 Km aguas abajo. Son imprescindibles medidas para asegurar un caudal circulante en el meandro ya que actualmente, y durante la mayor parte del año, sólo circulan los caudales provenientes de los escapes de las compuertas de la presa. Este caudal tiene que garantizar la conservación de especies y hábitats de este espacio natural protegido, a la vez que evitar los problemas generados por las aguas estancadas y las elevadas temperaturas (proliferación de mosquitos, blooms algales, mosca negra...).

Aunque no está incluida en la ficha del ZEC, otra medida de conservación importante se evitar oscilaciones repentinas de nivel en el embalse de Flix en régimen de operación ordinario del sistema de embalses Mequinenza-Riba-roja de Ebro y Flix.

Las islas fluviales que forman parte de los espacios incluidos en la Red Natura 2000 sufren una alteración importante del hábitat en verano cuando el caudal desciende por debajo de 150 m³/s. Harían falta estudios de hábitat en estas zonas para complementar la información disponible.

Entre los valores de conservación que requieren una especial atención en este espacio se encuentra a la náyade auriculada *Margaritifera auriculària*. Es el único espacio de la Red Natura 2000 del estado en lo que se encuentra presente esta especie, de modo que la desaparición de la misma comportaría la pérdida de esta especie en el conjunto de la Red.

Si bien las estimaciones desde el año 2002 hasta el 2005 eran de unos pocos millares de ejemplares, actualmente los efectivos poblacionales se han visto muy reducido a causa de la pérdida de hábitat y de los cambios drásticos que ha sufrido el tramo bajo del río Ebro. Actualmente se está amando la población real, que pasará de los pocos millares a los pocos centenares en el mismo tramo de río.

La evaluación del hábitat a nivel de región biogeográfica ha sido calificada de "Desfavorable-Malo" (Araujo, 2012⁵). Esta calificación se justifica por el hecho de que el río Ebro está desestructurado y segmentado por presas y azudes. Existe una gran detracción de agua y contaminación tanto del agua como del suelo. A su paso por Cataluña, la proliferación de macrófitos también contribuye a la desaparición de su hábitat idóneo. Esta diagnosis coincide con la realizada desde el Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural, donde se identifican entre los factores de amenaza la desecación o el condicionamiento de las masas de agua y la ocupación de los fondos de grava óptimos para *Margaritifera auricularia* por parte de macrófitos y lodos, que provocan la asfixia de las náyades. Además, también se ha observado que existe una problemática en relación con la conservación de las náyades tiene relación con el hecho de que quedan atrapadas cuando desciende bruscamente el nivel del río después de avenidas, a causa de la regulación de la presa de Flix para el turbinado hidroeléctrico.

En los muestreos recientes de la especie, actualmente sólo parecen encontrarse en playas someras y brazos laterales del río con fondo de gravas consolidadas y bien ventiladas por una corriente rápida, pero separada del flujo principal (Araujo, 2012). En estas circunstancias resulta enormemente relevando para responder a las exigencias ecológicas de la especie mantener unas condiciones hidrológicas y ecológicas adecuadas en los brazos laterales de las islas, estrechamente relacionado con los caudales estacionales elevados y los episodios de crecidas.

ZEC y ZEPA Delta del Ebro (ES0000020)

El Delta es un sistema dinámico resultado de un continuo de procesos estructurales y de las transformaciones antrópicas de los últimos años. Constituido por una gran llanura aluvial indisociable de un sistema de lagunas y lagos, de grandes extensiones de playas arenosas, de aguas y suelos con diferentes gradientes de salinidad. La población vegetal del Delta es la mejor muestra de la vegetación de marjales y costera del litoral arenoso en Cataluña, que acoge algunos elementos de gran singularidad. La fauna del Delta es particularmente rica y variada y está representada por diversos grupos tanto de invertebrados como de vertebrados, entre los cuales destacan las aves. La gran diversidad de ambientes deltaicos acogen poblaciones faunísticas muy diversas, algunas de ellas muy interesantes desde un punto de vista zoogeográfico. El Delta del Ebro constituye un extenso pantanal de características únicas en Cataluña, que acoge un conjunto de

⁵ Araujo, R. 2012. *Margaritifera auricularia*. Lo: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 54 pp.

sistemas naturales, acuáticos y terrestres, de excepcional singularidad y diversidad de un medio poco representado en el litoral mediterráneo. Por sus dimensiones y variedad morfológica, constituye la formación deltaica más importante del mediterráneo occidental. La notable diversidad de ambientes se traduce en un paisaje singular con un poblamiento faunístico muy relevante, sobre todo ornitológico.

Incluye el espacio del Plan de Espacios de Interés Natural nombrado Delta del Ebro, así como otras figuras de protección especial: Parque Natural del Delta del Ebro, Reservas Naturales de fauna salvaje de la Estación biológica el Canal Vell, de la isla de Sant Antoni, de la laguna del Encierro, y de la Punta del Fangar y Reservas Naturales parciales de la Punta del Cuerno y de la Isla de Sapinya.

Entre las medidas de conservación recomendadas hay algunas que tienen mucho que ver con la regulación de las extracciones de agua y el establecimiento de unos caudales ambientales:

- Mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal (*Alosa fallax*, *Cobitis taenia*)
- Establecimiento de un régimen de aportación de agua dulce para mantener los gradientes de salinidad dentro de un rango natural de variación (1130, 1150*)
- Regulación, si ocurre, de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas (3140).
- Conservación de las zonas conocidas de puesta regular de la especie y Mejora del estado de las zonas de reproducción potenciales de la especie en todo el curso bajo del río, y construcción de escalas de peces u otros sistemas para asegurar la continuidad natural del curso fluvial en presas, canales u otros elementos existentes, tanto en zonas con presencia actual como potencial de la especie (*Alosa fallax*)
- Evaluación y control de las actuaciones que produzcan drenajes, captaciones o que puedan impedir la llegada de agua tanto superficial como freática (7210*, 1150*, 1420, 92D0, 1320).
- Evaluación y regulación, si ocurre, de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas (*Valencia hispanica*).
- Control de la calidad del agua a nivel del hábitat, así como de la adecuada aportación de sedimentos (1130).
- Control de la calidad del agua a primera línea de costa, así como de la adecuada aportación de sedimentos (1106).

- Regulación de los dragados, canalizaciones o implantación de actividades extractivas que puedan modificar el lecho y el caudal del río donde se encuentre presente el hábitat de la especie (*Mauremys leprosa*, *Emys orbicularis*)
- Mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas (*Aphanius iberus*, *Valencia hispanica*, *Cobitis taenia (paludicola)*, *Alosa fallax*, *Emys orbicularis*, *Mauremys leprosa*, 92D0 3150, 1410).
- Promoción del uso sostenible del regadío (1420).

ZEPA marina Delta-Columbretes (ES0000512)

Este gran espacio marino comprende la totalidad de la plataforma y parte del talud continental bajo la influencia directa del río Ebro. Se extiende paralelo a la costa, a lo largo de más de 140 km, desde el cabo de Salou al norte, hasta el entorno de las Islas Columbretes y Castellón de la Plana al sur. Los aportes sedimentarios del Ebro a lo largo del tiempo explican la presencia de una plataforma continental particularmente amplia en esta zona, que en algunos puntos se extiende hasta unos 70 km de la costa. El "espacio marino del Delta del Ebro-Islas Columbretes" engloba una de las áreas marinas de alimentación más importantes para las aves marinas en todo el Mediterráneo. En el caso de las especies más ligadas a la costa, como gaviotas y rufiánes, la riqueza en alimento se traduce en la presencia de importantes colonias de cría adyacentes en la zona marina, principalmente en el delta del Ebro y, en menor medida, en las Islas Columbretes.

La relación existente entre caudales fluviales y pesqueras marinas (anchoa y sardina) (Lloret *et al* 2006, Martín *et al*, 2008) hace que el régimen de caudales de la desembocadura del Ebro sea un factor importante para alcanzar un buen estado de conservación de las especies marinas de pájaros designadas como elemento de conservación en formulario de la ZEPA Delta del Ebro.

5.2.3. Elementos objeto de conservación segunda la Red Naturaleza 2000

El Anexo 2 detalla los hábitats y especies de interés comunitario presentes en cada espacio ZEC o ZEPA, con información de la superficie que ocupan y destacando los elementos clave.

5.2.4. **Elementos clave de conservación relacionados con el caudales ecológicos y requerimientos de los elementos claves en relación a la propuesta de caudales ecológicos**

1130 Estuarios y embocaduras deltaicas

Presencia segura en la ZEC Delta del Ebro (ES0000020) donde ocupa 80,6 km.

Entre las amenazas recogidas en la ficha del hábitat se encuentra la modificación de la circulación del agua y deposición de sedimentos.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha establece como medida prioritaria de gestión del hábitat el establecimiento de un régimen de aportación de agua dulce para mantener los gradientes de salinidad dentro de un rango natural de variación. También el control de la calidad del agua a primera línea de costa, así como de la adecuada aportación de sedimentos.

92A0-Alberedes, salzedes y otros bosques de ribera

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde ocupa 2,33 ha, y en Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde ocupa 109,27 ha y es un elemento clave para el ZEC según la ficha del espacio.

Entre las amenazas recogidas en la ficha del hábitat se encuentran las alteraciones en la dinámica y flujo de agua, general, las estructuras que modifican los cursos de agua continentales y la alteración del caudal.

Con respecto a las medidas de conservación, como gestión preventiva la ficha recomienda el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal.

El caudal de agua es uno de los indicadores del estado de conservación.

92D0-Bosquines y matorrales meridionales de ramblas, ramblas y lugares húmedos (Nerio-Tamaricetea)

Presencia segura en el ES0000020 - Delta del Ebro (8 localidades), ES5140010 - Riberas e Islas del Ebro (23,49 ha). En ambos espacios es un elemento clave para el ZEC según la ficha del espacio.

Entre las amenazas recogidas en la ficha del hábitat se encuentran la creación de nuevos regadíos y alteraciones en la dinámica y flujo del agua superficial o subterránea.

Con respecto a las medidas de conservación como gestión preventiva la ficha recomienda la evaluación y control de las actuaciones que produzcan drenajes, captaciones o que

puedan impedir la llegada de agua tanto superficial como freática y el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal. Recomienda también como gestión o restauración de ecosistemas /hábitats la ampliación de la conectividad entre las localidades del hábitat y el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas adecuadas del agua.

3270-Ríos con orillas lodosas colonizadas por herbazales nitrófilos del *Chenopodium rubri* (p.p.) y del *Bidention* (p.p.)

Presencia segura en el ZEC Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde ocupa 0,34 ha.

Entre las amenazas recogidas en la ficha del hábitat se encuentra la regulación artificial de los cursos de agua.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal, la regulación de los dragados, canalizaciones o implantación de actividades extractivas que puedan modificar el lecho y el caudal del río donde se encuentre presente el hábitat, la regulación si ocurre, de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuados, el control de especies invasoras propiciando su erradicación en las zonas con presencia importante del hábitat así como el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas adecuados del agua. El caudal de agua es uno de los indicadores del estado de conservación.

3280-Ríos mediterráneos permanentes, con césped nitrófilo del *Paspalo-Agrostidion* orlado de álamos y sauces

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde ocupa 0,1 ha, y en Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde ocupa 0,34 ha.

Entre las amenazas recogidas en la ficha del hábitat se encuentra la disminución de caudales.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda la regulación, si ocurre, de la extracción de agua por riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas, la regulación de los dragados, canalizaciones o implantación de actividades extractivas que puedan modificar el lecho y el caudal del río donde se encuentre presente el hábitat, el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de

agua en periodos que no se mantenga este caudal, el control de especies invasoras propiciando su erradicación en las zonas con presencia importante del hábitat y el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas. El caudal de agua es uno de los indicadores del estado de conservación.

Alosa fallax

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde se encuentra a lo largo de 11,42 km, y a Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde se encuentra a lo largo de 3,11 km. En ambos espacios es un elemento clave.

Entre las amenazas recogidas en la ficha se encuentra la canalización y desvío de agua, proyectos hidroeléctricos, presas y diques, muros de contención y playas artificiales que afectan a la ecología y la dinámica poblacional.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal, conservación de las zonas conocidas de puesta regular de la especie, mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas, mejora del estado de las zonas de reproducción potenciales de la especie en todo el curso bajo del río y construcción de escalas de peces u otros sistemas para asegurar la continuidad natural del curso fluvial en presas, canales u otros elementos existentes, tanto en zonas con presencia actual como potencial de la especie.

Aphanius iberus

Presencia segura en el ZEC Delta del Ebro (ES0000020) donde se encuentra en 2642,83 ha, y es un elemento clave.

Entre las amenazas recogidas en la ficha se encuentra la canalización y desvío de agua, la fragmentación por medio de nuevas infraestructuras hidráulicas, de rompeolas artificiales, canalizaciones, etc., que afectan a su ecología y dinámica poblacional, las captaciones de agua procedentes de aguas superficiales, las captaciones de agua subterránea, la sobreexplotación de acuíferos, diques, muros de contención, playas artificiales, el aislamiento de las poblaciones y la pérdida de variabilidad genética intrapoblacional, así como la desecación de las aguas para captaciones, drenajes, desvíos de cursos o cambios en el terreno.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda la evaluación y regulación, si ocurre, de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de

agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas, el control y erradicación de especies exóticas en las masas de agua relevantes para la especie, y el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas.

Cobitis taenia

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde se encuentra a lo largo de 1,97 ha, y en Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde se encuentra a lo largo de 1,53 km. En ambos espacios es un elemento clave.

Entre las amenazas recogidas en la ficha está la extracción de agua por uso agrícola, industrial o urbano, los pequeños proyectos hidroeléctricos, presas, la contaminación de aguas superficiales, las especies invasoras y especies alóctonas de plantas y animales.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal, el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas, así como la construcción de escalas de peces u otros sistemas para asegurar la continuidad natural del curso fluvial en presas, canales u otros elementos existentes, tanto en zonas con presencia actual como potencial de la especie.

Emys orbicularis

Presencia segura en el ZEC Delta del Ebro (ES0000020) donde es un elemento clave. En el Delta del Ebro, donde se hace un seguimiento anual y se realizan introducciones en dos zonas.

Entre las amenazas recogidas en la ficha de la especie hay la canalización y los desvíos de agua, la contaminación de aguas superficiales, las captaciones de agua superficiales y subterráneas, así como la desecación por captaciones, drenajes, desvíos de cursos o cambios en el terreno.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda la evaluación y regulación, de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas, el control y erradicación de especies exóticas en las masas de agua relevantes para la especie, el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas, y la regeneración de pantanales y lagunas desecadas o contaminadas.

Lutra lutra

Presencia segura en el ZEC Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde se encuentra a lo largo de 11,38 km y es un elemento clave por el espacio según la ficha del ZEC.

Entre las amenazas recogidas en la ficha hay las captaciones, los drenajes, las desecaciones, la sobreexplotación del freático, los desvíos de cursos o cambios en el terreno, la fragmentación por medio de nuevas presas o infraestructuras hidráulicas, los rompeolas artificiales, las canalizaciones, etc., que afectan a su ecología y dinámica poblacional.

Con respecto a las medidas de conservación la ficha recomienda el mantenimiento del caudal ecológico de los ríos, en especial en los tramos regulados, evitando la extracción de agua en periodos que no se mantenga este caudal, la regulación de los dragados, las canalizaciones o la implantación de actividades extractivas que puedan modificar el lecho y el caudal del río donde se encuentre presente el hábitat de la especie, el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuados, así como el establecimiento de procedimientos de concertación con los titulares de concesiones de agua para determinar los derechos de uso y los efectos sobre la conservación del patrimonio natural de las mismas.

Aunque no está incluido en la ficha, otra medida de conservación es evitar oscilaciones repentinas de nivel en el embalse de Flix en régimen de operación ordinario del sistema de embalses Mequinensa-Riba-roja de Ebro y Flix.

También es necesario implantar medidas de mejora de la conectividad especialmente en el embalse de Flix, atravesado por la C-12 ya que en los últimos años han muerto atropellados tres ejemplares de llúdriga en la zona de Flix.

Mauremys leprosa

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde es un elemento clave según la ficha del espacio y a Riberas e Islas del Ebro (ES5140010).

Entre las amenazas a la conservación de lo sazonas hay la canalización y el desvío de agua, las captaciones de agua procedentes de aguas superficiales, las captaciones de agua subterránea y la sobreexplotación de acuíferos.

Con respecto a las medidas de conservación se recomienda la evaluación y regulación de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas, la regulación de los dragados, canalizaciones o implantación de actividades extractivas que puedan modificar el lecho y el

caudal del río donde se encuentre presente el hábitat de la especie, el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas, así como el fomento de la regeneración de pantanales y lagunas desecadas o contaminadas.

Petromyzon marinus

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde se encuentra a lo largo de 11,42 km y a Riberas e Islas del Ebro (ES5140010) donde se encuentra a lo largo de 3,11 km. En ambos es un elemento clave según la ficha del espacio.

Entre las amenazas a la especie se encuentran las captaciones de agua procedentes de aguas superficiales, los embalses y las presas que obstaculizan la migración de la especie, la canalización y los desvíos de agua, la modificación del sustrato del lecho del río, y la contaminación de aguas superficiales.

Con respecto a las medidas de conservación se recomienda la restauración de los lugares de desove y hábitats larvarios, la restauración de las zonas de extracciones de áridos en lechos o tramos fluviales y la construcción de escalas de peces u otros sistemas para asegurar la continuidad natural del curso fluvial en presas, canales u otros elementos existentes, tanto en zonas con presencia actual como potencial de la especie.

Valencia hispanica

Presencia segura en los ZECs Delta del Ebro (ES0000020) donde es un elemento clave según la ficha del espacio y se encuentra en 135,72 ha.

Entre las amenazas a la especie están las captaciones de agua procedentes de aguas superficiales, la sobreexplotación de acuíferos, la desecación de las aguas por usos agrícolas o urbanísticos, los diques, muros de contención, y playas artificiales, las especies invasoras y las especies alóctonas de plantas y animales, y la contaminación de aguas superficiales.

Con respecto a las medidas de conservación se recomienda la evaluación y regulación de la extracción de agua para riego y otros usos de las masas de agua con presencia actual del elemento para garantizar las condiciones hídricas adecuadas, el mantenimiento de las condiciones fisicoquímicas del agua adecuadas y el fomento de la regeneración de pantanales y lagunas desecadas o contaminadas.

6. Consideraciones finales

6.1. Síntesis de la relación entre la propuesta de caudales ecológicos y los requerimientos ambientales

T.16 Resumen de requerimientos para servicios ambientales y relación con la propuesta de caudales ecológicos actualizada

Elemento	Requerimientos relacionados con los caudales circulantes	Fuente	Ajuste de la propuesta base de caudales ecológicos revisada
Validación biológica alosa	50% del hábitat potencial útil para el desove de la alosa se obtiene con 252 m ³ /s	Sánchez i Ibáñez 2008	Los caudales propuestos cumplen los criterios de la validación biológica según la relación entre caudales y hábitat de alosa
Validación biológica especies exóticas de peces	El 50% del hábitat potencial útil para el control de especies invasoras. El 50% del HPU equivale a 6115 hm ³ /año	Caiola et al 2014	Los caudales propuestos cumplen los criterios de la validación biológica según la relación entre caudales y dominancia de especies invasoras
Control cuña salina y salinidad	Para el control de la cuña salina se necesita un caudal superior a 410 m ³ /s en determinadas épocas del año, para lavar la cuña salina hasta el mar, y de 130 m ³ /s para no permitir subir la cuña salina aguas arriba de la Isla de Gracia	Sierra et al. 2004	Por la propuesta de los años medios se incrementa el caudal 2 meses (abril y mayo) para mantener lo que ha estado sucediendo los últimos años. Por el mismo motivo para años húmedos se incrementaría el caudal en el mes de marzo y de este modo se llega a tener 3 meses con caudales superiores a 410 m ³ /s.
Control de macrófitos	1800 m ³ /s de caudal máximo para una crecida de unos 27 días de duración, y con una tasa de crecimiento de $Q_t=1,2Q_{t-1}$, y una tasa de decrecimiento de $Q_t=0,9Q_{t-1}$	Ibáñez te en el 2012	Al caudal de la propuesta de régimen de caudales ecológicos hay que superponerle, entre los meses de marzo, abril o mayo una crecida de hasta 1800 m ³ /s de caudal máximo, durante unos 27 días por término medio (asimilándolo en cada caso a la crecida que se dé en la cuenca en años húmedos). Se deberán respetar unas tasas de cambio en ascenso y descenso del caudal

6.2. Importancia del agua de los canales de riego para garantizar la conservación de los valores naturales del Delta

La agricultura constituye la base socioeconómica del delta del Ebro con unas 25.000 ha en regadío, de las cuales aproximadamente un 80% de la superficie cultivada es arroz (unas 21.000 ha).

El delta en su conjunto es un complejo sistema hidráulico (canales, balsas, desagües, bombas, etc.) donde el cultivo del arroz marca, en gran medida, su funcionamiento. En

general, a través de una extensa red de acequias (unos 630 km) se riega por gravedad, mientras que los campos son drenados hacia el mar por una red de canales (unos 440 km). Dentro de este sistema se encuentran las lagunas (Encañizada, Encierro, Canal Vell, etc.) que son asimilables a un sistema de vasos comunicantes, dónde existen entradas de agua dulce procedentes principalmente de la red de drenaje de los arrozales, y unas salidas de agua dulce hacia el mar. Con respecto a las bahías, su funcionamiento hidráulico se caracteriza por la importante entrada de agua dulce procedente del cultivo del arroz, fundamentalmente durante los meses de primavera, verano y otoño.

El análisis detallado de los hábitats y especies que justifican la designación del delta del Ebro como espacio Red Naturaleza 2000 se encuentran vinculados a los arrozales, canales, balsas y bahías que dependen del agua gestionada desde los canales de riego. De cara a la asignación de agua con carácter ambiental por el tramo final del río Ebro, es prioritario destacar la función ecológica de estas aguas y la necesidad de preservar sus volúmenes para garantizar un correcto funcionamiento hidrológico y ecológico del sistema.

Actualmente, la estructura de captación de agua de los canales de la derecha e izquierda del río Ebro (Comunidad de regantes del margen izquierda y derecho y la aportación a lagunas y bahías) se ve comprometida cuando los caudales en Tortosa son inferiores a 100 m³/s (aunque la captación es anterior a la estación de aforos de Tortosa, se toma esta referencia como caudal por debajo del cual hay problemas en la captación). Esta situación provoca que en los meses en los que los requerimientos ambientales del río bajan por debajo de 100 m³/s, es necesario encontrar una solución para garantizar la captación y alimentación de las lagunas y bahías a través de los canales de riego. Esto, de acuerdo con la propuesta de caudales ecológicos establecida en el presente documento, únicamente se daría en el mes de octubre en períodos secos (84 m³/s), y en los meses de junio, agosto, septiembre y octubre en períodos de excepcional sequía (caudales de 97, 91, 86 y 82 m³/s respectivamente). Esta situación se puede solucionar de dos modos:

- Actuando en la captación para ajustarla físicamente y poder derivar agua cuando en Tortosa los caudales aforados son inferiores a 100 m³/s. Esta actuación se puede realizar a través de una obra hidráulica, o a través de la instalación de bombas que impulsen el agua.
- Otra solución es la liberación de un caudal adicional para llegar a los 100 m³/s en los meses en que ambientalmente no es requerido en el eje principal del río. Esto equivaldría, en años secos a una aportación adicional de 43 Hm³/a, y en períodos de excepcional sequía una aportación adicional de 116 Hm³/a.

Ambas soluciones deberán ser valoradas en el Pla hidrológico del Ebro.

7. Propuesta final

De acuerdo con los apartados anteriores se determina que:

- La propuesta de caudales ecológicos de la CSTE aprobada en el 2007 no contradecía los objetivos ni criterios metodológicos que establece la IPH.
- Sin embargo, la propuesta de la CSTE de 2007 se realizó a partir de las series hidrológicas del Estudio de Recursos Hidráulicos que sirvió de base para elaborar el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro. Estas series, han sido revisadas y actualizadas posteriormente al año 2007 en el contexto de la planificación hidrológica.
- Las series hidrológicas en régimen natural del vigente Plan Hidrológico del Ebro 2010-2015, y del Plan Hidrológico del Ebro 2016-2021 sometido a consulta pública, son coincidentes. Incluyen el periodo 1940-2005 y, además de ser la información oficial de estos planes representan, a fecha de hoy, la mejor información disponible sobre el régimen hidrológico natural del tramo inferior del río Ebro.
- La aplicación de estas series hidrológicas con los mismos criterios metodológicos de la propuesta de caudales ecológicos de la CSTE aprobada en el 2007 da, como resultado, una propuesta de caudales ecológicos diferente a la propuesta realizada aquel año, especialmente en los seis meses de caudales de menor aportación. Se ha incrementado el caudal ecológico mínimo para años medios, que pasa de 119 a 124 m³/s, y en cambio se han reducido los caudales ecológicos más elevados, pasando de 500 a 382 m³/s.
- La propuesta actualizada de caudales ecológicos supone un volumen anual de **5.871 hm³**, en años secos, **7.732 hm³** en normalidad, y **9.907 hm³** en años húmedos.
- Al mismo tiempo, se establece una aportación mínima anual de **3.518 hm³** (no considerado caudal ecológico, sino caudal mínimo en condiciones excepcionales de sequía), que corresponde al concepto de deterioro temporal por excepcionalidad (sequía prolongada) de acuerdo con el Art. 4.6 de la DMA (2000/60/CE). Este no es un caudal ecológico, sino una medida de contención de servicios mínimos para soportar la eventual excepcionalidad, y para poder recuperar posteriormente el buen estado de las masas de agua (que permita la reversibilidad del sistema).
- Considerando la importancia ecológica y geomorfológica de disponer de un régimen de caudales variable, la propuesta de caudales ecológicos realizada para la CSTE en el 2007 era múltiple en función de las condiciones hidrológicas imperantes en la cuenca. En la propuesta actualizada se mantiene el mismo criterio, y se reafirma que la implementación de los regímenes de caudales para condiciones secas y excepcionalmente secas, expresados anteriormente, se consideran compatibles con la

conservación de los espacios protegidos que pertenecen a la Red Naturaleza 2000 y la zona húmeda Ramsar.

- El mantenimiento de unos caudales ecológicos suficientes es una de las herramientas de gestión preventiva más importante en relación en el estado de conservación de la Red Natura 2000 y los hábitats y especies de interés comunitario. Se necesitan estudios específicos para profundizar en la relación entre caudales y estado de conservación de los hábitats y especies.
- Esta propuesta tiene en consideración el cumplimiento de las normas y objetivos de las áreas protegidas, y en especial para la protección de los hábitats y especies en que el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas es un factor importante para su protección.

7.1. Propuesta de régimen de caudales ecológicos

T.17 Régimen de caudales ecológicos mínimos para el río Ebro en Tortosa

Tipo año	Régimen de caudales ecológicos (m ³ /s) para el río Ebro en Tortosa												Volumen anual hm ³
	oct.	nov.	dic.	en	feb.	mar	abr.	may	jun	jul.	ago.	sept	
Seco	84	153	204	143	166	212	329*	303	268	147	107	120	5.871
Medio	124	219	249	219	260	283	410	410	310	180	132	151	7.732
Húmedo	192	326	396	321	316	410	475	413	368	212	166	178	9.907

*El mes de abril en año seco, habría que garantizar que como mínimo durante 15 días se superan los 410 m³/s.

Este régimen de caudales ecológicos corresponde a la estación de aforos de Tortosa.

Adicionalmente existen unas aportaciones del regadío a la desembocadura del Ebro que suponen 370 hm³/a, y que contribuyen al mantenimiento de las lagunas del Delta del Ebro.

7.2. Propuesta de régimen de caudales en periodo de excepcionalidad

T.18 Propuesta de caudales de excepcionalidad en situaciones de sequía prolongada para el río Ebro en Tortosa.

Unidad	Régimen de caudales de excepcionalidad para el Ebro en Tortosa en situaciones de sequía prolongada*												
	oct.	nov.	dic.	en	feb.	mar	abr.	may	jun	jul.	ago.	sept	Total
m ³ /s	82	114	119	123	124	111	157	135	97	101	91	86	
Hm ³	219,6	295	318	328	299	297	406	361	251	270	244	223	3.518

* Corresponde al concepto de excepcionalidad (fuerte sequía) de acuerdo con el Arte. 4.6 de la DMA (2000/60/CE).

7.3. Régimen de avenidas (caudales generadores)

Se considera necesaria una avenida de una duración media de 27 días entre los meses de marzo, abril y mayo. El caudal máximo de avenida se define entorno a los 1.800 m³/s en primavera y en años húmedos.

La tasa de crecimiento y de descenso de las avenidas no podrá ser brusca para no afectar a las comunidades biológicas aguas abajo de las grandes presas. La tasa de crecimiento se establece en $Q_t = 1,2Q_{t-1}$, y la de decrecimiento se establece en $Q_t = 0,9Q_{t-1}$. Considerando estas tasas de crecimiento y decrecimiento, en un intervalo de 27 días, el caudal medio diario de la crecida se aproxima a los 1.138 m³/s.

Los caudales de avenida deben ser considerados como un elemento del régimen de caudales ecológicos a incorporar en años húmedos, pero no en el caso de años medios, secos o sequías prolongadas (habría que estudiar si se puede aplicar en algunos años medios). Estas avenidas o crecidas controladas se superponen al régimen de caudales ambientales, de modo que pueden suponer un volumen adicional de 1.548 hm³ al régimen de caudales ambientales, unos 2.615 hm³ en el computo total de la crecida.

T.19 Régimen de avenidas para el río Ebro en Tortosa.

Tipo año	Caudales máximos de avenida (m ³) para el río Ebro en Tortosa												Volumen requerido hm ³
	oct.	nov.	dic.	en	feb.	mar	abr.	may	jun	jul.	ago.	sept	
Húmedo	-	-	-	-		-	1800	-	-	-	-	-	1.548 adicional 2.615 total

Sombreados los meses en los que se pueden dar las avenidas de primavera

8. Medidas a incorporar en el Plan hidrológico y el Programa de Medidas

A fin de que el régimen de caudales ambientales sea eficiente, este debe ir acompañado de otras medidas. Seguidamente se proponen las que se consideran más importantes.

8.1. Regulación de la tasa de cambio en avenidas

El Plan hidrológico tendría que regular la tasa de cambio especialmente la tasa de descenso después de avenidas. Se proponen las siguientes tasas de cambio:

Tasa de crecimiento de caudal Q_{t+1} (máximo) = $1,2 Q_t$

Tasa de decrecimiento de caudal Q_{t+1} (mínimo) = $0,9 Q_t$

Donde "t" es intervalos de tiempo de 1 hora

El caudal de crecida propuesto, según tasa de crecimiento y decrecimiento es el siguiente:

Día	Qec m ³ /s	m ³ /s adicionales al Qec
1	475	0
2	570	95
3	684	209
4	821	346
5	985	510
6	1.182	707
7	1.418	943
8	1.702	1.227
9	1.800	1.325
10	1.800	1.325
11	1.800	1.325
12	1.800	1.325
13	1.800	1.325
14	1.800	1.325
15	1.620	1.145
16	1.458	983
17	1.312	837
18	1.181	706
19	1.063	588
20	957	482
21	861	386
22	775	300
23	697	222
24	628	153
25	565	90
26	508	33
27	475	0

8.2. Mejora de la definición de los indicadores de sequía

En el escenario del segundo ciclo de planificación hay que mejorar los indicadores y los escenarios del Plan de sequía de la cuenca del Ebro. La utilización del volumen del embalse de Mequinenza como indicador es muy limitada. Se considera más recomendable utilizar un indicador de sequía combinado. Este elemento es esencial para determinar la entrada en excepcionalidad y aplicar los caudales de excepcionalidad en sequía prolongada.

8.3. Mejora del caudal circulante en el meandro de Flix

El Programa de medidas debe incorporar medidas por el establecimiento de un caudal ecológico por el meandro de Flix.

8.4. Nuevos estudios en relación con la eficacia del régimen de caudales ecológicos

El Programa de medidas debería prever los estudios a realizar para asegurar que el régimen de caudales ecológicos fijado cumple con el mantenimiento del buen estado de las masas de agua y con el estado de conservación de hábitats y especies protegidos.

Tal como recomienda la guía europea de caudales ecológicos, el programa de seguimiento y control se debe adaptar para proporcionar una mejor imagen de las alteraciones hidrológicas y su impacto en el hábitat, la morfología y la biología. El control integrado de los elementos de calidad hidrológica, morfológica y biológica permitirán la estimación de la eficacia de las medidas de establecimiento de caudales ambientales.

8.5. Mantenimiento de la red de indicadores ambientales del Delta del Ebro (RIADE)

La eficacia del régimen de caudales ecológicos debe ser verificada mediante el seguimiento de la calidad y la evolución del estado ecológico del río, el estuario y los ecosistemas deltaicos que dependen. Por eso hay que emprender de forma definitiva y completa la red de indicadores ambientales del delta del Ebro (RIADE).

8.6. Objetivos, medidas y control específicos para las especies y hábitats protegidos

El Plan hidrológico tiene que incluir unos objetivos, unas medidas y un control específicos para garantizar un estado de conservación favorable de las especies y los hábitats protegidos dependientes del agua.

8.7. Captación de agua en los canales de riego para alimentación de lagunas, bahías y actividad agrícola

Actualmente, la estructura de captación de agua de los canales de la derecha e izquierda del río Ebro (Comunidad de regantes del margen izquierda y derecho y la aportación a lagunas y bahías) se ve comprometida cuando los caudales en Tortosa son inferiores a 100 m³/s (aunque la captación es anterior a la estación de aforos de Tortosa, se toma esta referencia como caudal por debajo del cual hay problemas en la captación). Esta situación provoca que en los meses en los que los requerimientos ambientales del río bajan por debajo de 100 m³/s, es necesario encontrar una solución para garantizar la captación y alimentación de las lagunas y bahías a través de los canales de riego. Esto, de acuerdo con la propuesta de caudales ecológicos establecida en el presente documento, únicamente se daría en el mes de octubre en períodos secos (84 m³/s), y en los meses de junio, agosto, septiembre y octubre en períodos de excepcional sequía (caudales de 97, 91, 86 y 82 m³/s respectivamente). Esta situación se puede solucionar de dos modos:

- Actuando en la captación para ajustarla físicamente y poder derivar agua cuando en Tortosa los caudales aforados son inferiores a 100 m³/s. Esta actuación se puede realizar a través de una obra hidráulica, o a través de la instalación de bombas que impulsen el agua.
- Otra solución es la liberación de un caudal adicional para llegar a los 100 m³/s en los meses en que ambientalmente no es requerido en el eje principal del río. Esto equivaldría, en años secos a una aportación adicional de **43 Hm³/a**, y en períodos de excepcional sequía una aportación adicional de **116 Hm³/a**.

Ambas soluciones deberán ser valoradas en el Pla hidrológico del Ebro.

9. Equipo de trabajo

El presente documento ha sido redactado por la Comisión técnica creada a partir de la reunión plenaria de la CSTE del 20 de marzo de 2015. La comisión técnica se ha reunido en tres sesiones en las que han asistido a los siguientes representantes:

- Carme Bigorra Gualba, directora de los Servicios Territoriales del DTES de Terres de l'Ebre.
- Antoni Munné Torras, coordinador de la Comisión Técnica, representante de la Agencia Catalana del Agua
- Agustí Bel Beltran, secretario de la Comisión Técnica, de los Servicios Territoriales del DTES
- Carlos Loaso Vierbücher, representante de la Agencia Catalana del Agua
- Francesc Vidal Esquerré, director del Parque Natural del Delta del Ebro
- Pere Josep Jiménez Mur, coordinador de la Reserva Natural de Sebes
- Antonio Enjuanes Pujol, representante del Departamento de Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentación y Medio Natural
- Joan Anglès Sedó, representante del Departamento de Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentación y Medio Natural
- Rafael Sanchez Navarro, representante del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Carles Ibáñez Martí, representante del IRTA
- Ignasi Valldepérez Cugat, representante de la Comunidad de Regantes de la Derecha del Ebro
- Sergio Zaragoza Castells, representando de la Comunidad de Regantes - Sindicato Agrícola del Ebro
- Meritxell Jardí Llambrich, representando de la Comunidad de Regantes - Sindicato Agrícola del Ebro
- Ignasi Ripoll, representante de SEO/BirdLife - Delta del Ebro
- Antoni Curcó Masip, representante del Parc Natural del Delta del Ebro
- Mònica Bardina Martín, representante de la Agencia Catalana del Agua

10. Referencias bibliográficas

- Bunn, S.E., Arthington, A.H., 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environ. Manage.* 30, 492–507.
- Caiola N., Ibáñez C., Verdú J., A. Munné (2014) Effects of flow regulation on the establishment of alien fish species: A community structure approach to biological validation of environmental flows. *Ecological Indicators* 45 (2014) 598–604.
- Caiola, N., Sostoa, A., 2002. First record of the Asian cyprinid *Pseudorasbora parva* in the Iberian Peninsula. *J. Fish Biol.* 61, 1058–1060.
- Caiola, N., Sostoa, A., 2005. Possible reasons for the decline of two native toothcarps in the Iberian Peninsula: evidence of competition with the introduced Eastern mosquitofish. *J. Appl. Ichthyol.* 21, 358–363.
- Doadrio, I. 2001. editor. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Ed.: Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 364 pp. Primera Edición
- European Commission (2015) Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Guidance Document No. 31. Technical Report - 2015 – 086.
- García, A. & I. Palomera, 1996. Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean Basin. *Scientia Marina* 60: 155–166.
- Guillén J, i Palanques A. (1992) Sediment dynamics and hydrodynamics in the lower course of a river highly regulated by dams: the Ebro River. *Sedimentology*, núm. 39, p. 567-579.
- Ibáñez, C. and Prat, N. (2003). The environmental impact of the Spanish Hydrological Plan on the lower Ebro river and delta. *Water Resources Development* 19 (3): 485-500.
- Ibáñez C, Caiola N, Rovira A, M. Real (2012) Monitoring the effects of floods on submerged macrophytes in a large river. *Science of the Total Environment* 440 (2012) 132–139.
- Lloret J, Palomera I, Salat J i I. Sole (2004) Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebro (Ebro) River delta (north-western Mediterranean). *Fish. Oceanogr.* 13:2, 102–110.
- Lloret J, Wegner G, Leonart J., Stergiou K. L., J. M. Fromentin, B. Mackenzie, U. Damm and P. Drakopoulos (2006) Variability of physical factors relevant to fisheries production

- in the Mediterranean Sea, North Sea and Baltic Sea. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 22 (1-4). 2006: 73-82
- IRTA, (2009) Balanç de sediment del tram final del riu Ebre. Agència Catalana de l'Aigua Informe tècnic.
 - Maceda-Veiga, A., Monleon-Getino, A., Caiola, N., Casals, F., De Sostoa, A., (2010) Changes in fish assemblages in catchments in north-eastern Spain: biodiversity, conservation status and introduced species. *Fresh Biol.* 55, 1734–1746.
 - Martín P, Bahamon N, Sabatés A, Maynou F, Sánchez P, M. Demestre (2008) European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) landings and environmental conditions on the Catalan Coast (NW Mediterranean) during 2000–2005. *Hydrobiologia* (2008) 612:185–199. DOI 10.1007/s10750-008-9482-1.
 - Meffe, G.K., 1984. Effects of abiotic disturbance on coexistence of predator–prey fish species. *Ecology* 65, 1525–1534.
 - Palomera, I., 1992. Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the North Western Mediterranean relative to hydrographic features in the region. *Marine Ecology Progress Series* 79: 215–223.
 - Palomera, I. & A. Sabatés, 1990. Co-occurrence of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* eggs and larvae in the western Mediterranean. *Scientia Marina* 54: 51–67.
 - Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E., Stromberg, J.C., 1997. The natural flow regime. *Bioscience* 47, 769–784.
 - Sánchez R and Schmidt G (2012) Environmental flows as a tool to achieve the WFD objectives. Discussion paper. Report
 - Sánchez, R and Ibáñez, C (2008). "*Proposta de règim de cabals ambientals del tram final del riu Ebre i validació biològica preliminar*". Agència Catalana de l'Aigua. Informe tècnic.
 - Sabatés, A., J. Salat & M. P. Olivar, 2001. Advection of continental water as export mechanism for anchovy, *Engraulis encrasicolus*, larvae. *Scientia Marina* 65: 77–88
 - Sierra, J..P., Sánchez-Arcilla, A, Figueras P.A, J. González del río, Rassmussenc E. K. and C. Mösso (2004) Effects of discharge reductions on salt wedge dynamics of the ebro river. *River research and applications.* 20: 61–77.
 - Strange, E.M., Moyle, P.B., Foin, T.C., 1992. Interactions between stochastic and deterministic processes in stream fish community assembly. *Environ. Biol. Fishes* 36,1–15.

11. Anexo 1: Información del Plan de sequía de la cuenca del Ebro

El plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en la cuenca hidrográfica del Ebro del año 2007 define los escenarios a partir del índice de Estado. Un índice mensual que responde a la siguiente expresión:

$$- Si \quad V_i \geq V_{med} \quad \Rightarrow \quad I_e = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{V_i - V_{med}}{V_{max} - V_{med}} \right]$$

$$- Si \quad V_i < V_{med} \quad \Rightarrow \quad I_e = \frac{V_i - V_{min}}{2(V_{med} - V_{min})}$$

siendo:

- V_{ino} : Valor de la medida del indicador obtenida el mes de seguimiento
- V_{med} : Valor medio del indicador en el periodo histórico
- V_{max} : Valor máximo del indicador en el periodo histórico
- V_{min} : Valor mínimo del indicador en el periodo histórico

Este Índice de Estado oscilará entre 0,5 y 1, cuando el valor de la medida esté comprendido entre la media de la serie y su valor máximo, y entre 0 y 0,5 cuando la medida sea inferior al valor medio. Cuando el valor de la media de la serie y su valor máximo, el índice de estado dará una cifra que oscilará entre 0,5 o 1, mientras que en caso de que la medida sea inferior al valor medio, lo hará entre 0 y 0,5. A efectos de diagnóstico se gradúa el rango de valores del Índice de Estado, en los cuatro niveles siguientes:

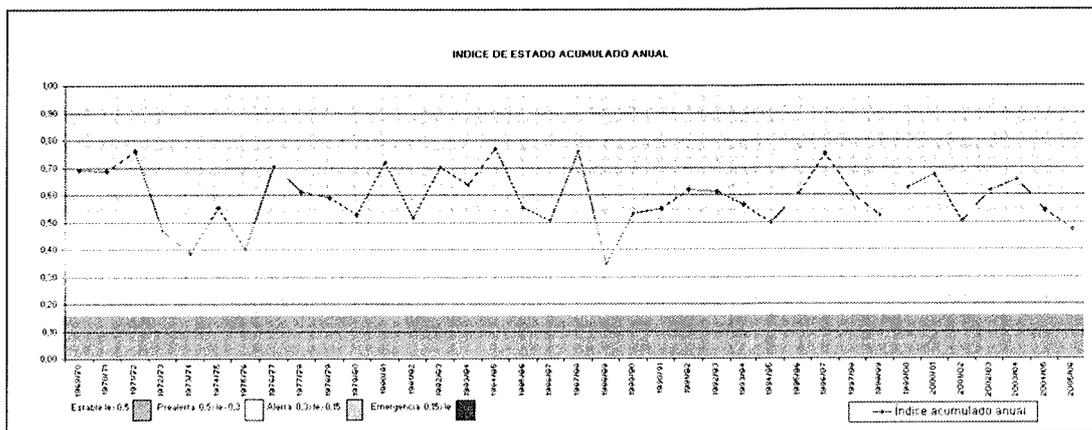
- $I_e > 0,5$ Nivel verde (situación estable)
- $0,5 > I_e > 0,3$ Nivel amarillo (situación de prealerta)
- $0,3 > I_e > 0,15$ Nivel naranja (situación de alerta)
- $0,15 > I_e$ Nivel rojo (situación de emergencia)

Dentro de la Junta de Explotación 11 que está formada por Bajo Ebro el índice de estado corresponde a las reservas almacenadas en el embalse de Mequinenza (803). De este embalse dependen principalmente los caudales mínimos en desembocadura, así como demandas como los regadíos del Delta y Bajo Ebro. Se aplica como valor mínimo para la obtención del índice el mínimo de explotación, cota 90, no el mínimo histórico registrado. Esta cota marca un volumen de embalse de 202,38 hm³.

La Junta de explotación 11 entró en estado de prealerta en 1972-74, 1975/76, 1988/89 y 1994/95 coincidiendo algunos de ellos con las sequías meteorológicas más importantes que afectaron a la zona.

La figura F.9 muestra la evolución anual de los escenarios de sequía en el Bajo Ebro según el resultado de las simulaciones de los modelos.

F.10 Evolución del Índice de estado en la Junta de explotación del Bajo Ebro según modelización



Fuente: Pla especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en la cuenca hidrográfica del Ebro del año 2007

T.20 Evolución anual de los escenarios de sequía en la Junta de explotación 11 del Bajo Ebro para la serie corta de años 1980-2005

Año hidrológico	Año hidrológico	Año hidrológico	Escenario Plan de sequía
1980-81	Estable	1994-95	Prealerta
1981-82	Estable	1995-96	Estable
1982-83	Estable	1996-97	Estable
1983-84	Estable	1997-98	Estable
1984-85	Estable	1998-99	Estable
1985-86	Estable	1999-00	Estable
1986-87	Prealerta	2000-01	Estable
1987-88	Estable	2001-02	Prealerta
1988-89	Prealerta	2002-03	Estable
1989-90	Estable	2003-04	Estable
1991-92	Estable	2004-05	Estable
1992-93	Estable	2005-06	Prealerta
1993-94	Estable		

12. Anexo 2: Hábitats y especies de interés comunitario presentes en los espacios ZEC (Red Natura 2000)

ZEC Riberas e islas del Ebro (ES5140010)

T.21 Hábitats y especies de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Riberas e islas del Ebro (ES5140010)

Código	Nombre	Presencia	Elemento clave	Superficie en el LIC	% superficie en el LIC
Hábitats de interés comunitario					
3150	Lagos naturales eutróficos con vegetación natant (<i>Hydrocharition</i>) o poblamientos submersos de espigas de agua (<i>Potamion</i>)	Pendiente confirmar	No		
3260	Ríos del suelo bajo y de la montaña media con vegetación submersa o parcialmente flotante (<i>Ranunculion fluitantis</i> y <i>Callitricho-Batrachion</i>)	Segura	Si	23,01 ha	4,72
3270	Ríos con orillas lodosos colonizados por herbazales nitrófilos del <i>Chenopodion rubri</i> (p.p.) y del <i>Bidention</i> (p.p.)	Segura	No	0,34 ha	0,07
3280	Ríos mediterráneos permanentes, con césped nitrófilo del <i>Paspalo-Agrostidion</i> orlado de álamos y sauces	Segura	No	0,34 ha	0,07
6220*	Prados mediterráneos ricos en anuales, basófilos (<i>Thero-Brachypodietalia</i>)	Segura	No	6,03 ha	1,24
6420	Jonqueres y herbazales gramínoideas húmedos, mediterráneos, del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Segura	No	0,09 ha	0,02
6430	Herbazales higrófilos, tanto de márgenes y bordillos como de la alta montaña	Segura	No	0 ha	0
7210*	Pantanales calcáreos con mansega (<i>Cladium mariscus</i>)	Segura	No	1 localidades	
92A0	Alamedas, salzedes y otros bosques de ribera	Segura	Si	109,27 ha	22,42
92D0	Rañas y matorrales meridionales de ramblas, ramblas y lugares húmedos (<i>Nerio-Tamaricetea</i>)	Segura	Si	23,49 ha	4,82
9540	Pinares mediterráneos	Segura	No	5,94 ha	1,22
Especies de interés comunitario					
1041	<i>Oxygastra curtisii</i>	Segura	No	2	
1095	<i>Petromyzon marinus</i>	Segura	Si	3,11 km	
1103	<i>Alosa fallax</i>	Segura	Si	3,11 km	
1149	<i>Cobitis taenia (paludicola)</i>	Segura	Si	1,53 ha	
1221	<i>Mauremys leprosa</i>	Segura	No	2	
1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Segura	No	117,24	
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Segura	No	478,33 ha	
1307	<i>Myotis blythii</i>	Segura	No	88,79 ha	
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Segura	No	1	
1355	<i>Lutra lutra</i>	Segura	Si	11,38	

LIC: Lugar de interés comunitario

ZEC Delta del Ebro (ES0000020)

T.22 Hábitats de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Delta del Ebro (ES0000020)

Código	Nombre	Presencia	Elemento clave	Superficie en el LIC	% superficie en el LIC
Hábitats de interés comunitario					
1130	Estuarios	Segura	Si	80,56 km	27,96
1140	Planes costeros arenosos o limosos, a menudo recubiertos de mantos microbianos	Segura	Si	1595,26 ha	3,3
1150*	Lagunas costeras	Segura	Si	1497,29 ha	34,43
1160	Grandes calas y bahías de aguas someras	Segura	Si	61,74 km	0,1
1170	Fondos marinos rocosos y concreciones biogénicas sublitorales	Segura	No	0,54 km	
1310	Comunidades de Salicornia y otras plantas anuales, colonizadoras de suelos arcillosos o arenosos salinos	Segura	Si	56,42 ha	0,12
1320	Espartinars	Segura	Si	3,71 ha	0,01
1410	Prados y jonqueres halófilos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)	Segura	Si	174,09	0,36
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosae</i>)	Segura	Si	605,15 ha	1,25
1430	Matorrales halonitrófilos (<i>Pegano-Salsoletea</i>)	Segura	No	0,67 ha	0
1510*	Comunidades halófilas de los suelos de humedad muy fluctuante	Segura	Si	43,89 ha	0,09
2110	Dunas movents embrionarias	Segura	Si	34,09 ha	0,07
2120	Dunas movents del cordón litoral, con tamo (<i>Ammophila arenaria</i>)	Segura	Si	25,63	0,05
2190	Depresiones húmedas interdunars	Segura	No		
2210	Dunas litorales fijadas, con comunidades del <i>Crucianellion maritimae</i>	Segura	Si	98,55 ha	0,2
2230	Dunas con pradells de los <i>Malcolmietalia</i>	Segura	No	0 ha	0
3140	Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de <i>Chara</i> spp.	Segura	Si	5,54 ha	0,01
3150	Lagos naturales eutróficos con vegetación natant (Hydrocharition) o poblamientos submersos de espigas de agua (Potamion)	Segura	Si	5,56 ha	0,01
3260	Ríos del suelo bajo y de la montaña media con vegetación submersa o parcialmente flotante (Ranunculion fluitantis y Callitriche-Batrachion)	Segura	No	3 localidades	
3280	Ríos mediterráneos permanentes, con césped nitrófilo del Paspalo-Agrostidion orlado de álamos y sauces	Segura	No	0,1 ha	
6420	Jonqueres y herbazales gramínoideos húmedos, mediterráneos, del Molinio-Holoschoenion	Segura	No	1 localidades	
7210*	Pantanales calcáreos con mansega (<i>Cladium mariscus</i>)	Segura	Si	311,61 ha	0,64
92A0	Alamedas, salzedes y otros bosques de ribera	Segura	No	2,33 ha	0
92D0	Rañas y matorrales meridionales de ramblas, ramblas y lugares húmedos (Nerio-Tamaricetea)	Segura	Si	8 localidades	
Especies de interés comunitario					
1044	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Segura	No	1	
1095	<i>Petromyzon marinus</i>	Segura	Si	11,42 km	
1103	<i>Alosa fallax</i>	Segura	Si	11,42 km	
1126	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Segura	No	11,42 km	
1149	<i>Cobitis taenia (paludicola)</i>	Segura	Si	1,97 ha	
1151	<i>Aphanius iberus</i>	Segura	Si	2642,83 ha	

Código	Nombre	Presencia	Elemento clave	Superficie en el LIC	% superficie en el LIC
1153	<i>Valencia hispanica</i>	Segura	Si	135,72	
1217	<i>Testudo hermanni</i>	Segura	Si	2403	
1220	<i>Emys orbicularis</i>	Segura	Si	6	
1221	<i>Mauremys leprosa</i>	Segura	Si	5	
1224	<i>Caretta caretta</i>	Segura	Si	7	
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Segura	No	10448,5 ha	
1349	<i>Tursiops truncatus</i>	Segura	No	1	
1581	<i>Kosteletzkya pentacarpa</i>	Segura	si	176,41 ha	

T.23 Especies de interés comunitario presentes en el espacio ZEC Delta del Ebro (ES00000020)

Pájaros

<i>Gavia stellata</i>	<i>Circus pygargus</i>	<i>Larus melanocephalus</i>
<i>Gavia arctica</i>	<i>Hieraaetus pennatus</i>	<i>Larus genei</i>
<i>Gavia immer</i>	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	<i>Larus audouinii</i>
<i>Calanocteris diomedea</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Gelochelidon nilotica</i>
<i>Hydrobates pelagicus</i>	<i>Acuña naumanni</i>	<i>Sterna caspia</i>
<i>Botaurus stellaris</i>	<i>Acuña columbarius</i>	<i>Sterna sandvicensis</i>
<i>Ixobrychus minutus</i>	<i>Acuña eleonora</i>	<i>Sterna hirundo</i>
<i>Nycticorax nycticorax</i>	<i>Acuña peregrinus</i>	<i>Sterna albifrons</i>
<i>Ardeola ralloides</i>	<i>Porzana porzana</i>	<i>Chlidonias hybridus</i>
<i>Egretta garzetta</i>	<i>Porzana parva</i>	<i>Chlidonias niger</i>
<i>Egretta alba</i>	<i>Porzana pusilla</i>	<i>Asio flammeus</i>
<i>Ardea purpurea</i>	<i>Crex crex</i>	<i>Caprimulgus europaeus</i>
<i>Ciconia nigra</i>	<i>Porphyrio porphyrio</i>	<i>Alcedo atthis</i>
<i>Ciconia ciconia</i>	<i>Fulica cristata</i>	<i>Coracias garrulus</i>
<i>Plegadis falcinellus</i>	<i>Grus grus</i>	<i>Calandrella brachydactyla</i>
<i>Platalea leucorodia</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	<i>Lullula arborea</i>
<i>Phoenicopterus roseus</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>	<i>Anthus campestris</i>
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	<i>Burhinus oedicephalus</i>	<i>Luscinia svecica</i>
<i>Aythya nyroca</i>	<i>Glareola pratensis</i>	<i>Acrocephalus melanopogon</i>
<i>Oxyura leucocephala</i>	<i>Charadrius morinellus</i>	<i>Acrocephalus paludicola</i>
<i>Pernis apivorus</i>	<i>Pluvialis apricaria</i>	<i>Sylvia undata</i>
<i>Milvus migrans</i>	<i>Philomachus pugnax</i>	<i>Emberiza hortulana</i>
<i>Milvus milvus</i>	<i>Limosa lapponica</i>	<i>Puffinus mauritanicus</i>
<i>Circus aeruginosus</i>	<i>Tringa glareola</i>	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>
<i>Circus cyaneus</i>	<i>Phalaropus lobatus</i>	<i>Charadrius alexandrinus</i>
Mamíferos		
<i>Miniopterus schreibersii</i>	<i>Myotis blythii</i>	<i>Tursiops truncatus</i>
<i>Mustela lutreola</i>	<i>Myotis myotis</i>	
Anfibios y reptiles		
<i>Testudo hermanni</i>	<i>Mauremys leprosa</i>	<i>Caretta caretta</i>
<i>Emys orbicularis</i>		
Peces		
<i>Aphanius iberus</i>	<i>Cobitis taenia</i>	<i>Chondrostoma toxostoma</i>

Valencia hispanica
Kosteletzkya pentacarpos

Alosa fallax
Plantas

ZEPA marina Delta-Columbretes

T.24 Especies marinas de pájaros incluidas en el formulario de la ZEPA Delta del Ebro

Calonectris diomedea
Puffinus mauretanicus
Hydrobates pelagicus
Phalacrocorax aristotelis
Sterna sandvicensis
Sterna albifrons

Larus michahellis
Larus melanocephalus
Larus genei
Larus audouinii
Sterna hirundo

