



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



AGENDA
2030

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General del Agua

SEGUIMIENTO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES MEJILLÓN CEBRA (*DREISSENA POLYMORPHA*)

INFORME FINAL

TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 40-617-5-001

Madrid, julio de 2023

Centro de Estudios Hidrográficos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y
EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

SEGUIMIENTO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES MEJILLÓN CEBRA (*DREISSENA POLYMORPHA*)

INFORME FINAL
TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 40-617-5-001

Madrid, julio de 2023

Centro de Estudios Hidrográficos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

**SEGUIMIENTO DE ESPECIES EXÓTICAS
INVASORAS EN AGUAS CONTINENTALES
SUPERFICIALES
MEJILLÓN CEBRA (*DREISSENA POLYMORPHA*)**

INFORME

CLIENTE: **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**
Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General del Agua

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

VALIDEZ OFICIAL

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACIÓN CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

Fdo. Federico Estrada Lorenzo

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

LA DIRECTORA DEL CEDEX

Fdo. Áurea Perucho Martínez

SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	II
1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO	1
2. INTRODUCCIÓN Y MARCO NORMATIVO	3
3. CONSIDERACIONES PREVIAS.	7
4. ELABORACIÓN DE LA FICHA DE <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	10
4.1 ESTRUCTURA DE LA FICHA	10
4.2 BASES DE DATOS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	11
4.2.1 Bases de datos	11
4.2.2 Información geográfica	13
5. NIVEL DE AFECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA CONTINENTALES ESPAÑOLAS POR <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	14
5.1 SITUACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE EN ESPAÑA.....	15
5.2 DESGLOSE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS	15
5.3 EVOLUCIÓN DE LA AFECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES CONTINENTALES ESPAÑOLAS POR <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	18
6. ANÁLISIS DEL RIESGO POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	22
6.1 FACTORES AMBIENTALES QUE CONDICIONAN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE.	22
6.2 ESTUDIO DE LOS FACTORES CRÍTICOS.	23
6.3 DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE CALCIO Y PH PARA LAS MASAS DE AGUA PENINSULARES. ..	24
6.3.1 Calcio:.....	24
6.3.2 pH:.....	27
6.4 OTRAS VARIABLES QUE CONDICIONAN LA EXPANSIÓN DE <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	29
6.5 MASAS DE AGUA EN RIESGO DE COLONIZACIÓN POR <i>DREISSENA POLYMORPHA</i>	33
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
8. REFERENCIAS.....	39
9. EQUIPO DE TRABAJO	41
ANEJO 1. Análisis de las especies exóticas invasoras con afección al dominio público hidráulico	
ANEJO 2. Ficha <i>Dreissena polymorpha</i>	
ANEJO 3. Mapa de distribución actual de <i>Dreissena polymorpha</i>	
ANEJO 4. Riesgo potencial de colonización de embalses por <i>Dreissena polymorpha</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1. Estructura de relaciones entre los campos de la base de datos de EEI del CEDEX.	12
Figura 4-2. Estructura de la base de datos de EEI del CEDEX.	13
Figura 4-3. Masas de agua afectadas por la presencia de <i>Dreissena polymorpha</i> en 2011.	14
Figura 5-1 Evolución anual del número de nuevas masas de agua de la categoría embalses o lagos afectadas por <i>Dreissena polymorpha</i> desde su primera detección en España.	18
Figura 5-2 Evolución anual del número de nuevas masas de agua de la categoría ríos afectadas por <i>Dreissena polymorpha</i> desde su primera detección en España.	19
Figura 5-3. Evolución de la distribución del mejillón cebra en España desde 2001.	22
Figura 6-1 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de Boadella.	26
Figura 6-2 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el de embalse de Amadorio.	26
Figura 6-3. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de los Machos.	26
Figura 6-4 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de Santillana.	26
Figura 6-5. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Rules.	28
Figura 6-6. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Montoro III.	28
Figura 6-7. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Aguilar de Campoo.	28
Figura 6-8. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Molinar.	28
Figura 6-9. Mapa de situación del trasvase Ciurana- Riudecanyes.	30
Figura 6-10. Mapa de situación del trasvase Ebro-Besaya.	31
Figura 6-11. Mapa general del trasvase Tajo-Segura.	32
Figura 6-12. Mapa de situación de los trasvases principales y embalses asociados en la cuenca del Segura.	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Especies exóticas invasoras que han sido consideradas con prioridad CRÍTICA según el Análisis realizado.	9
Tabla 5-1 Masas de agua con presencia de <i>Dreissena polymorpha</i> por demarcaciones hidrográficas.	16
Tabla 5-2 Embalses con presencia de <i>Dreissena polymorpha</i> por demarcaciones hidrográficas.	16
Tabla 5-3 Embalses y lagos con presencia de <i>Dreissena polymorpha</i> durante el año 2021.	17
Tabla 6-1 Rangos de preferencia orientativos de <i>Dreissena polymorpha</i> , según Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996), para temperatura, oxígeno disuelto y velocidad del agua.	23
Tabla 6-2 Rangos de preferencia orientativos de <i>Dreissena polymorpha</i> , según Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996), para calcio y pH.	24



Tabla 6-3 Número de masas de agua con datos de calcio (Fte.: base de datos NABIA) por demarcación hidrográfica y masas de agua descartadas.....	25
Tabla 6-4 Número de masas con datos de pH (Fte.: base de datos NABIA) por demarcación hidrográfica y masas de agua descartadas.	27
Tabla 6-5 Umbrales de Ca y pH para cada riesgo asociado, indicándose el número y porcentaje de masas (embalses) en cada nivel de riesgo.....	34
Tabla 6-6. Datos de calcio y pH para masas de agua (embalses) con presencia de mejillón ceбра.....	35

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) es un Organismo Autónomo, de los previstos en el artículo 43.1.a) de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, adscrito orgánicamente al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) a través de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, y funcionalmente a éste y al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), cuyas funciones son la de asistencia técnica, asesoramiento, colaboración y difusión de todas aquellas materias tecnológicas que tienen relación con la obra pública y el medio ambiente asociado.

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1136/2002, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Estatuto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (modificado sucesivamente por los reales decretos 591/2005, de 20 de mayo; 364/2009, de 20 de marzo; 638/2010, de 14 de mayo; 582/2011, de 20 de abril y 452/2012, de 5 de marzo), para el cumplimiento de sus fines el CEDEX ejerce, entre otras, y sin perjuicio de las competencias de los departamentos ministeriales de los que depende orgánica y funcionalmente, las siguientes funciones en relación con la materia objeto de este trabajo:

- a) Realizar actividades de obtención, investigación, experimentación y gestión de datos relativos a recursos y fenómenos de la naturaleza.
- b) Definir, diseñar, mejorar y, en su caso, evaluar y certificar las características de los materiales, elementos, técnicas, métodos y sistemas, así como fomentar su normalización.
- c) Proponer, estudiar y elaborar, directamente o en colaboración, reglamentaciones, normas y, en general, cualquier clase de especificaciones técnicas.
- d) Promover y proponer programas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los ámbitos de actuación del MITMA y del MITERD.
- e) Desarrollar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, teniendo en cuenta las directrices contenidas en los planes europeos y nacionales y en los programas a los que se refiere el apartado anterior o a iniciativa propia.
- f) Prestar asistencia técnica especializada tanto al sector público como al privado, con atención prioritaria a los departamentos ministeriales de los que depende funcionalmente.
- g) Promover y actualizar la formación y el conocimiento técnico y científico del personal del MITMA y del MITERD.
- h) Difundir y transferir la tecnología española en los ámbitos nacional e internacional, realizando publicaciones, talleres, jornadas, seminarios, simposios y cursos, así como mediante la creación y el mantenimiento de portales temáticos de información a través de redes de comunicación.

- i) Colaborar y fomentar la colaboración con otros órganos de las administraciones públicas y con instituciones nacionales e internacionales en actividades de asistencia técnica, experimentación, investigación, desarrollo tecnológico e innovación y transferencia de tecnología.

El CEDEX cuenta con una serie de centros especializados entre los que cabe destacar, a los efectos de este informe, el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH), especializado en temas como la hidrología, la planificación y gestión hidráulica o la ingeniería de las aguas continentales, así como en aspectos relacionados con la calidad de estas. El objetivo general de las líneas de investigación y trabajo de este Centro respecto a la calidad del recurso hídrico, es contribuir a un mejor conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales en relación con su respuesta frente a las presiones o actividades humanas a las que se hallan sometidos, así como a un desarrollo y mejora de las metodologías de estudio y seguimiento de su estado ecológico, materias que se consideran de interés para la Dirección General del Agua (DGA) y los organismos de cuenca.

En este contexto, en el Área de Medio Ambiente Hídrico del CEH se trabaja desde hace décadas en la evaluación del efecto que las presiones antrópicas pueden tener sobre los ecosistemas acuáticos: contaminación, eutrofización, alteración hidrológica y morfológica, etc. Entre estas presiones se encuentra la introducción de las denominadas **especies exóticas invasoras (EEI)** en las masas de agua.

La introducción de EEI supone una grave amenaza e impacto sobre los ecosistemas en general, y los acuáticos en particular. De hecho, dicha introducción se considera una de las presiones más graves (Lodge, 1993; Vitousek *et al*, 1997; Rainbow, 1998; Elton, 2000; Mack *et al*, 2000; Sala *et al*, 2000; Brooks *et al*, 2004). Para controlar y minimizar su efecto, es preciso detectar la presencia de estas especies y conocer su grado de expansión, sus exigencias ecológicas, definir las vías de entrada y dispersión, su distribución, etc.

En el Área de Medio Ambiente Hídrico del CEH se han desarrollado hasta ahora varios trabajos y estudios con el objetivo de aumentar el conocimiento de las EEI en el medio acuático, destacando los siguientes:

- “Estudio de Identificación y distribución de especies invasoras asociadas al dominio público marítimo-terrestre. Parte II: Información sobre especies en masas de agua de transición”. (Clave CEDEX: 40-411-6-001) (mayo de 2012). Este trabajo se llevó a cabo en el marco de un trabajo más amplio, coordinado por el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) del CEDEX y denominado “Estudio sobre especies invasoras en relación con el dominio público marítimo-terrestre” (Clave CEDEX: 28-411-5-003).
- “Identificación temprana y seguimiento de especies exóticas invasoras (EEI) de fauna y flora introducidas por la actividad humana en aguas continentales superficiales”. (Clave CEDEX: 40-617-5-001) (febrero de 2019).

Este último trabajo se ocupó del estudio de 19 EEI que suponían y suponen algunas de las de mayor interés para la gestión de las masas de agua superficiales continentales, tanto porque su presencia en las masas de agua pone en riesgo la consecución de los objetivos medioambientales



establecidos por la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco de Aguas, DMA) (DOCE, 2000), como por estar incluidas en el Reglamento de ejecución (UE) 2016/1141 de la Comisión de 13 de julio de 2016, por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión, de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo (“Lista de la Unión”) (DOUE, 2014a, 2016).

Para cumplir con los objetivos del estudio se realizaron dos acciones principales:

- La creación de fichas para cada una de las 19 especies, en las que se recopiló gran parte de la información existente y disponible sobre las mismas, en un formato compatible con los de las principales bases de datos europeas.
- La identificación de las masas de agua superficiales continentales españolas afectadas por cada una de las 19 especies; un análisis de su distribución a partir de la información de todas las citas bibliográficas y digitales recopiladas hasta la fecha de finalización del estudio y, finalmente, la representación cartográfica con el soporte de un sistema de información geográfica (SIG).

Desde el CEDEX, y en concreto desde el CEH, se ha considerado de especial interés el continuar con un trabajo similar al del anterior estudio (el de 2019), de modo que se amplíe el número de especies objetivo. A esta conclusión no sólo se ha llegado por propia iniciativa, sino que también ha sido así por los intereses detectados en muchas de las Administraciones Públicas (principalmente los órganos gestores del agua: confederaciones hidrográficas, agencias públicas del agua, etc.) y otros sectores, como son el científico y el de las organizaciones no gubernamentales con intereses en la protección medioambiental.

En esa línea han continuado los trabajos en el Área de Medio Ambiente Hídrico, abordándose el estudio de otras especies que tienen una potencialidad invasora para los diferentes tipos de ecosistemas acuáticos continentales españoles, analizando sus fuentes de introducción, su dispersión y su distribución, y estudiando y proponiendo posibles mecanismos de control y erradicación. Dado que se trata de un trabajo muy laborioso y, seguramente, extenso en el tiempo, se ha decidido afrontarlo especie por especie, publicando un informe para cada una de ellas. El presente informe es el primero en el estudio de ese nuevo grupo de EEI, cuya especie objetivo es el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*; Pallas, 1771).

2. INTRODUCCIÓN Y MARCO NORMATIVO

La presencia de especies exóticas o alóctonas en un territorio no tiene por qué suponer siempre un motivo de preocupación. Sin embargo, algunas de ellas tienen la capacidad de provocar graves efectos adversos sobre los ecosistemas naturales y la biodiversidad nativa, además de suponer un gasto enorme para sectores económicos como la agricultura, la silvicultura, la pesca y otras actividades humanas, degradar infraestructuras hidráulicas, poner en riesgo la salud animal, vegetal e incluso humana, etc. Estas especies exóticas especialmente dañinas son denominadas Especies Exóticas Invasoras (EEI), y lejos de ser un problema menor, en la actualidad representan una

importante amenaza para los ecosistemas que invaden. Tienen la capacidad de modificar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que ocupan a través de procesos de competencia, depredación, parasitismo, transmisión de enfermedades, alteración de hábitats, etc., llegando a desplazar a especies autóctonas con las que comparten nicho ecológico y a provocar importantes pérdidas de biodiversidad.

Para comprender la magnitud del problema de las EEI, basta señalar que se estima que, sólo en la Unión Europea, existen entre 1200 y 1800 de ellas. Habida cuenta del gran número de EEI existente, es importante garantizar que se conceda prioridad a aquellas potencialmente más perniciosas. Con este fin, se han establecido normas tanto a nivel internacional como nacional que ponen el foco en estas últimas.

A continuación, se analiza el marco normativo de las EEI, y que por tanto afecta directamente a este estudio.

En el ámbito de la Unión Europea se han promulgado dos normas especialmente relevantes en el contexto del presente trabajo: 1) el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras (DOUE, 2014a y b), y 2) el Reglamento de ejecución (UE) 2016/1141 de la Comisión de 13 de julio de 2016 por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo (“Lista de la Unión”) (DOUE, 2016). El segundo desarrolla y actualiza el primero, al igual que ocurrirá con próximos reglamentos de ejecución.

Por otro lado, y ya centrados en el efecto que pueden tener las EEI sobre las masas de agua y los ecosistemas acuáticos que albergan, la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DMA) (DOCE, 2000), establece entre sus objetivos fundamentales el alcanzar el buen estado ecológico de las masas de agua de los estados miembros de la Unión Europea. Dicho estado dependerá de las presiones e impactos a los que están sometidas dichas masas, los cuales deben ser evaluados y corregidos en caso necesario aplicando las medidas oportunas. Entre estas presiones e impactos se encuentra la presencia de especies exóticas invasoras, las cuales como ya se ha indicado, tienen la capacidad de alterar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que ocupan y, en consecuencia, degradar el estado ecológico de las masas de agua. Ello implica que, para preservar o mejorar en caso necesario el estado ecológico de las masas de agua superficiales, será necesario minimizar el grado de afección por EEI que sufran.

A nivel nacional, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE, 2007), contempla la creación del “Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras”, cuya estructura y funcionamiento se regulará reglamentariamente. Dicha Ley establece entre otras cuestiones, en su artículo 64, que “se llevará a cabo un seguimiento de las especies exóticas con potencial invasor, en especial de aquéllas que han demostrado ese carácter en otros países o regiones, con el fin de proponer, llegado el caso, su inclusión en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras”. Dicho catálogo fue regulado mediante el Real Decreto 630/2013, de 2 de



agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (BOE, 2013), e incluye 185 taxones.

También a nivel nacional y cuando se trate del medio acuático, siempre habrá que tener en cuenta el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) (BOE, 2001), norma que en su artículo 40 establece los objetivos y criterios de la planificación hidrológica, entre los que se encuentra: "...conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta ley,..." conforme a lo establecido en la DMA.

Y es en este contexto donde es importante contemplar tanto la propia "Instrucción del secretario de estado de medio ambiente (SEMA) para el desarrollo de actuaciones en materia de especies exóticas invasoras y gestión del dominio público hidráulico" (d.p.h.), de 24 de febrero de 2021, como todo su texto introductorio, donde se señala entre otros que: "la actuación sobre la presencia de EEI en el contexto de la prevención del deterioro y la consecución o mejora del buen estado de las masas de agua puede requerir, en su caso, y de manera paulatina, el establecimiento de una relación causa – efecto entre dicha presencia y el efecto que supone sobre la diversidad de los taxones de los distintos indicadores de los elementos de calidad biológica, o el efecto que supone sobre otros indicadores utilizados para la evaluación del estado de las masa de agua según la normativa vigente (condiciones de oxigenación, estado de acidificación, nutrientes)". Es decir, que es fácil encontrar esa relación causa-efecto entre la presencia de EEI en el d.p.h. y el citado posible deterioro del buen estado de las masas de agua.

Recuerda también la Instrucción SEMA en sus párrafos de introducción que el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, recoge los protocolos de muestreo y cálculos de índices. No obstante, dichos protocolos están basados en especies de fauna y flora autóctonas, quedando fuera por tanto las EEI que, consecuentemente, no han sido tenidas en cuenta hasta ahora para la evaluación del estado de las masas de agua, pero cuya incorporación en el seguimiento y la evaluación se encuentra actualmente en estudio. Cita a su vez la Instrucción SEMA en sus párrafos introductorios que el Reglamento de la Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007, de 6 de julio) "identifica las presiones antropogénicas significativas a las que están expuestas las masas de agua superficial, incluyendo entre otras la introducción de especies alóctonas". Finalmente, la Instrucción hace un gran énfasis en lo siguiente: por más que se trate del ámbito del d.p.h., no implica que la competencia para la preservación de los objetivos medioambientales haya de ser de la Dirección General del Agua y las confederaciones hidrográficas sino que, más bien, habrá de ser tratada de forma coordinada y complementaria por los distintos actores del reparto competencial, mediante la necesaria colaboración, coordinación y cooperación entre las administraciones afectadas.

La Instrucción implica, entre otros asuntos:

- La integración de las confederaciones hidrográficas en la Red de Alerta para la vigilancia de EEI, que contemplan tanto el citado Reglamento Europeo 1143/2014, como el Real Decreto 630/2013 por el que se regula el Catálogo Español de EEI, principalmente a través de sus

redes de control específicas, con la necesaria comunicación con la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación (DGBBD).

- La incorporación en las obras hidráulicas, con el asesoramiento técnico de la DGBBD, de las labores de prevención, control y erradicación de EEI que sean necesarias para minimizar los impactos negativos sobre los usos del agua y sobre las propias obras.
- Igualmente, la realización de las mismas labores de prevención, contención, control y/o erradicación de las EEI que por su mera presencia en el dominio público hidráulico puedan alterar sus condiciones hidromorfológicas, químicas y fisicoquímicas, y en consecuencia deteriorar el estado ecológico de las masas de agua, de conformidad con el artículo 92.a) del TRLA, dado que se trataría de actuaciones relacionadas con los objetivos de protección de las aguas y de dicho d.p.h.
- La elaboración, a cargo de la DGBBD y la DGA, en coordinación con las comunidades autónomas (CCAA), de una estrategia nacional de gestión, control y posible erradicación de las EEI incluidas en el Catálogo Español de especies invasoras presentes en medios acuáticos continentales y que, por ello, potencialmente puedan deteriorar el estado ecológico de las masas de agua de dominio público hidráulico.
- La definición, en cada cuenca, de las especies autóctonas y las EEI que se consideren han de tener un objetivo de seguimiento, el cual se coordinará entre los Organismos de cuenca, la DGA y la DGBBD.
- Como ya se ha citado en alguno de los puntos anteriores, todas las acciones requeridas se llevarán a cabo con la necesaria colaboración, coordinación y cooperación con las CCAA.

En definitiva, la Instrucción SEMA tiene unas implicaciones considerables en la gestión del d.p.h. en lo referente a las EEI, por lo que habrá de ser tenida en cuenta en su totalidad para la gestión de todas las EEI consideradas en este estudio y, en este caso en particular, para la gestión del mejillón cebra.

En lo relativo al grado de afección de las masas de agua por EEI, cabe señalar que los ecosistemas acuáticos se encuentran entre los más sensibles y afectados por esta amenaza a nivel mundial. Por ello, es preciso desarrollar estudios como el aquí presentado con el fin de aportar información objetiva sobre la magnitud del problema, y que ésta sirva de base para el diseño de programas y estrategias de lucha contra las EEI en las masas de agua superficiales continentales españolas.

3. CONSIDERACIONES PREVIAS

En el anterior informe elaborado por el CEDEX en 2019 se estudiaron 19 especies presentes en la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión, de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE, 2014a).

En esta nueva etapa de ampliación y continuación del anterior estudio, se parte de un grupo mucho mayor de EEI, por lo que ha sido necesario seguir diferentes criterios no solo para decidir qué especies son escogidas para su estudio sino también, para decidir en qué orden de prioridad son estudiadas.

Así, en primer lugar, hay que señalar que se ha dado preferencia a las especies que están recogidas en el RD 630/2013 de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras (BOE, 2013). En este Catálogo hay 191 especies, de las cuales 66 se han considerado que tienen afección al dominio público hidráulico. Dicha consideración se ha hecho en base a la opinión de personal experto en la materia de la Dirección General del Agua y sus organismos autónomos (ej. C.H. del Júcar).

Se ha realizado una priorización de especies entre las 66 invasoras con afección al dominio público hidráulico, considerando los principales impactos que causan en el medio y su afección concreta sobre el dominio público hidráulico, para finalmente plasmar su posible riesgo en:

- Salud humana
- Económico
- Biodiversidad
- Ecosistema

Para ello, se ha tomado como referencia la información del Catálogo español disponible en el MITERD. La mayoría de las especies presentes en el catálogo cuentan con una ficha descriptiva y una cartografía sobre su distribución en España basada en la malla 10x10 km del “Inventario Español de Especies Terrestres”, que recoge la distribución, abundancia y estado de conservación de la fauna y flora terrestre española.

También se ha consultado la información publicada en el “Compendio sobre Especies Invasoras” del Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI), que es un referente a nivel internacional.

Cada posible riesgo se ha clasificado en *Nulo*, *Bajo*, *Medio* o *Alto*, y partiendo de estos riesgos se ha establecido un campo prioridad, siguiendo los siguientes criterios:

- Si la mayoría (de los 4 riesgos) son bajos: prioridad **baja**
- Si la mayoría son riesgo medio: prioridad **media**
- Si hay un solo riesgo Alto: prioridad **Alta**
- Si dos son riesgo Alto: prioridad **Severa**
- Si tres o más riesgos son Altos: prioridad **Crítica**

Finalmente, de las 66 especies que se han considerado, 4 tienen prioridad crítica, 11 severa, 33 alta, 17 media, y sólo 1 tiene prioridad baja.

En la Tabla 3-1 se detalla la información para las cuatro especies consideradas críticas. Entre estas cuatro especies está el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), una de las más preocupantes para

las administraciones gestoras de las masas de agua, ya que una vez asentada es prácticamente imposible su erradicación. Por ello, el presente informe se dedica al estudio de esta especie.

En un estudio reciente de Oficialdegui *et al.* (2023) en el marco del proyecto LIFE-INVASAQUA, también se incluye a *Dreissena polymorpha* en un grupo de las 24 especies más invasivas y de alto riesgo para los ecosistemas acuáticos ibéricos, siendo la 3ª en una escala de prioridad basada en su potencial invasivo, impactos y dificultad de gestión.

En el Anejo 1, se incluye la tabla completa del análisis realizado con las 66 especies con afección al dominio público hidráulico.

La primera parte del trabajo ha consistido en elaborar una ficha para esta especie seleccionada, siguiendo la misma estructura que en el anterior informe: "Identificación temprana y seguimiento de especies exóticas invasoras (EEI) de fauna y flora introducidas por la actividad humana en aguas continentales superficiales".

Para esta primera parte se han realizado consultas bibliográficas, tanto para recopilar información sobre la especie como para actualizar su distribución geográfica. Partiendo de la información obtenida de las citas, se ha realizado un análisis del nivel de afección de las masas de agua españolas por esta especie.

Sin embargo, como se incide a lo largo de este informe, la prevención es clave para la adecuada gestión en el caso de las especies invasoras y especialmente en la especie objeto de este informe. Por este motivo, se ha realizado un análisis de la idoneidad o susceptibilidad que presentan las masas de agua por su composición química para ser colonizadas y albergar al mejillón cebra, obteniéndose como resultado una selección de las masas que son más aptas para su desarrollo frente al resto y, por tanto, en mayor riesgo de sufrir su invasión.

Tabla 3-1. Especies exóticas invasoras que han sido consideradas con prioridad CRÍTICA según el Análisis realizado.

ESPECIE	Nombre común	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	AFECCIÓN SOBRE DPH
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	Mejillón cebra	Problemas de incrustación en las infraestructuras hidráulicas. Disminución turbidez. Aumento de cianobacterias. Disminución de las poblaciones autóctonas de otros bivalvos. Mayores concentraciones de amoníaco, nitratos y fosfatos.	Bajo	Alto	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia / nutrientes.
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb. 1879	Lagunilla, hierba del lagarto	Daños a los cultivos agrícolas. Se considera una de las peores malezas acuáticas del mundo. Alterará completamente los ambientes acuáticos al cubrir la superficie del agua impidiendo la penetración de la luz. Aumento sedimentación e inundaciones	Nulo	Alto	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt, 1899	Moco de roca	Puede cubrir la totalidad del lecho del cauce. Desaparecen los peces. Disminución de zoobentos. Problemas de colmatación de canales hidráulicos.	Nulo	Alto	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Régimen hidrológico: caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas y conexión con masas de agua subterránea.
<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusov, 1897)	Mejillón quagga	Problemas de incrustación en las infraestructuras hidráulicas. Disminución turbidez. Aumento de cianobacterias. Disminución de las poblaciones autóctonas de otros bivalvos. Mayores concentraciones de amoníaco, nitratos y fosfatos.	Nulo	Alto	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia / nutrientes.

4. ELABORACIÓN DE LA FICHA DE *DREISSENA POLYMORPHA*

La información incluida en la ficha se ha obtenido tanto de distintos trabajos científicos y técnicos consultados, como de las principales bases de datos nacionales, europeas y mundiales sobre EEI existentes en la actualidad, entre las cuales destacan las siguientes:

- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International (www.cabi.org/isc).
- European Alien Species Information Network (EASIN). European Commission - Joint Research Centre - European Alien Species Information Network (<https://easin.jrc.ec.europa.eu/>).
- Global Invasive Species Database (GISD). Base de datos gestionada por el “Invasive Species Specialist Group” (ISSG) de la “Species Survival Commission” de la IUCN (International Union for Conservation of Nature) (<http://www.iucngisd.org/gisd/>).
- Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Ministerio para la Transición Ecológica (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>).

En el caso de la información relativa a la distribución de las especies en España, se ha consultado principalmente la información disponible en cada demarcación hidrográfica, ya que, debido a la gravedad de las consecuencias de la colonización de esta especie, todas las demarcaciones afectadas y no afectadas realizan anualmente control y seguimiento de su presencia e incidencia.

4.1 ESTRUCTURA DE LA FICHA

La estructura de la ficha es la misma que la utilizada en el informe de 2019, contiene los siguientes apartados:

- **Información taxonómica**
 - Reino
 - Filo
 - Clase
 - Orden
 - Familia
 - Género
 - Especie
 - Sinónimos
 - Nombre común castellano
 - Nombre común catalán
 - Nombre común euskera
 - Nombre común gallego
 - Nombre común inglés
- **Descripción**
- **Biología**
 - Ciclo de vida
 - Reproducción
 - Mecanismos de dispersión



- Nutrición
- Depredadores
- Formas de resistencia
- **Hábitat**
 - Requerimientos
 - Tipos de hábitat
- **Distribución**
 - Distribución natural
 - Historia de su evolución como especie invasora
 - Distribución mundial
 - Distribución en Europa
 - Distribución en España
 - *Vías de introducción*
 - *Distribución actual (2022) / Masas de agua afectadas*
 - *Mapa de distribución actual (2022)*
 - *Tendencia*
 - *Citas Bibliográficas (en España)*
- **Impactos**
 - Sobre las especies y los ecosistemas
 - Sobre la salud
 - Socioeconómico
- **Gestión**
 - Vías de introducción
 - Prevención
 - Control y erradicación
- **Normativa**
 - Convenios internacionales
 - Europea
 - Estatal
 - Autonómica
- **Referencias bibliográficas**
 - Fuentes consultadas
 - Fuentes citadas

La ficha completa de *Dreissena polymorpha*, se incluye en el Anejo 2.

4.2 BASES DE DATOS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

4.2.1 Bases de datos

Se ha creado una sencilla base de datos con el objetivo de almacenar la información generada en este trabajo, a la que se irá añadiendo tanto la información que se genere en el futuro para las demás especies objeto de estudio, como las citas elaboradas en el anterior informe de 2019.

La Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) (DOUE, 2007) establece que toda la información geográfica que se genere ha de cumplir unos requisitos para poder luego integrar la información de todos los estados miembros de la Unión Europea. Por ello, esta base de datos se ha diseñado cumpliendo con los requisitos de la directiva INSPIRE, y se ha almacenado en SQL-Server, para de esta manera poder crecer sin límites y facilitar las búsquedas.

La base de datos contiene las siguientes tablas:

- **Citas:** es la tabla principal; contiene la información de la *especie*, el *año* y la *masa de agua* en la que se ha localizado una especie invasora.
- **Citas bibliográficas GIS:** son las citas de los elementos geográficos con sus referencias bibliográficas.

Se ha incluido el campo comentario para añadir cualquier anotación de interés.

El campo *Cod_Masa* permite unirlo a la capa de masa de agua vigente en cada momento en el MITERD, de manera que, aunque cambie el trazado de las masas de agua por su revisión, se podrá unir a la nueva capa a través de este código, manteniéndose la información siempre actualizada.

Las dos tablas anteriores se relacionan por los campos *Cita* y *Especie* tal y como se refleja en la Figura 4-1.

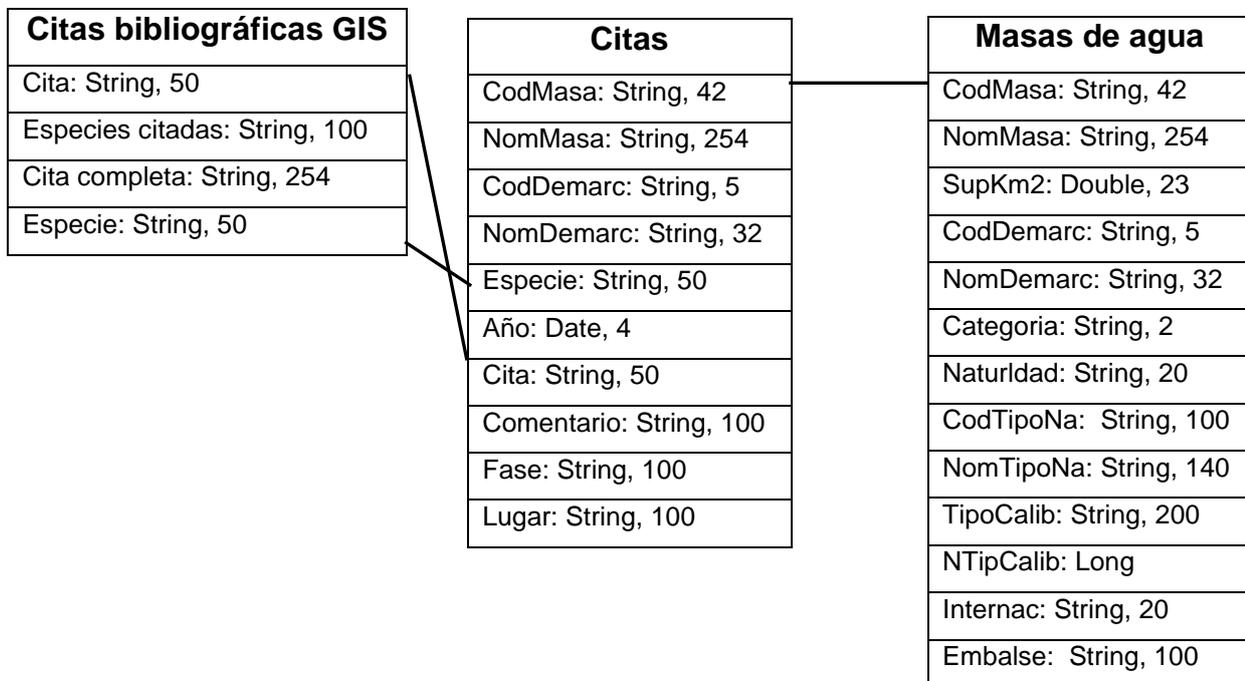


Figura 4-1. Estructura de relaciones entre los campos de la base de datos de EEI del CEDEX.

Además, siguiendo las indicaciones del **Rgto 1089/2010**, de 23 de noviembre de 2010, por el que se aplica la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales, se han añadido las siguientes tablas:

- **SpeciesDistributionDATASET:** son los metadatos de la información geográfica.
- **SpeciesDistributionUnit:** aporta la información sobre la distribución de la especie en España.

La estructura final de la base de datos se muestra en la Figura 4-2.

SpeciesDistributionDATASET
Specie: String, 50
InspireId: String, 14
Name: String, 26
domainExtend: String, 5
BeginLifespanVersion, Date
Endlifespanversion, Date

SpeciesDistributionUnit
Specie: String, 50
Gml_Id: String, 50
referenceSpeciesId: String, 25
referenceSpeciesScheme: String, 25
referenceSpeciesName: String, 50
localSpeciesID: number, 4
localSpeciesScheme: String, 14
localSpeciesName: String, 50
BeginLifespanVersion: Date
endLifespanVersion: Date
spatialObject: String, 50

Figura 4-2. Estructura de la base de datos de EEI del CEDEX.

4.2.2 Información geográfica

La cartografía base utilizada en este trabajo es la correspondiente a las masas de agua de los planes hidrológicos de cuenca (2º ciclo). Esta capa está en el repositorio del MITERD, accesible desde este enlace: <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/masas-de-agua-phc-2015-2021.aspx>.

Se han considerado las masas de agua superficiales, siendo entidades asimilables a una corriente de agua, tipo río, a un lago o a un embalse. El concepto masa de agua no es sinónimo de un río completo, ya que cada masa de agua se corresponde con uno o varios tramos de este, que tiene unas características geográficas, fisicoquímicas y biológicas que la hacen única. A modo de ejemplo, la masa de agua ES091MSPF244, se corresponde con el río Alegría desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Zadorra, pero incluye también los afluentes: Mayor, Santo Tomás, Egileta, Errekelaor, Zerio, Arganzubi y Errekabarri.

Para obtener una cartografía de una especie, se efectúa una selección en la base de datos creada de los elementos que se quieren representar en un mapa, relacionándola con la capa de masas de agua. Por ejemplo, si se selecciona “Citas” en la tabla, y “2011” en el campo año, se mostrarán todos los registros, es decir todas las masas de agua que tienen presencia de mejillón cebra en el año 2011.

Partiendo de la relación establecida de las anteriores tablas con las capas de información geográfica, se pueden visualizar las masas de agua afectadas según la selección previa. Además, se puede seleccionar que muestre la información de todas las demarcaciones afectadas o bien de una sola o varias en concreto.

En la Figura 4-3 se muestra el resultado del anterior ejemplo, representándose en rojo las masas afectadas por la presencia de *Dreissena polymorpha* en 2011.

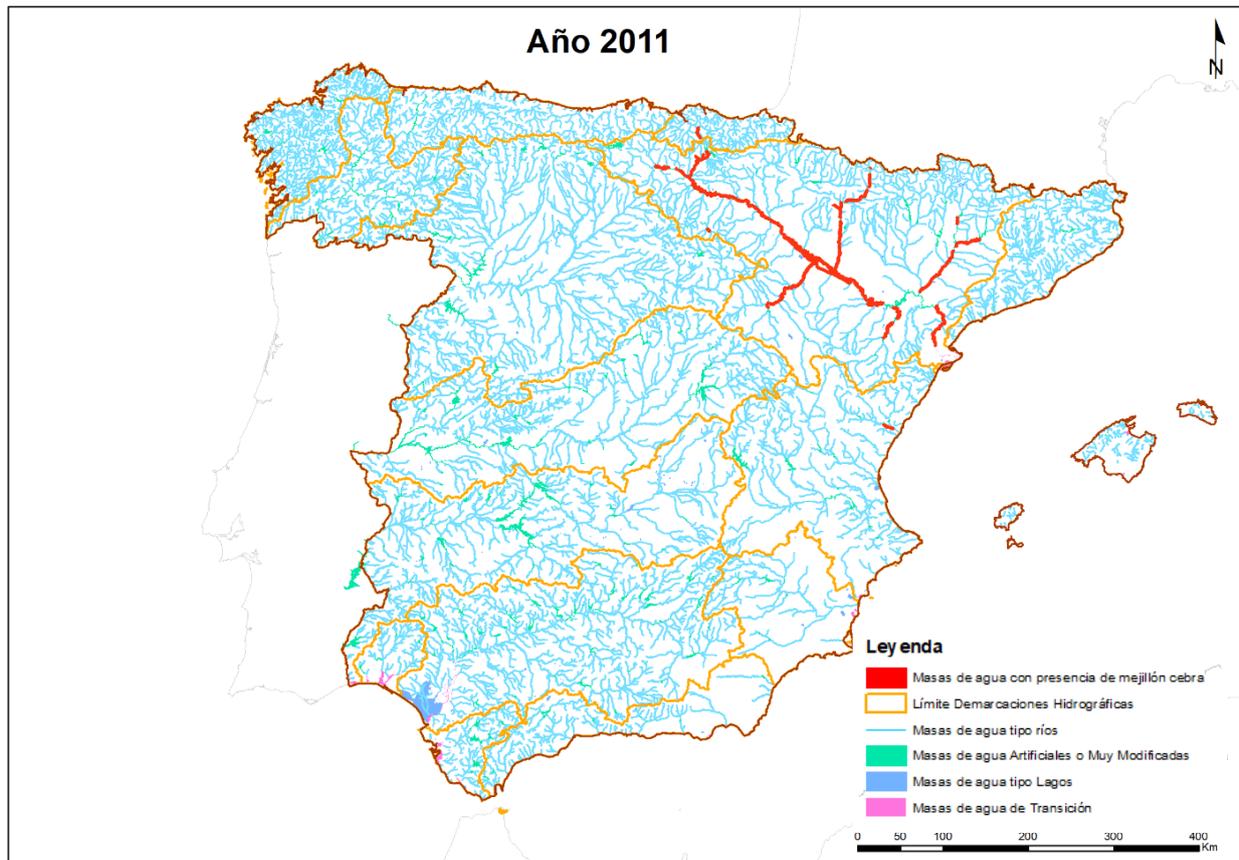


Figura 4-3. Masas de agua afectadas por la presencia de *Dreissena polymorpha* en 2011.

5. NIVEL DE AFECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA CONTINENTALES ESPAÑOLAS POR *DREISSENA POLYMORPHA*

Para evaluar el nivel de afección que sufren las aguas superficiales continentales españolas por cada una de las EEI consideradas, como ya se ha indicado, se han tomado como unidad de estudio las “masas de agua superficiales” definidas por los órganos competentes en cumplimiento y aplicación de la DMA (DOCE, 2000). Su delimitación se ha obtenido de la cartografía de masas de agua disponible en la página web del MITERD, y se corresponden con las que se recogen en los planes hidrológicos oficialmente aprobados para el segundo ciclo de planificación (2015-2021), siendo su fecha de publicación noviembre de 2019.

Según los Planes Hidrológicos de Cuenca hay 5.162 masas de agua, sin embargo, sólo se han considerado 4.716, ya que se excluyen en este estudio las masas de agua costeras y de transición. De estas 4.716 masas, 3.968 corresponden a la categoría ríos, 326 a lagos y 422 son masas de agua muy modificadas (embalses).

La información sobre la presencia de las especies en las masas de agua se ha obtenido fundamentalmente de los datos aportados por las distintas administraciones competentes en materia de especies exóticas invasoras: demarcaciones hidrográficas, comunidades autónomas,

diputaciones, etc. En total se han revisado 96 publicaciones con información sobre la localización y evolución del mejillón cebra, recopilándose la información de las masas de agua afectadas y el año de la cita.

No todas las demarcaciones hidrográficas tienen los mismos criterios para establecer una masa de agua como afectada por el mejillón cebra, ni todos los años se realiza el seguimiento en las mismas masas de agua. Algunas confederaciones hidrográficas consideran que tras cinco años sin detectar en los muestreos esta especie, una masa de agua pueda dejar de considerarse afectada por el mejillón cebra; sin embargo, otras siguen considerando la posible afección por este bivalvo aunque lleven cinco años sin detectarlo. En el seguimiento de esta especie se muestrea tanto la presencia de larvas como la presencia de adultos. Para la presencia de larvas se toman muestras y se analizan con microscopio en laboratorio; para la presencia de adultos se realizan transectos *in situ* y se instalan testigos fijos, en los que pueda adherirse con facilidad.

Cuando se analizan las larvas, el resultado se expresa en número de larvas por litro de muestra. Si hay menos de 0.05 larvas/litro se considera que el dato es un “subpositivo” y si es mayor, es “positivo”. Las demarcaciones a veces desechan los datos subpositivos, si bien en este trabajo se han considerado todos los datos.

Con respecto a los adultos, cuando durante varios años seguidos se registra su presencia, algunas demarcaciones consideran que la masa de agua está afectada de manera irreversible dejando de muestrear en estas masas. De esta forma, aunque ya no se producen citas nuevas, la realidad es que la masa continuaría afectada por la presencia de la especie.

5.1 SITUACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE EN ESPAÑA

De las 3968 masas de agua que se corresponden a la categoría ríos, se ha constatado que al menos 183 han tenido presencia del mejillón cebra durante estos últimos 20 años, lo que supone el 4,7 % de las masas pertenecientes a la categoría ríos.

Respecto a los lagos, de los 326 identificados como masa de agua, se sabe que al menos 5 han sido colonizados por esta especie, es decir, el 1,5 % de los lagos.

Por último, de las 422 masas de agua muy modificadas asimilables a embalses, son 81 las que han tenido presencia de esta especie en los últimos 20 años. Esto supone el 19 % de los embalses considerados masas de agua. Estos datos reflejan una preferencia de esta especie por los embalses, es decir, aguas remansadas de manera artificial, razón por la que la mayoría de las confederaciones hidrográficas centran sus esfuerzos en el seguimiento de esta especie en los embalses, siendo menor el seguimiento en cauces naturales y en lagos.

La representación cartográfica de las masas de agua que han tenido presencia de mejillón cebra en algún momento en territorio español puede verse en el Anejo 3.

5.2 DESGLOSE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS

En primer lugar, se han analizado en conjunto todas las masas de agua que se han visto afectadas durante los últimos 20 años, tanto ríos como embalses y lagos. Se han considerado todas las citas encontradas, incluidos los datos de detección larvaria que han sido subpositivos.



En la Tabla 5-1, se observa que las dos demarcaciones más afectadas son Ebro y Júcar, que se corresponden con las dos en las que primero se detectó la especie, siendo en el 2001 y 2005 respectivamente.

Tabla 5-1 Masas de agua con presencia de *Dreissena polymorpha* por demarcaciones hidrográficas

Demarcación	Nº masas en la demarcación	Masas afectadas	Porcentaje (%)
Ebro	804	157	20 %
Júcar	323	67	21 %
Guadalquivir	430	22	5 %
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	143	8	6 %
Cuencas Internas de Cataluña	288	6	2 %
Guadalete y Barbate	75	2	3 %
Segura	96	2	2 %
Cantábrico Oriental	120	5	4 %
Tajo	323	2	0,6 %

Sin embargo, como esta especie coloniza principalmente las masas de agua de la categoría embalse, si descartamos las masas de la categoría ríos, los datos muestran porcentajes muy diferentes. En la Tabla 5-2 se detallan los datos solo considerando las masas de la categoría embalse. Al igual que en la tabla anterior, se han considerado todas las citas, incluidas los subpositivos. Es preciso indicar que 6 embalses están considerados como masa de agua de la categoría ríos, muy modificados: Undurraga, Mendikosolo, Gorostiza, Maidevera, Leiva y Balagueras. Estas seis masas de agua no se incluyen en los datos de esta tabla al no estar clasificados como categoría embalse, ya que no se podría establecer la correlación entre número de masas embalse afectadas frente al total de embalses en la cuenca. No ha sido posible determinar de entre las masas de agua de la categoría ríos muy modificados, cuántos se corresponden con embalses.

Tabla 5-2 Embalses con presencia de *Dreissena polymorpha* por demarcaciones hidrográficas

Demarcación	Nº embalses en la demarcación	Embalses afectados	Porcentaje (%)
Ebro	60	42	70 %
Júcar	28	16	57 %
Guadalquivir	57	9	16 %
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	14	4	28.5 %
Cuencas Internas de Cataluña	13	2	15 %
Guadalete y Barbate	7	2	29 %
Segura	13	2	15 %
Cantábrico Oriental	9	2	22 %
Tajo	58	2	3,4 %

La Demarcación del Ebro es la más afectada, tanto en términos absolutos, con 42 embalses afectados, como en términos relativos, con el 70% de sus embalses en los que en algún momento se ha detectado esta especie. La segunda demarcación más afectada es el Júcar, presentando más de la mitad de sus masas de agua asimilables a embalse con presencia de esta especie en

algún momento durante los últimos 17 años. Seguidas muy de cerca, las Cuencas Mediterráneas Andaluzas y Guadalete y Barbate muestran cerca del 30% del total de sus embalses afectados.

La situación en la Demarcación del Ebro es muy preocupante, ya que solo quedan 18 masas de agua asimilables a embalse que no hayan tenido presencia de este mejillón en algún momento desde su primera aparición en 2001. Gracias a las medidas adoptadas por la confederación hidrográfica se ha logrado ralentizar su expansión. No obstante, se ha considerado necesario seguir implementando medidas más restrictivas, para lo que se ha publicado una nueva normativa: “Resolución de 28 de enero de 2021, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, O.A., por la que se modifica la normativa de navegación”, siendo una de las principales novedades que todos los embalses quedan “confinados”, es decir, implica que cada embarcación deberá elegir, de entre todos los embalses navegables de la cuenca, un solo embalse para navegar durante el plazo declarado.

Centrándonos en el 2021, el último año con datos disponibles de todas las demarcaciones, los embalses de la península en los que se ha detectado la presencia de esta especie han sido 58. En este caso se han utilizado criterios más restrictivos, no considerándose los subpositivos. En la Tabla 5-3 se muestra la presencia de la especie este año en los embalses por demarcaciones.

Tabla 5-3 Embalses y lagos con presencia de *Dreissena polymorpha* durante el año 2021.

Demarcación	Nº embalses en la demarcación	Embalses afectados
Ebro	60	19
Júcar	28	15
Guadalquivir	57	9
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	14	5
Segura	13	2
Cantábrico Oriental	9	5
Cuencas Internas de Cataluña	13	1
Guadalete y Barbate	7	2

Hay que señalar que recientemente, en enero de 2023, se ha confirmado también la presencia de esta especie invasora en el embalse de Entrepeñas en la demarcación del Tajo.

El MITERD ha publicado por primera vez, en el año 2021, el mapa con presencia de mejillón cebra a partir de los datos remitidos por los organismos de cuenca, estando accesible en este enlace: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/presencia-mejillon-cebra_tcm30-531137.pdf. Incluye 73 embalses frente a los 58 que se han considerado en este informe. La diferencia se debe, por un lado, a 5 embalses incluidos que no son masas de agua, y por otro, a que 12 embalses incluyen datos de subpositivos o bien llevan más de 5 años sin ninguna detección, motivo por el cual no se han considerado con presencia en 2021 en este estudio. Además de detectarse adultos en el embalse de Urkulu en Cantábrico Oriental y larvas en Zahara-Gastor, en Guadalete y Barbate, sendas citas no están recogidas en el mapa publicado por el Ministerio.

5.3 EVOLUCIÓN DE LA AFECCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES CONTINENTALES ESPAÑOLAS POR *DREISSENA POLYMORPHA*

Los datos recopilados en este estudio permiten determinar cómo ha sido la evolución de esta especie durante estos últimos 20 años desde su primera aparición en la península ibérica.

En la Figura 5-1 se indica para cada año el número nuevo de masas de agua de la categoría embalses o lagos afectadas por el mejillón cebra.

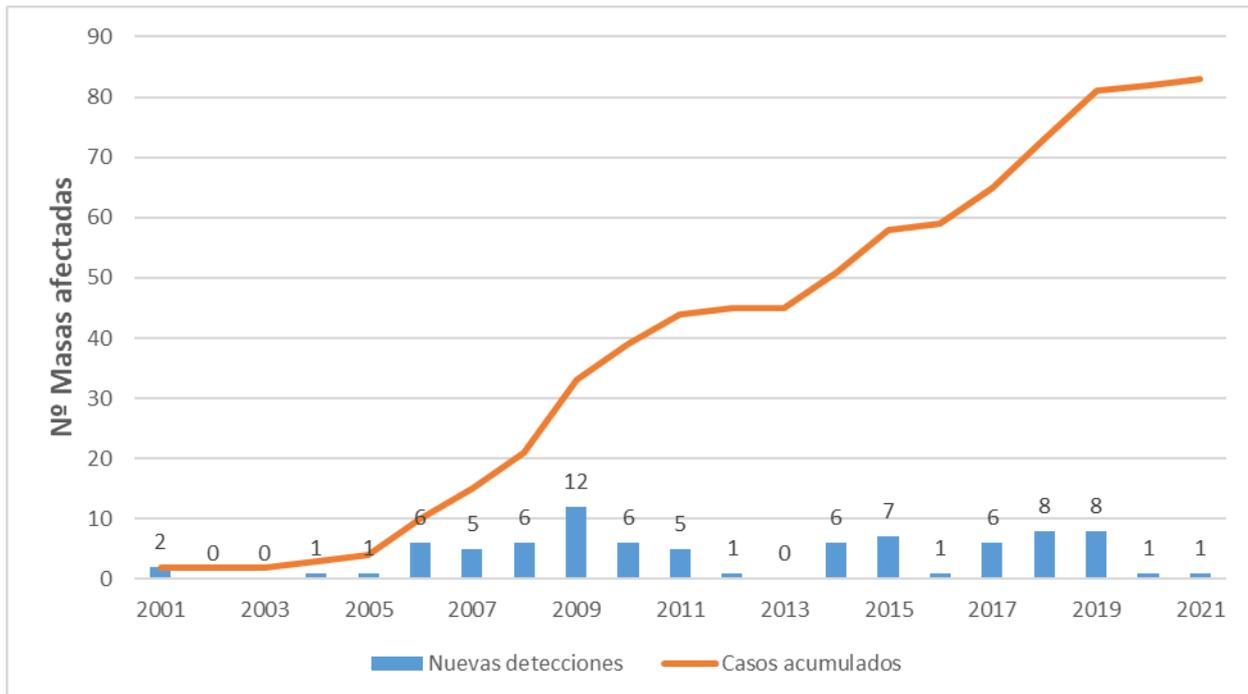


Figura 5-1 Evolución anual del número de nuevas masas de agua de la categoría embalses o lagos afectadas por *Dreissena polymorpha* desde su primera detección en España.

Como se observa en la gráfica, la expansión de esta especie está en constante aumento. En el gráfico de barras se indican las masas con nueva detección para cada año, destacando el año 2009 con doce nuevos casos y los años 2018 y 2019, con ocho casos en cada año. La línea naranja muestra los casos acumulados, alcanzando en 2021 un total de 83 masas afectadas, siendo 4 lagos y 79 embalses. Hay que recordar que hay 6 embalses más afectados pero que están catalogados como ríos muy modificados. Tampoco incluye la nueva cita de 2023 en la demarcación del Tajo (embalse de Entrepeñas), ya que los últimos datos publicados a nivel de todas las confederaciones hidrográficas son de 2021.

La rapidez con que una especie es capaz de colonizar nuevos lugares a lo largo del tiempo depende de diversos factores, siendo siempre relevantes: el tiempo transcurrido desde la llegada, las características biológicas propias de cada especie y el papel del hombre en su dispersión.

Esta especie es generalista, con alta capacidad de dispersión y con una gran capacidad de adaptación. Además, el hombre, de manera no intencionada, es el principal vector de dispersión,

ya que en su fase larvaria no se detecta de manera visual, razón por la que sin darse cuenta lo dispersa de una a otras masas de agua.

En la Figura 5-2, se muestra la incidencia de esta especie en las masas de agua de la categoría ríos.

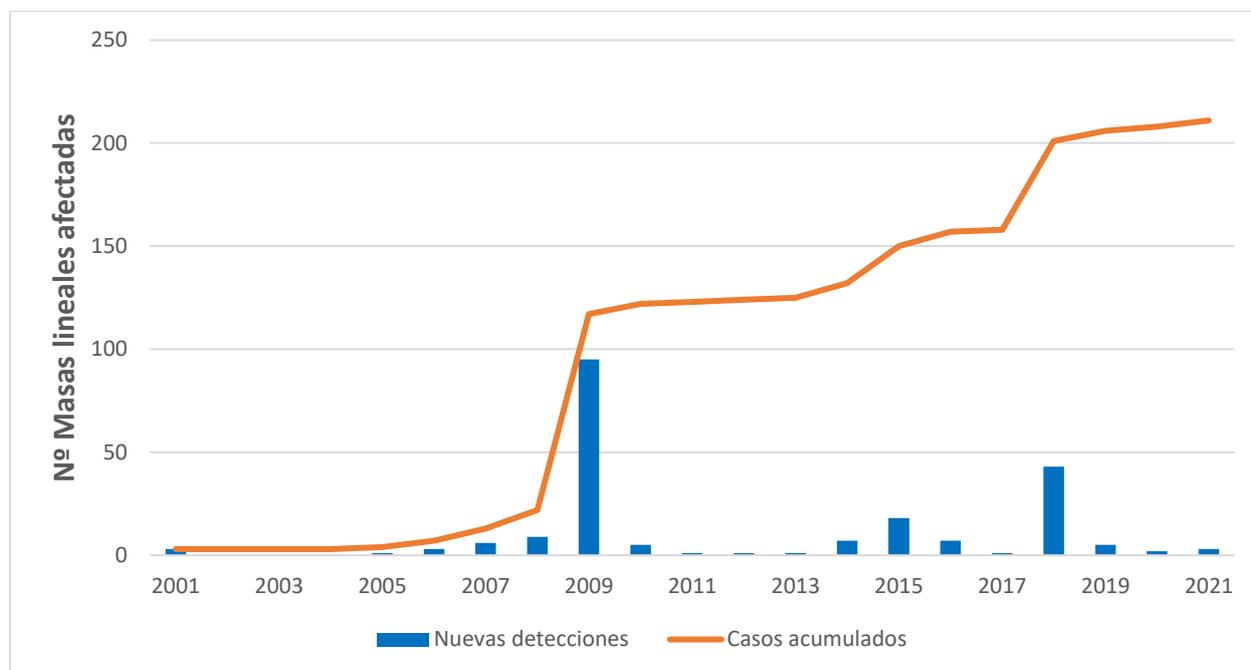


Figura 5-2 Evolución anual del número de nuevas masas de agua de la categoría ríos afectadas por *Dreissena polymorpha* desde su primera detección en España.

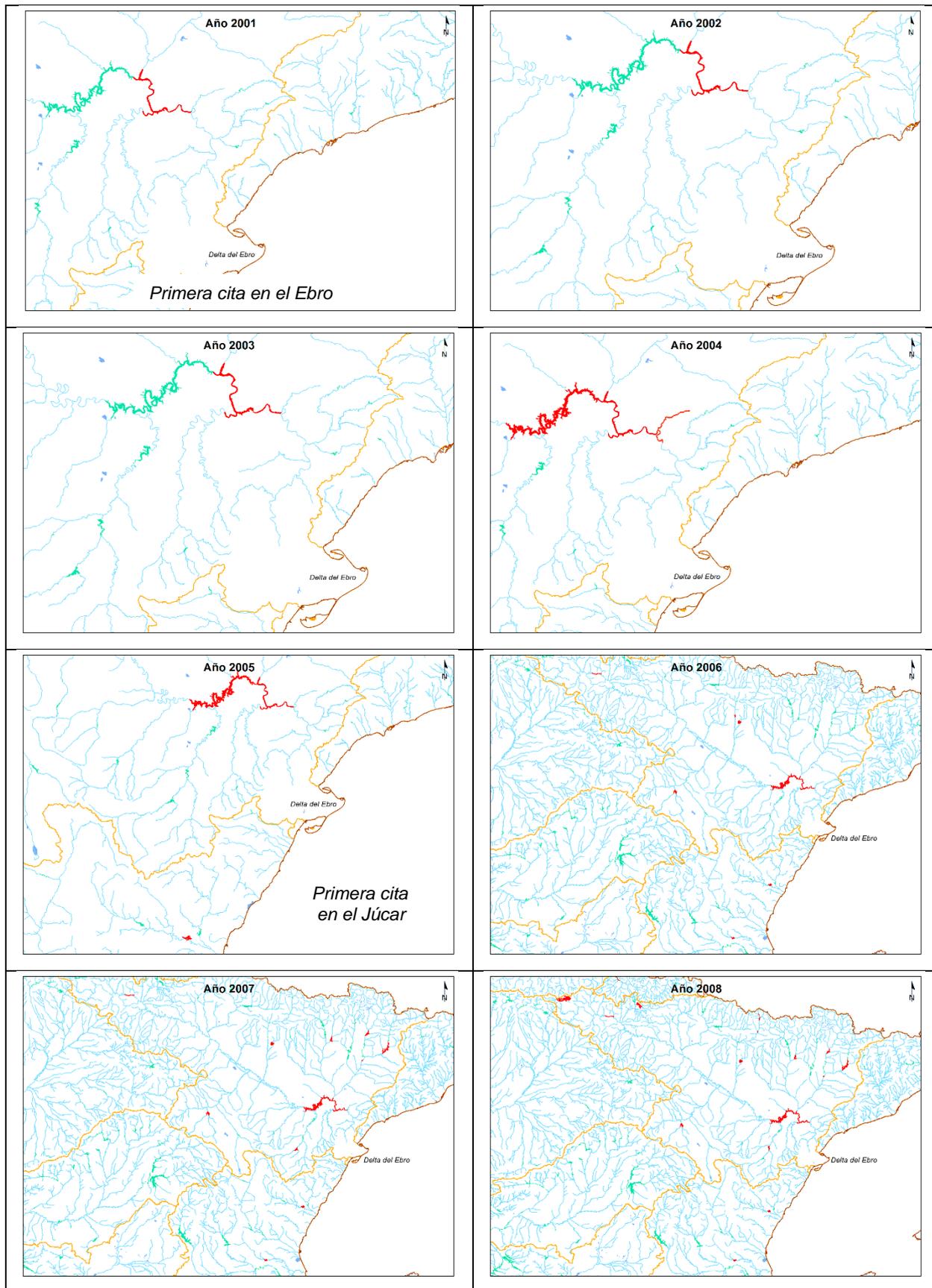
El gráfico muestra tres máximos de nuevas detecciones en los años 2009, 2015 y 2018. Como ya se ha indicado, el seguimiento de las masas de ríos es menor, y estos valores máximos se corresponden con los años en los que algunas demarcaciones han publicado mapas mostrando la situación de las masas de ríos: Ebro en 2009, Júcar en 2015 y Guadalquivir en 2018, por lo que la representación de esta evolución no respondería a un desarrollo real de su colonización.

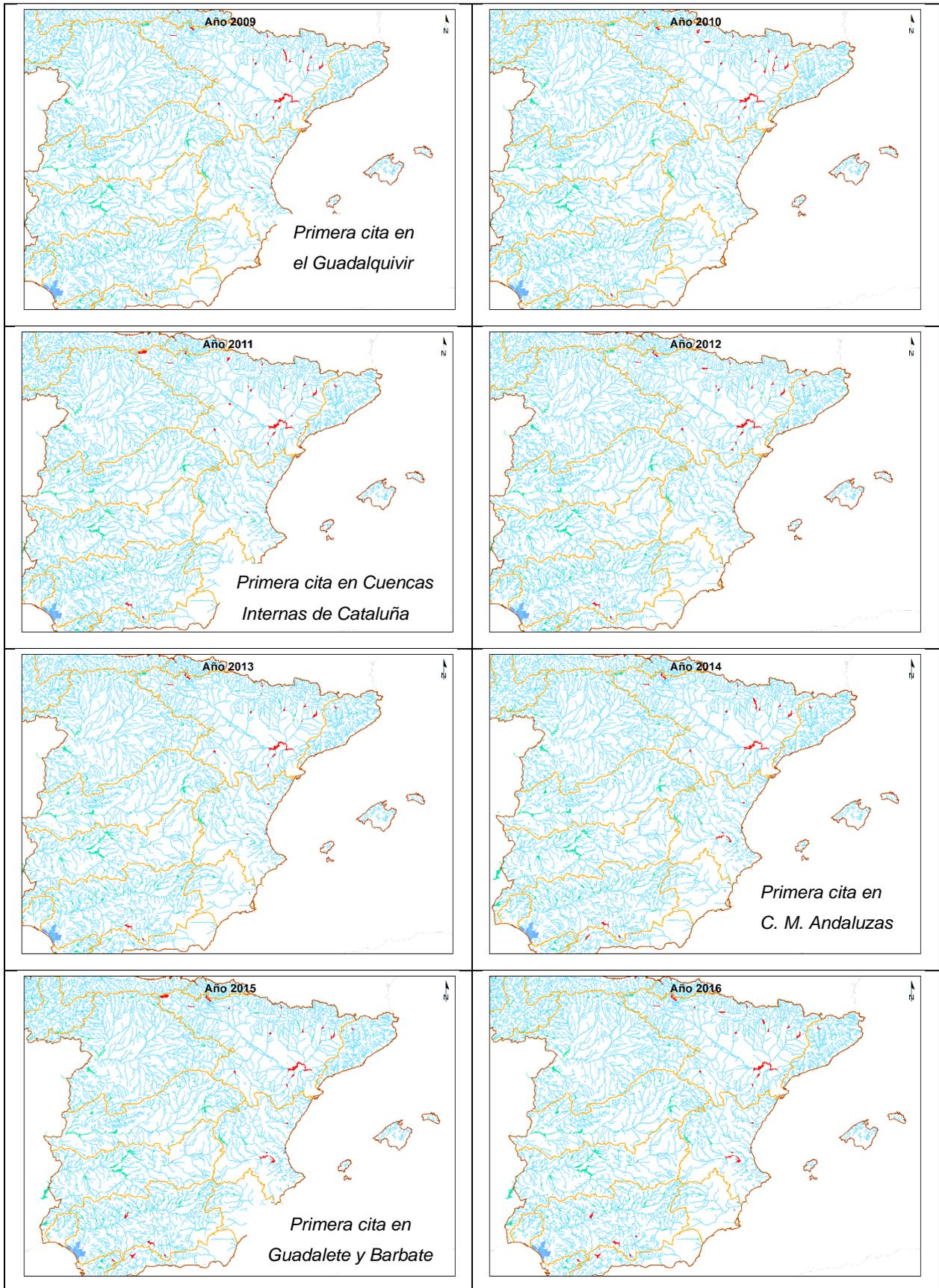
En la Figura 5-3 se detalla la evolución de esta especie desde su primera detección en el año 2001 hasta 2021. En rojo se resaltan las masas de agua con presencia de mejillón cebra.



SEGUIMIENTO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES
MEJILLÓN CEBRA (*DREISSENA POLYMORPHA*)

CEDEX





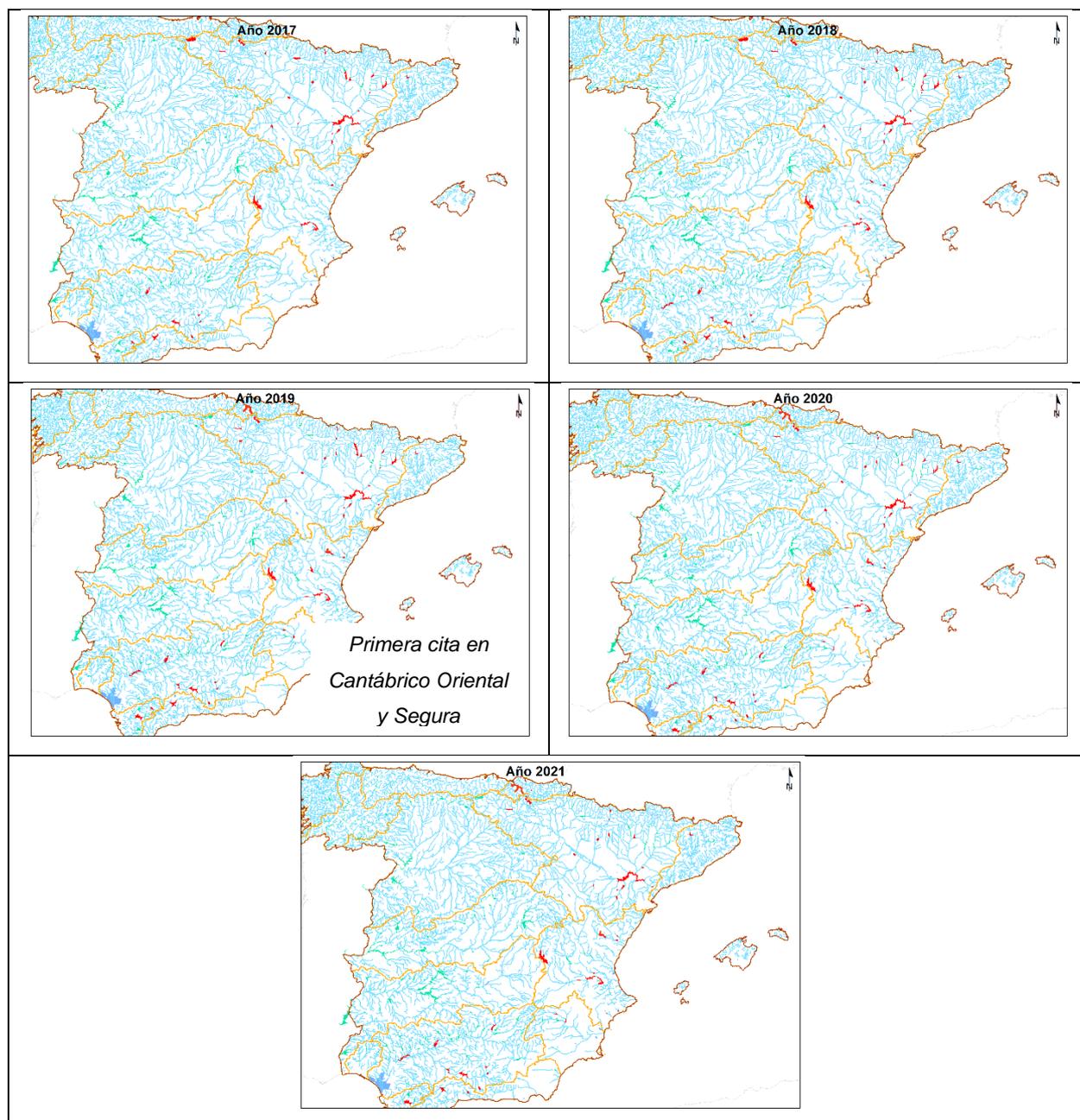


Figura 5-3. Evolución de la distribución del mejillón cebra en España desde 2001.

6. ANÁLISIS DEL RIESGO POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE *DREISSENA POLYMORPHA*

6.1 FACTORES AMBIENTALES QUE CONDICIONAN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE

Hay varias razones que explican cómo esta especie generalista logra tanto éxito colonizando nuevos lugares. A continuación, se señalan las más relevantes:

- ✓ Una elevada capacidad reproductiva: cada puesta puede alcanzar los 40.000 huevos, pudiendo realizar entre dos y tres puestas al año. Además, una larva puede ser fértil en el mismo año de su nacimiento.
- ✓ Una elevada capacidad de dispersión en la fase larvaria: en el primer mes de vida son nadadoras libres, pudiendo recorrer varios kilómetros al día.
- ✓ Un amplio rango de tolerancia con respecto a diversos factores ambientales relevantes:
 - *Temperatura*: sobrevive entre 0 °C y 32°C.
 - *Salinidad*: puede sobrevivir desde aguas muy poco mineralizadas hasta aguas salobres
 - *Oxígeno*: no puede sobrevivir por debajo de una saturación del 25%; aun así, es capaz de aguantar varios días en condiciones de anoxia cerrando las valvas.
 - *Tipo de sustrato*: se adhieren sobre cualquier tipo de sustrato o estructura sólida, tanto natural como artificial, incluso sobre conchas y valvas de otros moluscos.
 - *Velocidad*: cuando la velocidad de la corriente supera los 2 m/s, comienza a tener dificultades para permanecer anclado.

Gran parte de las masas de agua peninsulares se encuentran dentro de los rangos de estas variables que esta especie es capaz de tolerar, si bien en muchos cauces se superan los 2 m/s en épocas de lluvias, o cuando la pendiente es elevada.

La bibliografía sobre los factores ambientales que determinan el éxito de esta especie es muy abundante, destacando los estudios de Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996). Según estos estudios, en la Tabla 6-1 se muestran los rangos de preferencia orientativos del mejillón cebra para algunos de los parámetros comentados.

Tabla 6-1 Rangos de preferencia orientativos de *Dreissena polymorpha*, según Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996), para temperatura, oxígeno disuelto y velocidad del agua.

	Nula	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Óptimas
Temperatura (°C)	< 2	< 8	9 - 15	16 - 18	18 - 25	18 - 20
Oxígeno disuelto (mg/l)	Anoxia	< 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	> 10 (100% saturación)
Velocidad agua (m/s)		< 0.07 >1.5	0.07 - 0.09 1.25 - 1.5	0.09 - 0.1 1.0 - 1.25	0.1 - 1.0	

También se han elaborado diversos estudios en el ámbito de la península ibérica, como los estudios de Cia Abaurre, 2008; Palau & Durán, 2008 y Agencia Vasca del Agua (2011).

6.2 ESTUDIO DE LOS FACTORES CRÍTICOS

Como se ha indicado en el apartado anterior, gran parte de las masas de agua peninsulares están dentro de los rangos de las variables referidas que permiten el desarrollo de esta especie, con la excepción de la velocidad de corriente, ya que es habitual que se superen los 1.5 m/s en la mayoría de los cursos de agua, sobre todo en épocas de lluvia. Por esta razón, este estudio se ha centrado en las masas de agua tipo embalse, que son las que tienen más probabilidad de ser colonizadas por esta especie.



Con el fin de incluir otras variables ambientales que puedan condicionar de forma más específica la presencia de este bivalvo, se han considerado los niveles de calcio y pH, ya que son dos factores determinantes para el óptimo desarrollo de esta especie (Hincks & Mackie, 1997).

Como se indica en la ficha para el mejillón cebra, el calcio es un elemento limitante por ser el componente químico mayoritario de las valvas de los moluscos. La concentración mínima en agua en la que se ha detectado la especie es 12 mg/l, si bien por debajo de 6 mg/l no hay posibilidad de que se desarrolle la especie, y por encima de 35 mg/l deja de convertirse en un factor limitante, siendo el valor óptimo una concentración superior a 125 mg/l (Cohen & Weinstein, 2001; Palau & Durán, 2008).

Los niveles de pH son también una variable que condiciona el desarrollo de esta especie. Así, por ejemplo, para poder realizar la función de filtración el pH ha de estar comprendido entre 8-9. Si el nivel de pH se sitúa por debajo de 6, no es posible su desarrollo, siendo los valores óptimos de la especie entre 8.0 y 8.5. En la Tabla 6-2, se detallan los rangos de preferencia de esta especie para estas dos variables.

Tabla 6-2 Rangos de preferencia orientativos de *Dreissena polymorpha*, según Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996), para calcio y pH.

	Nula	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Óptimas
Calcio (mg/l)	5-6	< 9	9-20	20-25	25-125	>125
pH	0-6.0	< 6.5	6.5-7.2	7.2-7.5	7.5-8.7	8.0-8.5

6.3 DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE CALCIO Y PH PARA LAS MASAS DE AGUA PENINSULARES

La Dirección General del Agua ha diseñado y desarrollado la base de datos NABIA (Sistema de intercambio de información sobre el estado y calidad de las aguas continentales), donde todos los organismos de cuenca y comunidades autónomas vuelcan la información de datos obtenidos en las redes de seguimiento de las aguas superficiales y subterráneas.

En esta base de datos, entre las muchas variables biológicas y físico químicas disponibles, se encuentran los valores de calcio y pH para las distintas masas de agua. A partir de la información sobre estas dos variables suministrada al CEDEX por la DGA, y con el fin de caracterizar los rangos de valores habituales en las masas de agua, se llevó a cabo una detección y depuración de datos atípicos, seleccionándose como método estandarizado más preciso y que permite eliminar el menor número posible de datos el método de los diagramas de *cajas y bigotes* ("boxplots and whiskers"). Este método representa gráficamente los valores y características de los datos como su dispersión, simetría, valores mínimos y máximos, y los atípicos, muy alejados de la distribución general y que son fácilmente identificables.

6.3.1 Calcio

En una primera selección de los datos recibidos de NABIA, se seleccionaron 25 325 registros con datos de calcio, correspondientes a 355 masas de la categoría embalse. De estos, se han eliminado todos los registros con valor "cero", ya que se presuponen valores por debajo del límite de detección, resultando un total de 621 registros descartados.

Posteriormente, se han detectado una serie de registros en los que presumiblemente estaban mal asignadas las unidades, bien por estar en microgramos, bien por estar en gramos; ambas situaciones se han revisado para que todos los datos estuvieran en miligramos, constituyendo un total de 292 registros corregidos.

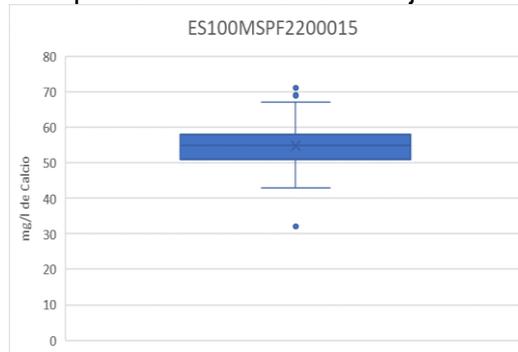
Finalmente, se han eliminado los datos de las masas de agua con menos de 10 tomas de muestras al no considerarse un número suficientemente representativo, quedando un total de 287 masas con datos que cumplen los requisitos establecidos, frente a las 355 iniciales. En la Tabla 6-3 se indica el número de masas de agua inicial con datos de calcio por demarcación hidrográfica, indicando cuantas masas se han descartado para su uso en este trabajo por presentar datos de un solo día de muestreo o tener menos de 10 datos.

Tabla 6-3 Número de masas de agua con datos de calcio (Fte.: base de datos NABIA) por demarcación hidrográfica y masas de agua descartadas.

Demarcación	Nº Masas de agua con datos	Masas descartadas	
		Masa con datos de 1 día	Masas con > 1 y <10 datos
Miño-Sil	11	3	2
Galicia-Costa	9		
Cantábrico Oriental	4		
Cantábrico Occidental	9		
Duero	47		3
Tajo	67		2
Guadiana	63	3	10
Guadalquivir	56	2	21
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	15		
Tinto, Odiel y Piedras	8		
Guadalete y Barbate	9		
Segura	16		7
Júcar	25		6
Ebro	9	4	4
Cuencas Internas de Cataluña	7		
TOTAL	355	12	56

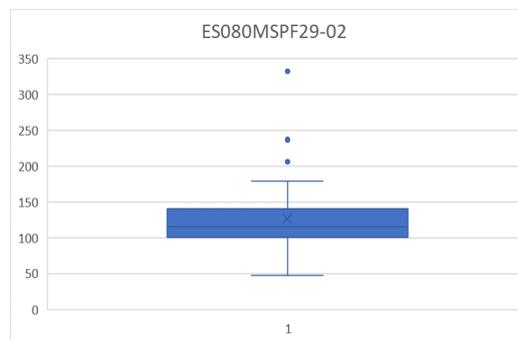
Para contrastar datos dudosos por el valor registrado en la base de datos, se ha consultado como información de apoyo si la tipología de la masa de agua era calcárea o silíceo en cada caso, así como los isovalores de calcio en la cartografía del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Con el fin de establecer un criterio de eliminación de datos anómalos, se ha utilizado el método estadístico del diagrama de cajas y bigotes ("Box plots"), que muestran la distribución de los datos para una variable. Dentro de la caja están incluidos el 50% de los casos, que son los datos comprendidos entre el 25% (primer cuartil) y el 75% (tercer cuartil) de los casos ordenados. El bigote superior representa un valor correspondiente a la posición del tercer cuartil más 1,5 veces el rango intercuartílico, y el valor del bigote inferior la posición del primer cuartil menos 1,5 veces el rango intercuartílico. Los valores que quedan representados fuera de los bigotes se denominan "outliers", y constituyen datos anómalos, en ocasiones debidos a errores en la toma de muestras u otros factores desconocidos, por lo que en este estudio han sido considerados como anómalos, y eliminados del análisis. En total se han descartado 780 registros.

En las figuras 6-1, 6-2, 6-3 y 6-4 se muestran los diagramas de cajas y bigotes que representan los datos anómalos que han sido descartados junto a una tabla con los valores.



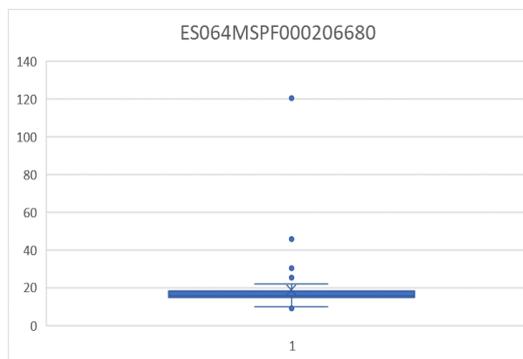
Datos anómalos	Valor Ca (mg/l)
09/09/2020	32
05/05/2008	69
22/04/2008	69.5
17/11/2008	71

Figura 6-1 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de Boadella.



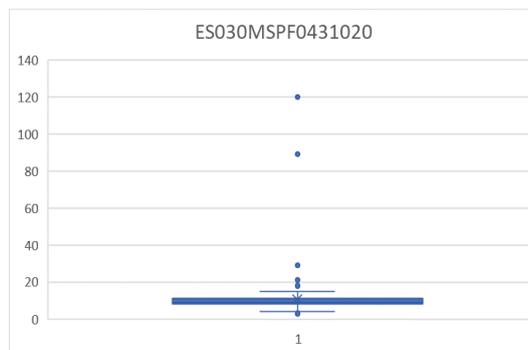
Datos anómalos	Valor Ca (mg/l)
21/05/2001	205.6
05/10/1999	207.9
15/05/2000	236.7
30/05/1996	332

Figura 6-2 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el de embalse de Amadorio.



Datos anómalos	Valor Ca (mg/l)
02/06/2010	9.02
06/10/2008	25.3
26/10/2009	25.42
15/01/2009	25.6
13/01/2010	26.75
30/07/2009	30.34
24/06/2008	45.6
29/07/2008	120.32

Figura 6-3. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de los Machos.



Datos anómalos	Valor Ca (mg/l)
19/05/2009	3
26/06/2009	3
15/10/2001	18
17/12/2012	18
25/09/2012	21
15/11/2019	29
17/07/2008	89
10/01/1992	120

Figura 6-4 Diagrama de cajas y bigotes para los datos de calcio en el embalse de Santillana.

6.3.2 pH

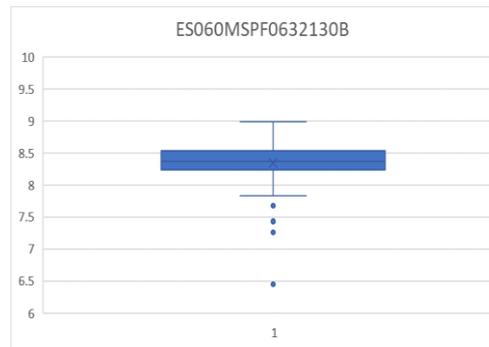
El proceso llevado a cabo para la selección y depuración de datos de pH es análogo al desarrollado para el calcio. Partiendo de los datos recibidos de NABIA, se han seleccionado 172 611 registros de pH correspondientes a 427 masas de agua de categoría embalse o lago. Sin embargo, en el caso del pH es habitual registrar varios valores en una misma toma de muestras, calculando el valor medio para cada día de muestreo, por lo que los registros se redujeron a un total de 25 178 datos.

Se han eliminado los datos de las masas de agua con menos de 10 tomas de muestras, resultando un total de 346 masas, frente a las 428 iniciales. En la tabla 6-4, se indica el número de masas de agua con datos por demarcación hidrográfica, indicando cuantas masas se han descartado por presentar datos de un solo día de muestreo o tener menos de 10 datos.

Tabla 6-4 Número de masas con datos de pH (Fte.: base de datos NABIA) por demarcación hidrográfica y masas de agua descartadas.

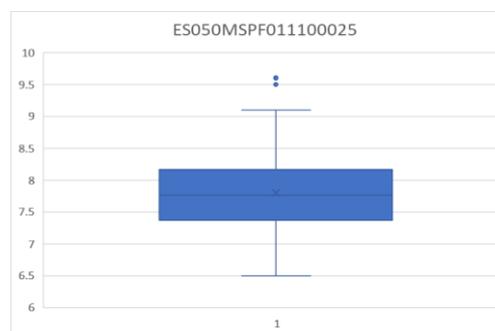
Demarcación	Nº Masas de agua con datos	Masas de agua descartadas	
		Masas con datos de 1 día	Masas con > 1 y <10 datos
Miño-Sil	25	11	8
Galicia-Costa	9		
Cantábrico Oriental	4		
Cantábrico Occidental	10	1	1
Duero	47		
Tajo	67		1
Guadiana	64		1
Guadalquivir	56		4
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	15		
Tinto, Odiel y Piedras	8		
Guadalete y Barbate	9		
Segura	16		
Júcar	27		
Ebro	57	1	56
Cuencas Internas de Cataluña	13		
TOTAL	427	13	71

Hay que señalar que no se ha podido usar ningún dato del Ebro ya que ninguna masa de esta demarcación tiene más de 10 datos. En las figuras 6-5, 6-6, 6-7 y 6-8 se muestran los diagramas de cajas y bigotes que representan los datos anómalos que han sido descartados junto a una tabla con los valores.



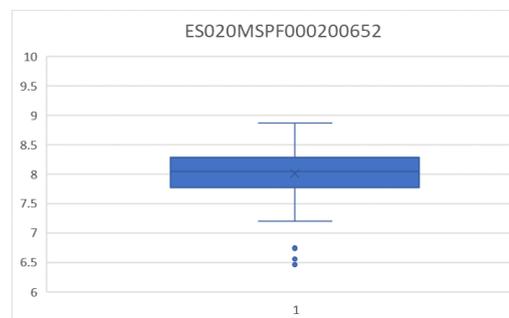
Datos anómalos	Valor pH
19/11/2009	7.72
12/11/2012	6.45
23/09/2014	7.67
13/07/2015	7.49
08/09/2015	7.26
14/09/2015	7.43

Figura 6-5. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Rules.



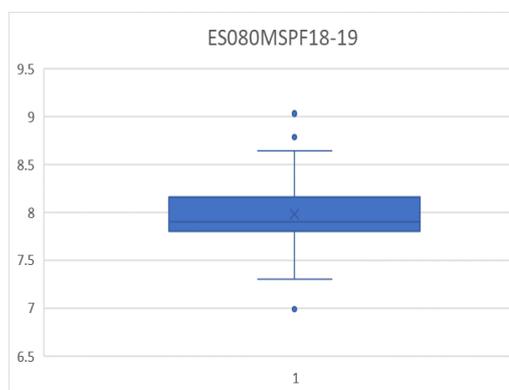
Datos anómalos	Valor pH
19/09/2000	9.5
07/09/2005	9.6

Figura 6-6. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Montoro III.



Datos anómalos	Valor pH
07/07/1997	6.6
05/11/2008	6.74
20/04/2010	6.56
16/09/2014	6.46

Figura 6-7. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Aguilar de Campoo.



Datos anómalos	Valor pH
16/09/2011	9.03
17/11/2011	8.84
12/09/2013	8.79
10/10/2017	6.98

Figura 6-8. Diagrama de cajas y bigotes para los datos de pH en el embalse de Molinar.

6.4 OTRAS VARIABLES QUE CONDICIONAN LA EXPANSIÓN DE *DREISSENA POLYMORPHA*

Uno de los factores que ha sido muy estudiado en la bibliografía en relación con la susceptibilidad de una masa a ser colonizada por el mejillón cebra es la distancia a la que se encuentre de otra masa en la que ya está asentada esta especie (Confederación Hidrográfica del Guadiana, 2015; Bossenbroek *et al.*, 2001; Buchan & Padilla, 1999; Minchin *et al.*, 2002; Kerney, 1973).

En estos estudios se analizan variables como la cercanía de carreteras principales, el número de embarcaciones de recreo o para pesca, o la distancia entre las diferentes masas de agua. Sin embargo, tras analizar el proceso de colonización de esta especie en la península ibérica, mostrado en la Figura 5-3, se observa que no hay un patrón claro de distribución y dispersión natural a partir de la primera cita que se registró en los embalses de Flix y Ribarroja en el bajo Ebro. Todo apunta a que sería el factor de la actividad humana la causa principal de su expansión no natural.

De este modo, en cuanto a la componente espacial, se ha considerado como uno de los mayores riesgos para la dispersión natural de la especie la existencia de canales de riego y trasvases, ya que funcionan como “carreteras” conectando cuencas entre sí. Aunque también son importantes las conducciones dentro de una misma cuenca, en este trabajo solo se han analizado los trasvases entre demarcaciones por su mayor relevancia a escala geográfica, y por la mayor dificultad en analizar el elevado número de conducciones existentes dentro de cada cuenca.

En función de la distribución de la especie según los datos de 2021, los principales trasvases que presentan actualmente un riesgo mayor para la dispersión de la especie entre diferentes cuencas son los siguientes:

Cuencas Internas de Cataluña

El embalse de Riudecanyes se localiza en la comarca del Bajo Campo, en el término municipal de Riudecañes, en la provincia de Tarragona (Figura 6-9). La cuenca del río Riudecanyes se sitúa en el sur de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña, siendo un río de primer orden con conexión directa al mar Mediterráneo.

En 1950 se construyó un canal para poder traer agua del río Ciurana, siendo este curso de agua afluente del río Ebro aguas abajo del embalse de Flix. La longitud del canal es de 9.2 kilómetros y conecta con el embalse de Ciurana, que ha tenido presencia larvaria, siempre subpositivos, en 2011 y en 2014. Además, este embalse cuenta con un club náutico para la realización de actividades recreativas.

Debido a esta situación, se debe prestar especial atención al seguimiento del mejillón cebra en el embalse de Ciurana y, en caso de constatarse la presencia larvaria, tomar las medidas necesarias para evitar su posterior llegada al embalse de Riudecanyes.



Figura 6-9. Mapa de situación del trasvase Ciurana- Riudecanyes.

Cantábrico

El embalse de Alsa-Torina se encuentra situado en el municipio de San Miguel de Aguayo (Cantabria), en la Demarcación del Cantábrico Occidental, en la subcuenca del río Besaya. Está conectado mediante un bitrasvase reversible al embalse del Ebro, situado en el municipio de Reinosa, también en la provincia de Cantabria, pero perteneciente a la Demarcación Hidrográfica del Ebro (Figura 6-10). La longitud del trasvase es de casi 10 kilómetros.

El embalse de Ebro ha tenido varios años con registros de subpositivos en larvas de mejillón cebra: 2008, 2011, 2015, 2017, 2018 y 2021. En el año 2017, la Confederación Hidrográfica del Ebro instaló un sistema de monitorización en continuo de la presencia larvaria de esta especie, recogiendo una muestra de manera automática cada 24 horas y analizándola posteriormente por personal cualificado.

Este sistema garantiza que, ante cualquier conato de presencia larvaria, se puedan adoptar las mejores medidas posibles y urgentes para evitar que este embalse sea un futuro foco de entrada para la demarcación del Cantábrico Occidental.

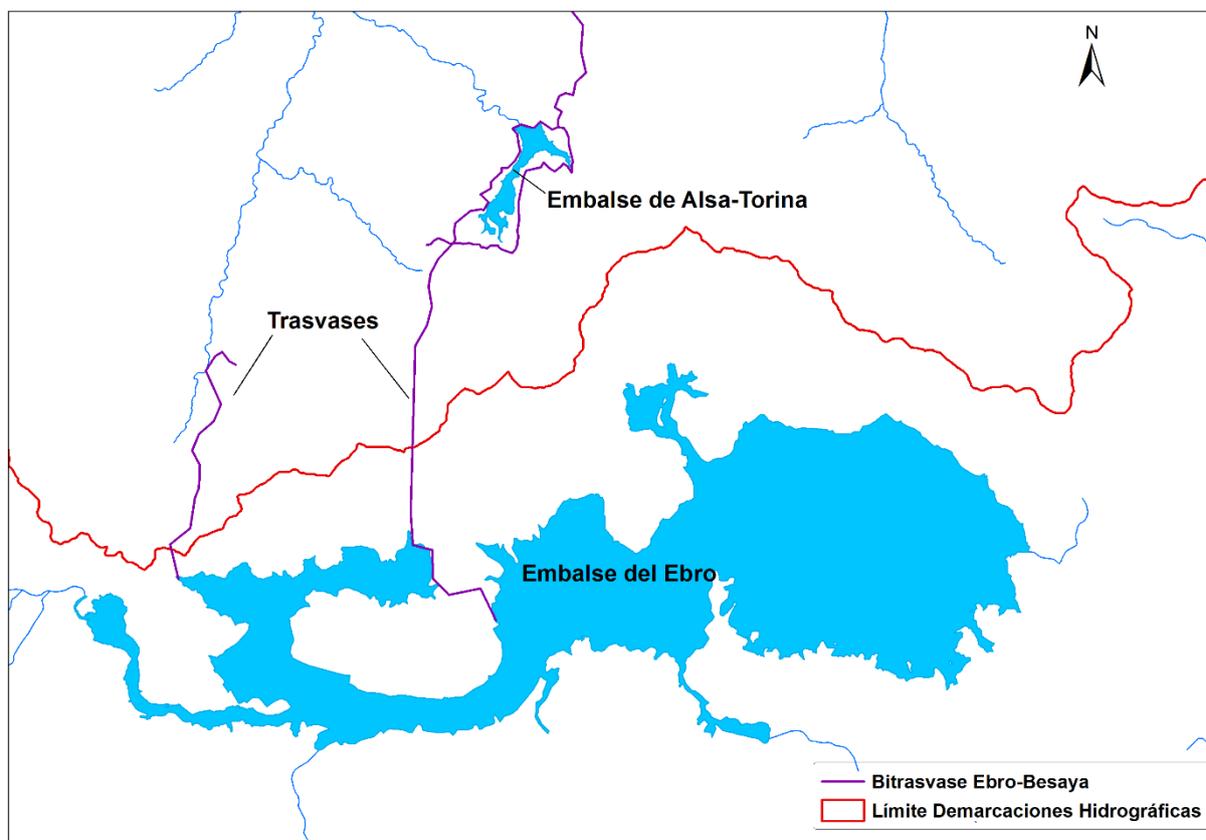


Figura 6-10. Mapa de situación del trasvase Ebro-Besaya.

Segura

La Demarcación del Segura tiene un riesgo añadido respecto al resto de demarcaciones, al contar con un gran entramado de trasvases. Los embalses de Talave y Camarillas han sido colonizados por el mejillón cebra en el 2019, debido a su conexión con el embalse de Alarcón a través del trasvase Tajo-Segura. Además, esta cuenca es la que presenta los valores más altos de calcio en sus masas de agua.

El embalse de Alarcón se encuentra en la Demarcación Hidrográfica del Júcar, actuando de puente entre el canal del trasvase que proviene del embalse de Bolarque, en la Demarcación del Tajo, y el canal que sale del embalse de Alarcón en dirección sur hasta el embalse de Talave, ya en la cuenca del río Segura (Figura 6-11). La longitud total de estos canales es de 250 km. En el año 2017 se detectaron ejemplares adultos de mejillón cebra en el embalse de Alarcón, y desde entonces todos los años se ha detectado presencia larvaria. El embalse de Talave está conectado con el Azud de los Ojos, donde comienza el denominado post-trasvase, que tiene una longitud de 147 km. Estos canales discurren cuasi paralelos a la línea de costa, llegando por el este al límite con la demarcación del Júcar y al oeste hasta el embalse de Cuevas de Almanzora en la demarcación hidrográfica de Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Aunque ya esté el mejillón presente en esta cuenca, el riesgo que supone la expansión del mejillón por el denominado post-trasvase recalca la situación de vulnerabilidad de esta cuenca debido a los trasvases presentes.

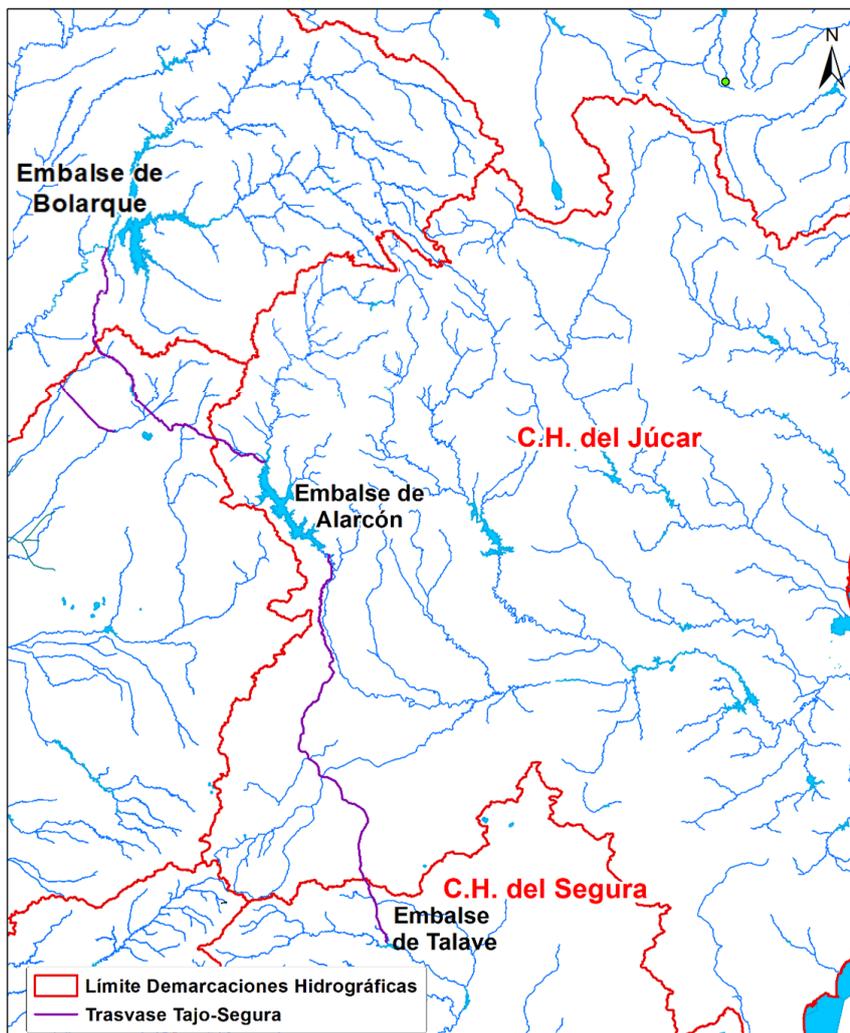


Figura 6-11. Mapa general del trasvase Tajo-Segura

Además de estos trasvases comentados la cuenca del Segura tiene un gran entramado de canales para distribuir el agua proveniente del trasvase por toda la cuenca, de manera que los 13 embalses de la cuenca del Segura se hallarían en una situación de riesgo de colonización por esta especie, en la Figura 6-12 se han señalado en gris las conducciones principales dentro de esta cuenca.

Hay que destacar los 4 embalses más cercanos a los dos ya colonizados: embalse del Cenajo, embalse de Argos, embalse de Alfonso XIII y azud de Ojós. En la Figura 6-12 se muestra la situación geográfica de estos embalses, indicando en rojo los dos colonizados por la especie, Talave y Camarillas, situados al norte de la cuenca del Segura, siendo el embalse de Talave el receptor directo de las aguas del trasvase. Con el nombre en naranja se marcan los embalses más próximos a los anteriores, por su mayor situación de riesgo.

El Azud de los Ojos se muestra también resaltado como un caso especial, ya que, por un lado, es el primer embalse aguas abajo de Camarillas, y por otro, es el punto de partida de los canales de distribución dentro de la cuenca. Por ello, es prioritario centrar los esfuerzos de control en

evitar que las larvas de mejillón cebra lleguen al Azud de los Ojos. Los canales denominados *postrasvase Tajo-Segura* se indican en morado, y el resto de los canales en gris.



Figura 6-12. Mapa de situación de los trasvases principales y embalses asociados en la cuenca del Segura.

6.5 MASAS DE AGUA EN RIESGO DE COLONIZACIÓN POR *DREISSENA POLYMORPHA*

Partiendo de lo expuesto en los puntos anteriores, e integrando todas las variables consideradas, se puede asignar un riesgo de colonización por *Dreissena polymorpha* específico para cada una de las masas de las que se dispone de información. El número de masas de agua con datos tanto de calcio como de pH son 287, siendo 260 pertenecientes a la categoría embalse.

Se ha calculado un valor medio de calcio y pH para cada masa de agua de la categoría embalse, y en función de estos valores y de los óptimos de la especie se han establecido 7 categorías de riesgo reflejadas en la Tabla 6-5, en la que se establecen los umbrales de calcio y pH que marcan la situación de riesgo. Si la concentración de calcio es menor de 6 mg/l o el valor del pH es inferior a 6, se establece que el riesgo es nulo, ya que no es posible la supervivencia de esta especie.

Tanto en el apartado 6.2 como en la ficha de la especie se indican los requerimientos que necesita esta especie para su desarrollo.

El valor de calcio para la supervivencia de este molusco es de 12 mg/l, por encima de 35 mg/l deja de convertirse en un factor limitante, y si la concentración es superior a 125 mg/l, está en el óptimo para su desarrollo. En este trabajo se han considerado los mismos criterios para el calcio que los establecidos por Claudi y Mackie (1994) y O'Neil (1996) (Tabla 6-2) para riesgo "nulo", "muy bajo" y "bajo". Para riesgo "medio" y "alto", se ha modificado el corte de los 25 mg de Ca que consideran los anteriores autores hasta 35 mg, ya que es el valor para el que el calcio deja de ser limitante. Por último, en lugar de "riesgo óptimo", se ha denominado riesgo "muy alto".

Con respecto al pH, si el nivel se sitúa por debajo de 6 no es posible su desarrollo, siendo los valores óptimos de pH entre 8.0 y 8.5. La variable pH ha resultado más difícil de adaptar para ser concordante con los anteriores rangos de calcio establecidos. Por un lado, en la denominada "España calcárea", las aguas suelen tener valores altos de pH debido a la composición de los iones disueltos, lo que no significa siempre que el calcio sea el ion predominante. Por el contrario, en la denominada "España silíceo", la concentración de iones es más reducida y las aguas son menos alcalinas, confiriendo a las aguas valores menores de pH, si bien el tipo de sustrato o geología de la cuenca puede originar valores de calcio relativamente elevados. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, solo se ha establecido el mismo criterio que los mencionados autores para riesgo "nulo", si el pH es inferior a 6. Para "muy bajo" se ha elevado el límite de 6.5 hasta 7.2; y para valor "bajo" se ha subido de 7.2 hasta 7.5. Por último, para los riesgos: "medio", "alto" y "muy alto", se ha considerado el mismo rango: entre 7.5 y 8.5. En conclusión, si el valor de pH supera 7.5, el valor de calcio será el que determine si el riesgo es "medio", "alto" o "muy alto".

Según estos criterios, 83 embalses estarían en riesgo "alto" y 24 embalses en riesgo "muy alto", que en conjunto suponen el 37,28 % de las masas de la categoría embalses o lagos que se han podido analizar al disponerse de datos suficientes.

Se ha establecido un riesgo adicional, denominado "*prioritario*" para los 3 embalses mencionados en el apartado 6.4, que son los que tienen un trasvase desde un embalse que tiene o ha tenido presencia larvaria: Riudecanyes, Embalse de Alsa/Torina y Azud de Ojós.

Tabla 6-5 Combinación de umbrales de Ca y pH para cada riesgo asociado, indicándose el número y porcentaje de masas (embalses) en cada nivel de riesgo.

Riesgo	Criterio		nº masas	% masas
NULO	Ca < 6	pH < 6	47	16.38
MUY BAJO	Ca: 6-9	pH < 7.2	5	1.74
BAJO	Ca: 6-20	pH < 7.5	23	8.01
MEDIO	Ca: 6-35	pH > 7.5 y pH < 8.5	102	35.54
ALTO	Ca: 35-125	pH > 7.5 y pH < 8.5	83	28.92
MUY ALTO	Ca > 125		24	8.36
PRIORITARIO	Trasvase		3	1

Hay tres masas de agua que no cumplen estos rangos:

- Embalse Aulencia (ES030MSPF0410020): su valor medio de calcio es 23.07 mg y de pH es 7.36. Se le ha asignado un riesgo medio pese a no cumplir el valor mínimo de 7.5, ya que este embalse estaría en la denominada “España silíceo”.
- Embalse de Perejil (ES064MSPF000206660): su valor medio de Ca es 29.9 mg y de pH es 7.36. Se le ha asignado un riesgo medio pese a no cumplir el valor mínimo de 7.5; este embalse también está situado en la denominada “España silíceo”.
- Embalse Cazalegas (ES030MSPF0502020): su valor medio de Ca es sólo de 12.93 mg y el de pH es 8.74. Es un caso especialmente singular, ya que el nivel de calcio está justo por encima del límite que permite la formación de las valvas; sin embargo, respecto al valor de pH es el único de los embalses con datos que supera 8.5. Este embalse está también situado en la denominada “España silíceo”, y se ha clasificado también como riesgo medio.

Para comprobar la concordancia de los resultados obtenidos, se ha realizado un análisis de los datos de forma inversa, partiendo de las 83 masas de la categoría embalses o lagos con presencia confirmada de esta especie en algún momento, para las que se dispone de datos de calcio y pH en 26 de ellas. Los datos muestran cómo las 26 masas se encuentran en riesgo “medio”, “alto” o “muy alto”, mostrándose en la Tabla 6-6 los valores de calcio y pH para cada una, lo que confirma la idoneidad de los criterios seleccionados.

Tabla 6-6. Datos de calcio y pH para masas de agua (embalses) con presencia de mejillón cebra.

CodMasa	NomMasa	NomDemarc	Calcio	pH	Riesgo
ES063MSPF000206150	Embalse de Guadalcaçín	Guadalete y Barbate	102.49	8.10	ALTO
ES060MSPF0614060	Embalse de Guadalteba	C.M. Andaluzas	78.47	8.24	ALTO
ES060MSPF0621020	Embalse de La Viñuela	C.M. Andaluzas	49.50	8.26	ALTO
ES060MSPF0614260	El Tomillar	C.M. Andaluzas	86.14	8.36	ALTO
ES030MSPF0110020	Embalse Entrepeñas	Tajo	86.30	8.03	ALTO
ES060MSPF0614090B	Embalse Tajo de La Encantada	C.M. Andaluzas	110.57	8.06	ALTO
ES100MSPF1000070	La Baells	C.I. Cataluña	81.93	8.12	ALTO
ES050MSPF011100036	Embalse de Iznájar	Guadalquivir	101.92	7.91	ALTO
ES050MSPF011100048	Embalse de Cubillas	Guadalquivir	81.75	8.12	ALTO
ES050MSPF011100049	Embalse de Bermejales	Guadalquivir	73.89	8.23	ALTO
ES050MSPF011100012	Embalses de Cantillana y Alcalá del Río	Guadalquivir	101.49	7.91	ALTO
ES070MSPF002051603	Embalse de Talave	Segura	99.48	8.30	ALTO
ES080MSPF18-07	E. Alarcón	Júcar	101.88	8.07	ALTO
ES080MSPF18-19	E. Molinar	Júcar	109.25	8.01	ALTO
ES080MSPF18-23	E. El Naranjero	Júcar	120.20	8.10	ALTO
ES080MSPF18-25-01-02	E. Escalona	Júcar	101.03	7.91	ALTO
ES080MSPF18-32-01-06	E. Forata	Júcar	71.37	7.96	ALTO
ES080MSPF29-02	E. Amadorio	Júcar	116.35	7.81	ALTO
ES050MSPF011100041	Embalse de La Fernandina	Guadalquivir	23.26	7.75	MEDIO
ES063MSPF000206130	Arroyo de Los Molinos	Guadalete y Barbate	140.23	8.07	MUY ALTO
ES060MSPF0614080	Embalse Conde de Guadalhorce	C.M. Andaluzas	150.91	8.22	MUY ALTO
ES080MSPF10-05	E. Arenós	Júcar	126.17	8.08	MUY ALTO
ES080MSPF10-12-01-04-01-02	E. Alcora	Júcar	130.90	7.61	MUY ALTO
ES080MSPF15-10	E. Benagéber	Júcar	137.26	7.75	MUY ALTO
ES080MSPF18-21	E. Embarcaderos	Júcar	129.57	8.02	MUY ALTO
ES080MSPF30-02	E. Tibi	Júcar	219.73	7.78	MUY ALTO



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mejillón cebra es una especie proveniente de la región conformada entre Europa oriental y Asia occidental, en el entorno del Mar Negro y Caspio. Es un bivalvo acuático de pequeño tamaño (< 5 cm) que, una vez asentado en el medio natural, no es posible su erradicación total con el conocimiento científico y técnico actual del que se dispone; circunstancia que la convierte en una especie exótica e invasora. Tiene un amplio rango de tolerancia a las variables ambientales, lo que le permite colonizar ecosistemas muy variados. Puede vivir en aguas poco salinas, en aguas con poco oxígeno, y se desarrolla sobre multitud de sustratos naturales y artificiales diferentes. Igualmente, encuentra hábitats óptimos tanto en climas fríos como en climas templados, pudiendo sobrevivir adherido hasta 5 días fuera del agua. Considerando que cada hembra es capaz de producir hasta un millón de óvulos por año, el resultado es una capacidad de expansión y colonización imparables, si no se toman las medidas preventivas y de vigilancia más adecuadas y eficaces.

En este informe se presenta, por un lado, una ficha de *Dreissena polymorpha* como compendio de toda la información recopilada actualizada de esta especie, y por otro, un análisis de su distribución y de las características ambientales de las masas de agua en las que se desarrolla con el fin de contribuir a la prevención de su expansión, identificando las masas de agua de la categoría embalse más susceptibles de ser colonizadas por este bivalvo.

Se confirma que la actividad humana es el principal vector de transmisión de esta especie. En la Figura 5-3, que muestra el proceso de expansión de esta especie en la península hasta 2021, se observa que, aunque las primeras citas sean en los embalses de Flix y Ribarroja en el bajo Ebro, las citas posteriores no se produjeron alrededor de este punto como foco de dispersión. Su expansión sucedió mediante “saltos” en nuestra geografía, gracias a la actividad humana, principalmente de tipo recreativo, transportándose las larvas de forma pasiva desde un embalse ya colonizado hasta otro aún libre de su presencia. Esto ha supuesto una media de 4 nuevos embalses afectados cada año, estando ya presente en 9 de las 15 demarcaciones hidrográficas peninsulares. Siendo las demarcaciones en las que aún no se ha detectado: Duero, Guadiana, Galicia-Costa, Miño-Sil, Cantábrico Occidental y Tinto, Odiel y Piedras.

En el año 2005, cuatro años después de la primera cita, se registró por primera vez fuera del bajo Ebro, en la cuenca del Júcar, en el cuarto embalse en que se localizaba esta especie, a más de 150 km de distancia. En los siguientes cuatro años, entre el 2005 y el 2009, se acentuó su expansión por estas dos demarcaciones, saltando de unos puntos a otros, llegando a citarse en más de 30 embalses en la del Ebro, y limitándose su expansión en el Júcar a los embalses de Sichar y Forata. Finalmente, en 2009 apareció en la demarcación del Guadalquivir en el embalse de los Bermejales, a más de 370 km del embalse más cercano con presencia en el Júcar, el embalse de Forata.

Esta especie se encuentra entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Produce daños graves en los ecosistemas: aumenta la biomasa de zoobentos, favoreciendo el crecimiento de algas y bacterias nocivas; altera la cadena trófica desplazando a unos organismos y generando oportunidades para otros como macrófitos y pequeños invertebrados; pero destaca sobre todo su alta competencia y su ectoparasitismo en otros bivalvos autóctonos, pudiendo llegar a hacerlos desaparecer en los lugares donde se asienta.

Igualmente, el impacto económico de esta especie es muy relevante. Su reducido tamaño y su capacidad de adaptarse a multitud de sustratos hacen que colapse las conducciones de entrada para abastecer a las centrales eléctricas, nucleares, tomas de abastecimiento urbano, sistemas de regadío, etc. Los costes de prevención y erradicación representan millones de euros cada año en España.



Todo lo expuesto anteriormente justifica la importancia y la necesidad de llevar a cabo una actividad de prevención intensa y eficaz. Para contribuir a esta tarea, se ha diseñado un método que permite evaluar fácilmente la susceptibilidad de una masa de agua para albergar esta especie en función de las características químicas de sus aguas. Se han seleccionado las variables calcio y pH, ya que condicionan el desarrollo de esta especie y, además, se puede obtener fácilmente la información a partir de diferentes fuentes. Por un lado, hay datos disponibles en la base de datos NABIA (MITERD), que recoge la información de los programas de control de la calidad en las masas de aguas superficiales continentales para el cumplimiento de la DMA. Por otro lado, son dos variables medidas habitualmente cuando se realiza una toma de muestras de aguas para comprobar su calidad para estudios de abastecimiento o seguimiento de diferentes presiones. Un requisito importante para poder aplicar este método es disponer de un mínimo de datos de 10 muestras espaciadas en el tiempo para poder considerar el dato medio resultante como representativo.

Se recomienda aplicar este método para valorar el riesgo de las masas de agua de la categoría embalse en todas las demarcaciones hidrográficas, ya que supondría una información de gran utilidad para planificar las tareas de control y seguimiento, y optimizar el esfuerzo y la eficacia en la prevención del asentamiento del mejillón cebra en sus embalses.

La prevención es una acción esencial en la lucha contra la dispersión de esta especie, y requiere mantener una serie de actuaciones básicas: muestreos periódicos en masas de agua susceptibles de ser colonizadas para la detección de larvas e individuos adultos; obtención de datos físico-químicos de las masas de agua para conocer su idoneidad como hábitat potencial para la especie; implantación de normativa para frenar su expansión, ya sea confinando embalses o implantando protocolos de limpieza y desinfección; y por último, la labor de divulgación para concienciar a la población de la importancia de cumplir las normas establecidas, para entre todos poder frenar la expansión de esta especie.

En el Anejo 4 se recogen las masas en riesgo medio, alto o muy alto, por demarcaciones, indicando en color rojo las masas que ya han tenido presencia de mejillón cebra. Solo se han podido recopilar datos de 260 de las 422 masas tipo embalse, no disponiéndose de datos para ninguna de las masas del Ebro.

En primer lugar, se analizan las seis demarcaciones hidrográficas en las que aún no se ha detectado esta especie:

- Miño-Sil: comprende 37 masas tipo embalse, disponiéndose de datos de calcio y pH para 6 masas, en las que solo hay una con riesgo medio.
- Galicia-Costa: abarca 19 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para 9 masas, no teniendo ninguna masa en riesgo.
- Cantábrico Occidental: tiene 10 masas de agua tipo embalse, con datos de calcio y pH para 8 masas, estando una masa en riesgo medio, 3 en riesgo alto y el embalse de Alsa/Torina clasificado como prioritario.
- Duero: tiene 42 masas de agua tipo embalse, en las que hay datos de calcio y pH para 38 masas, de las cuales 11 masas están en riesgo medio y 9 en riesgo alto.
- Guadiana: tiene 52 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para 43 masas, estando 29 masas en riesgo medio, 8 con riesgo alto y dos con riesgo muy alto.
- Tinto, Odiel y Piedras: tiene 7 masas tipo embalse, disponiéndose de datos de calcio y pH para las siete, estando 5 masas en riesgo medio.

En segundo lugar, se analizan las nueve demarcaciones hidrográficas en las que ya está presente la especie:

- Cantábrico Oriental: hay 9 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para 4 masas, estando 2 en riesgo medio y dos en riesgo alto. Solo tiene un embalse con presencia de mejillón, pero no se dispone de datos químicos para esta masa.
- Guadalquivir: tiene 57 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para 33 masas, estando 19 masas en riesgo medio, 11 masas en riesgo alto y solo una con riesgo muy alto. Ha habido presencia de este bivalvo en 9 masas, de las cuales 4 están clasificadas con riesgo alto y una con riesgo medio.
- Guadalete y Barbate: tiene 7 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para todas, estando todas en riesgo, 2 con riesgo medio, 3 con riesgo alto y dos con riesgo muy alto. Ya está presente este bivalvo en una masa con riesgo alto y en otra con riesgo muy alto.
- Cuencas Mediterráneas Andaluzas: tiene 14 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para todas, estando las 14 en riesgo, 3 con riesgo medio, 9 con riesgo alto y dos con riesgo muy alto. En esta cuenca ha habido presencia de mejillón cebra en 4 masas, 3 de ellas tienen riesgo alto y una muy alto.
- Segura: tiene 13 masas de agua tipo embalse, con datos de 8 masas, estando las ocho en riesgo, 3 en riesgo alto, 4 en riesgo muy alto y el azud de los Ojos que se ha clasificado como prioritaria.
- Júcar: tiene 28 masas tipo embalse, con datos de calcio y pH para 19 masas, estando todas en riesgo, 14 en riesgo alto y 5 con riesgo muy alto. Ha habido presencia de esta especie en 16 masas, de las que al menos 6 están clasificadas como riesgo alto y 5 con riesgo muy alto.
- Ebro: sin datos disponibles para este estudio.
- Cuencas Internas de Cataluña: tiene 13 masas de agua tipo embalse, con datos de calcio y pH de 7 masas, 5 masas tienen riesgo alto, más el embalse de Riudecanyes en situación prioritaria. En Cuencas Internas de Cataluña, solo hay dos embalses que hayan tenido presencia de esta especie: el embalse de Gaia tuvo una cita de larvas en 2012 y el embalse de La Baells tiene adultos desde 2011.
- Tajo: tiene 58 masas categoría embalse, con datos de calcio y pH para 57 masas, estando 45 masas en riesgo, de las cuales 22 tienen riesgo medio, 13 en riesgo alto y 6 están en riesgo muy alto. En esta cuenca se ha confirmado recientemente, el 7 de febrero de 2023, la presencia de individuos adultos en el embalse de Entrepeñas.

Es necesario destacar que, de entre todas las demarcaciones, la cuenca del Segura presenta unas condiciones químicas de sus aguas y una extensa red de canales que las interconectan que la hacen muy susceptible de sufrir por toda la cuenca una dispersión y colonización de esta especie, presente desde 2019, enfrentándose al reto de lograr implementar las mejores medidas posibles para lograr contener su avance. Esta cuenca se caracteriza por presentar grandes extensiones de cultivos en regadío, pudiendo esta especie colapsar tuberías, bombas, partidores y otras infraestructuras hidráulicas, con grandes costes para los agricultores y gestores del agua, por lo que se recomienda implementar medidas urgentes.

La reciente detección de ejemplares adultos de *D. polymorpha* en el embalse de Entrepeñas en la Confederación del Tajo, hace necesario poner el foco de atención en esta cuenca hidrográfica.

En el año 2021 se detectaron dos larvas en el embalse de San Juan, siendo un resultado subpositivo. En todos los muestreos posteriores no se han vuelto a encontrar ejemplares. Este embalse según el actual estudio está en riesgo Bajo (Ca. 6.2 mg/l y pH 7.47), lo que dificulta el asentamiento para esta especie. Sin embargo, es un embalse con mucha actividad recreativa, debiendo extremarse las medidas preventivas para minimizar el riesgo que el factor humano supone en la expansión de este molusco.

Más crítica es la situación en el embalse de Entrepeñas, al ser un embalse de regulación del trasvase Tajo-Segura. Por su reciente detección, no se ha tenido en cuenta en este estudio la posible afección futura, si bien el embalse de Alarcón, situado 107 km aguas abajo del trasvase, se encuentra ya afectado con presencia larvaria. Como medida preventiva, la confederación tiene instalados dos equipos automáticos de toma de muestras: en la presa de Entrepeñas y en el inicio de la infraestructura del acueducto Tajo - Segura.

La detección de individuos adultos en febrero de 2023 confirma el asentamiento de esta especie en la cuenca del Tajo. El embalse de Entrepeñas se ha clasificado en este estudio en riesgo Alto, por lo que en este caso sí es un hábitat propicio para el desarrollo de esta especie en comparación con el embalse de San Juan, catalogado en riesgo Bajo.

Este embalse situado en la cabecera de la cuenca del Tajo está a menos de 25 km de cuatro embalses más: el embalse de Bolarque con riesgo Alto y los embalses de Buendía, Zorita y Almoguera con riesgo Muy Alto. Esto pone en situación crítica a toda la cuenca alta del Tajo.

Finalmente, es preciso insistir en la necesidad de extremar las medidas en las demarcaciones hidrográficas más susceptibles de ver expandida la colonización de esta especie, señalando como más vulnerables las del Tajo y Segura, ambas con altas probabilidades de que el mejillón ceбра se expanda por sus numerosos embalses y canales.

8. REFERENCIAS

BOE. (2007). Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE núm. 299, de 14/12/2007.

BOE. (2001). Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. BOE núm. 176, de 24/07/2001.

BOE. (2013). Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE núm. 185, de 03/08/2013.

BOE. (2021). Resolución de 28 de enero de 2021, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, O.A., por la que se modifica la normativa de navegación. BOE. núm. 36, de 11 de febrero de 2021, páginas 15870 a 15872.

Bossenbroek, J.M., Kraft, C.E., Nekola, J.C. (2001). Prediction of long distance dispersal using gravity models: Zebra Mussel invasion of inland lakes. *Ecological Applications*, 11(6), 1778-1788.

Brooks, M. L., D'Antonio, C. M., Richardson, D. M., Grace, J. B., Keeley, J. E., DiTomaso, J. M., Hobbs, R. J., Pellant, M., Pyke, D. (2004) Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience*, 54: 677-688.

Buchan, L.A.J., Padilla, D.K. (1999). Estimating the probability of long-distance dispersal of invading aquatic species. *Ecological Applications*, 9 (1): 254-265.

CEDEX. (2012). *Estudio sobre especies invasoras en relación con el dominio público marítimo-terrestre. Identificación y distribución de especies invasoras asociadas al dominio público*



CEDEX

marítimo-terrestre. *Parte II: Información sobre especies en masas de agua de transición*. Informe técnico del CEDEX para la D.G. de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. 250 pp.

CEDEX. (2019). *Identificación temprana y seguimiento de especies exóticas invasoras (EEI) de fauna y flora introducidas por la actividad humana en aguas continentales superficiales*. Informe técnico del CEDEX. 302 pp.

Cia Abaurre, (2008). *Ecología del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el tramo inferior del río Ebro. Problemática y posibilidades de control*. [http://www.anhidra.com/Publicaciones/Entradas/2008/10/20_La_tesis_doctoral_sobre_el_mejillon_cebra_\(Dreissena_polymorpha\)_files/MEJILLON_CEBRA_INT.pdf](http://www.anhidra.com/Publicaciones/Entradas/2008/10/20_La_tesis_doctoral_sobre_el_mejillon_cebra_(Dreissena_polymorpha)_files/MEJILLON_CEBRA_INT.pdf)

Claudi, R., Mackie, G.L. (1994). *Practical manual for zebra mussels monitoring and control*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. 227 pp.

Cohen, A.N., Weinstein, A. (2001). *Zebra Mussel's Calcium Threshold and Implications for its Potential Distribution in North America*. A report for the California Sea Grant College Program, La Jolla CA, and the Department of Energy, National Energy Technology Center, Morgantown WV. San Francisco, Estuary Institute, Oakland, CA. 44 pp.

Confederación Hidrográfica del Guadiana. (2015). *Determinación de las principales zonas de riesgo para el mejillón cebra en la cuenca del Guadiana y recomendaciones prácticas para prevenir su introducción y su control/eliminación*. Informe técnico realizado por Gabinete Técnico Ambiental S.L.U para la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

DOCE. (2000). Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DOCE núm. 327, de 22 de diciembre de 2000, páginas 1 a 73.

DOUE. (2007). Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). DOUE núm. 108, de 25 de abril de 2007, páginas 1 a 14.

DOUE. (2014a). Reglamento (UE) No 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2014 sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.

DOUE. (2014b). Reglamento Delegado (UE) 2018/968 de la Comisión, de 30 de abril de 2018, que complementa el Reglamento (UE) n° 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los análisis de riesgos relativos a especies exóticas invasoras.

DOUE. (2016). Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de la Comisión, de 13 de julio de 2016, por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) n.º 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Elton, C. S. (2000). *The Ecology of invasions by animals and plants*. University of Chicago Press, Chicago. 182pp

Hincks, S.S., Mackie, G.L. (1997). Effects of pH, calcium, alkalinity, hardness, and chlorophyll on the survival, growth, and reproductive success of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Ontario lakes: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/Journal Canadien des Sciences Halieutiques et Aquatiques*, vol. 54 (9): 2049-2057.

Kerney, M.P. (1973). Mapping non-marine Mollusca in southern Scotland. *J. Conchol*, 28: 225-231.

Lodge, D. M. (1993). Biological invasions - Lessons for ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 133-137.

Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale W. M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A. (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, 10: 689-710.

Minchin, D., Lucy, F., Sullivan, M. (2002). Zebra Mussel Impacts and Spread. In: *Invasive Aquatic Species of Europe* [ed. by Leppäkoski, E. \Gollasch, S. \Olenin]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 135-146.



Oficialdegui *et al.* (+47 autores) (2023). A horizon scan exercise for aquatic invasive alien species in Iberian inland waters. *Science of the Total Environment*, 869: 161798.

O'Neil, C.R. (1996). *The zebra mussel. Impact and control*. Cornell University. Cooperative Extension, Cornell University, and New York Sea Grant Institute. Ithaca, N.Y.: Cornell University. 62 pp.

Palau, A., Durán, C. (2008). Vulnerabilidad de las masas de agua frente al mejillón cebra. *Ingeniería del agua*, 15(4): 267-280.

Rainbow, P. (1998). Impacts of invasion by alien impacts. *Journal of Zoology*, 246 (2): 247-248.

Sala, O. E., Chapin, III. S. F., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M., Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770–1774.

Agencia Vasca del Agua (2011). Susceptibilidad de las masas de agua de la Comunidad Autónoma del País Vasco al asentamiento del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). Informe técnico elaborado por Anhidra Consultoría Agroambiental SLP

Vitousek, P. M., D'Antonio, C. M., Loope, L. L., Rejmánek, M., Westerbrooks, R. (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21(1): 1–16.

9. EQUIPO DE TRABAJO

Este trabajo ha sido realizado por D^a Laura Hernández y D. José Luis Vargas Poncini, pertenecientes al Área de Medio Ambiente Hídrico del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Madrid, julio de 2023

El director del trabajo y
Jefe del Área de Medio Ambiente Hídrico

D. Manuel Toro Velasco
Ldo. Ciencias Biológicas



ANEJO 1. Análisis de las especies exóticas invasoras con afección al dominio público hidráulico

Anejo 1. Análisis de las especies exóticas invasoras con afección al dominio público hidráulico.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Dreissena bugensis</i>	Mejillón quagga	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Problemas de incrustación en las infraestructuras hidráulicas. Disminución turbidez. Aumento de cianobacterias. Disminución de las poblaciones autóctonas de otros bivalvos. Mayores concentraciones de amoníaco, nitratos y fosfatos.	Nulo	Alto	Alto	Alto	Crítico	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia / nutrientes.
<i>Dreissena polymorpha</i>	Mejillón cebra	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Problemas de incrustación en las infraestructuras hidráulicas. Disminución turbidez. Aumento de cianobacterias. Disminución de las poblaciones autóctonas de otros bivalvos. Mayores concentraciones de amoníaco, nitratos y fosfatos.	Bajo	Alto	Alto	Alto	Crítico	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia / nutrientes.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	Lagunilla, hierba del lagarto, huiro verde	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	1	Daños a los cultivos agrícolas. Se considera una de las peores malezas acuáticas del mundo. Alterara completamente los ambientes acuáticos al cubrir la superficie del agua impidiendo la penetración de la luz. Aumento sedimentación e inundaciones	Nulo	Alto	Alto	Alto	Crítico	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Didymosphenia geminata</i>	Didymo o moco de roca	ALGAS	1	0	Puede cubrir la totalidad del lecho del cauce. Desaparecen los peces. Disminución de zoobentos. Problemas de colmatación de canales hidráulicos.	Nulo	Alto	Alto	Alto	Crítico	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Régimen hidrológico: caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas y conexión con masas de agua subterránea.
<i>Corbicula fluminea</i>	Almeja de río asiática	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Altera la cadena trófica por el desplazamiento de bivalvos autóctonos. Transmisión de plagas y enfermedades. Obstrucción de instalaciones hidráulicas.	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	Coipú	MAMÍFEROS	1	1	Daño tanto especies de flora autóctonas como <i>Nymphaea</i> spp., <i>Phragmites</i> spp. y <i>Thypa</i> spp como de avifauna como <i>Botaurus stellaris</i> , <i>Circus aeruginosus</i> y <i>Paniurus biarmicus</i> . Daña zonas de freza. Alteración de las orillas e infraestructuras hidráulicas. Pueden ser un vector de propagación de agentes patógenos tanto salud humana y animal.	Nulo	Medio	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas: variación de la profundidad y anchura del río, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña.
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa o carpa común	PECES	1	0	Destruye las plantas acuáticas de los fondos. Disminución especies autóctonas. Disminuye la calidad del agua. Aumento de la turbidez, clorofila a, y fósforo y nitrógeno total.	Nulo	Bajo	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	PECES	1	0	Produce procesos de eutrofización. Se considera una gran amenaza para el fartet, salinete, samaruc y sobre todo el espinoso.	Nulo	Bajo	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.



CEDEX

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Salvelino	PECES	1	0	Hibridación con otras especies de <i>Salvelinus</i> . Alta depredación sobre peces y anfibios. Alteración del hábitat, por consumo de zooplancton bentónico, macroinvertebrados y algas. En lagos oligotróficos aumento del fósforo.	Nulo	Bajo	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.
<i>Elodea nuttallii</i>	Broza del Canadá, peste de agua	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Obstruye los canales de riego. Dificulta la navegación y el uso recreativo. Puede eliminar las comunidades autóctonas de macrófitos. La descomposición de las plantas producen eutrofización.	Nulo	Alto	Alto	Medio	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: nutrientes.
<i>Azolla spp. Azolla</i>	Azolla	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Pteridófitos	1	0	Mortandad de especie subacuáticas. Disminución de la concentración de oxígeno disuelto. Aumento de la eutrofización de las aguas.	Bajo	Medio	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: nutrientes, oxigenación.
<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (Olivier, 1790)	Picudo rojo, gorgojo de las palmeras	ARTRÓPODOS NO CRUSTÁCEOS	1	0	Provoca la muerte de las palmeras. Tanto especies autóctonas como <i>Chamaerops humilis</i> y <i>Phoenix canariensis</i> , como los cultivos de palmeras.	Nulo	Alto	Alto	Medio	Severo	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Achatina fulica</i>	Caracol gigante africano	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Reducción producción de cultivos. Trasmisor de patógenos a las plantas. Trasmisor de <i>Angiostrongylus cantonensis</i> , puede provocar meningoencefalitis. Vector de <i>Aeromonas hydrophila</i> .	Alto	Alto	Medio	Medio	Severo	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Threskiornis aethiopicus</i> (Latham, 1790)	Ibis sagrado	AVES	1	1	Las capas de excrementos destruyen árboles, arbustos y pastos. Disminución de la biodiversidad por alta depredación en insectos, anfibios y aves reproductoras. Competencia por recursos con otras aves ciconiformes. Vector de propagación de patógenos. Aumento de la eutrofización en humedales.	Medio	Medio	Alto	Alto	Severo	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña. Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: nutrientes.
<i>Branta canadensis</i> (Linnaeus, 1758)	Barnacla canadiense	AVES	1	0	Riesgos de colisión con aviones. Hibridación con 16 especies distintas de anátidas. Comportamientos agresivos y competencia con otras. Aumento de la	Medio	Alto	Alto	Medio	Severo	Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
					eutrofización en humedales. Importantes daños a cultivos. Vector propagación <i>Escherichia coli</i> y <i>Cryptosporidium parvum</i> .						
<i>Ampullariidae</i>	Caracoles manzana y otros	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Obstrucción de la tubería. Reducción en la velocidad de flujo en tuberías. Disminución biodiversidad por competencia. Causa graves daños en los arrozales. Vector del nemátodo <i>Angiostrongylus cationensis</i> , puede causar meningitis. Utilización de especies autóctonas como sustrato.	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados / Composición y abundancia de flora acuática.
<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1895)	Mosquito tigre	ARTRÓPODOS NO CRUSTÁCEOS	1	0	Causa respuestas alérgicas. Impacta negativamente sobre el turismo Transmisión de plagas y enfermedades.	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Triops longicaudatus</i>		CRUSTÁCEOS	1	0	Pueden incidir en depredación, hibridación genética, alteración del hábitat, desplazamiento competitivo y transmisión de enfermedades y parásitos. Supone un riesgos para las especies autóctonas del mismo género.	Nulo	Nulo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Limnoperna securis</i>	Mejillón pequeño marrón	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Obstrucción de las infraestructuras hidráulicas. Compite y desplazar a las poblaciones nativas de mejillón (<i>Mytilus galloprovincialis</i>). Coloniza los sedimentos blandos de bancos marisqueros. Trasmisor de <i>Marteilia refringens</i> a otros bivalvos.	Nulo	Alto	Medio	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Sinanodonta woodiana</i>	Almeja china del cieno	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Disminución de las especies autóctonas de bivalvos por competencia. Provoca cambios en la composición de la población de los fondos. Efecto sinérgico con la almeja asiática, <i>Corbicula fluminea</i>	Nulo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Xenopus laevis</i> (Daudin, 1802)	Rana de uñas africana	ANFIBIOS	1	0	Compite por los recursos por ser un depredador muy voraz. Es el principal vector del hongo causante de la quitridiomycosis, enfermedad que afecta a los anfibios autóctonos.	Nulo	Nulo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Cherax destructor</i>	Yabbie	CRUSTÁCEOS	1	0	Es capaz de ocupar el nicho ecológico del cangrejo autóctono y consigue desplazarlo. Excavan túneles que producen daños importantes en las riberas. Efectos negativos sobre infraestructuras de regadío y canalización.	Nulo	Medio	Medio	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	PECES	1	0	Se hibrida fácilmente otros ciprínidos. Trasmisión de parásitos a otros ciprínidos. Desplazamiento de especies autóctonas. Produce cambios en los ecosistemas: red alimentaria y nutrientes.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Australoheros facetus</i>	Chanchito	PECES	1	0	Depredación de especies endémicas amenazadas (salinete y fartet)	Nulo	Nulo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Pseudorasbora parva (Temminck et Schlegel, 1846)</i>	Pseudorasbora	PECES	1	1	Portador de enfermedades que causan mortandad o inhiben la reproducción a otras especies de ciprínidos. Gran depredador que compete y desplaza a otras especies autóctonas.	Nulo	Medio	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	PECES	1	0	Trasmite el trematodo <i>Bucephalus polymorphus</i> que afecta a las poblaciones de ciprínidos. Disminución especies autóctonas.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Esox lucius</i>	Lucio	PECES	1	0	Depredación de peces, anfibios, reptiles y aves. Reducción de la diversidad de las especies autóctonas. Los pescadores introducen otras especies invasoras para usarlas como alimento. Transmisión de plagas y enfermedades.	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
					Portador de <i>Diphyllbothrium latum</i> , afecta a la salud humana si se consume en crudo. Hibridación						
<i>Fundulus heteroclitus</i>	Fúndulo, Pez momia	PECES	1	0	Efecto negativo sobre el salinete (<i>Aphanius baeticus</i>), en zonas de Andalucía. Desplaza al fartet (<i>Aphanius iberus</i>), en el Delta del Ebro.	Nulo	Nulo	Alto	Nulo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Lepomis gibbosus</i>	Percasol, pez sol	PECES	1	0	Especie muy voraz, depredación especies autóctonas, especialmente del jarabugo (<i>Anaocypris hispanica</i>).	Nulo	Nulo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Ictalurus punctatus</i>	Pez gato punteado, bagre de canal	PECES	1	0	Alta depredación de especies autóctonas, incluso sobre peces de talla grande. Competencia interespecífica por hábitat y alimento con otras especies autóctonas. Modificación de comunidades bentónicas naturales.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica. Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Micropterus salmoides</i>	Perca americana	PECES	1	0	Especie carnívora muy voraz, depredación de peces pequeños, invertebrados u otros alimentos pequeños, reduciendo la biodiversidad. Según UICN, está entre las 100 especies invasoras más dañinas.	Nulo	Medio	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica. Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arco Iris.	PECES	1	0	Disminución biodiversidad al ser una especie depredadora especialmente de salmónidos y ciprínidos.	Nulo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica. Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Dojo	PECES	1	0	Disminución de especies autóctonas por depredación, especialmente invertebrados bentónicos. Transmisión de plagas y enfermedades. Aumento de la turbidez del agua y las concentraciones de amonio. Competencia con especies amenazadas como la colmilleja (<i>Cobitis paludica</i>) y el blenio (<i>Salaria fluviatilis</i>).	Nulo	Nulo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica. Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes, transparencia.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Bufo marinus</i> (Linnaeus, 1758) = <i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	ANFIBIOS	1	0	Depredación. Trasmisión de enfermedades y parásitos. Las bufotoxinas son letales con frecuencia para sus depredadores	Medio	Nulo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Lithobates</i> (=Rana) <i>catesbeianus</i> (Shaw, 1802)	Rana toro	ANFIBIOS	1	1	Depredación sobre especies autóctonas. Trasmisión de enfermedades y parásitos a otros anfibios. También pueden ser hospedadores de hongos, bacterias y virus como <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> .	Nulo	Nulo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Elodea canadensis</i>	Broza del Canadá, peste de agua	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Obstruye los canales de riego. Dificulta la navegación y el uso recreativo. Desplazar a otras especies autóctonas, tanto de flora como de fauna.	Nulo	Alto	Medio	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Potamocorbula amurensis</i>	Almeja asiática	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Reduce los brotes de algas flotantes desplazando a las especies autóctonas. Según UICN, está entre las 100 especies invasoras más dañinas.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Channa spp.</i>	Pez Cabeza de Serpiente del norte	PECES	1	0	Alta depredación de especies autóctonas. Transmisor de diferentes parásitos a la fauna autóctona.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Perca fluviatilis</i>	Perca de río	PECES	1	0	Especie depredadora, transformadora de los ecosistemas acuáticos. Alta depredación de especies autóctonas.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Gardí	PECES	1	0	Hibridación con otras especies. Disminución de la biodiversidad al ser un gran depredador de flora y fauna. Competencia directa por los recursos con la trucha. Transmisión de plagas y enfermedades.	Nulo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Silurus glanis</i>	Siluro	PECES	1	0	Gran depredador alterando la cadena trófica. Portador de patógenos virales, tanto la viremia primaveral de la carpa (SVC) como el virus europeo del pez carnero (ESV), afectando a la fauna nativa.	Nulo	Medio	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.



CEDEX

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Trachemys scripta</i> (Schoepff, 1792)	Galápago americano o de Florida	REPTILES	1	1	Desplaza a otras especies de galápagos autóctonos. Depredador de flora y fauna, desde invertebrados hasta pequeños vertebrados. Vector potencial de nematodos a la fauna autóctona. Vector potencial de salmonella.	Medio	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Ondatra zibethicus</i> (Linnaeus, 1766)	Rata almizclera	MAMÍFEROS	1	1	Favorecer los procesos erosivos. Disminución de la biodiversidad por depredación. Las madrigueras causan daños tanto en infraestructuras hidráulicas como en jardines. Puede transmitir bacterias del género <i>Leptospira</i> , afectando la salud humana.	Bajo	Alto	Medio	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas: variación de la profundidad y anchura del río, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña.
<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Aumento en la transparencia, nitrato, amonio, nitrógeno total, fósforo total... Tapiza las masas de agua impidiendo el paso de la luz y el intercambio de oxígeno. Dificulta la navegación. Incrementa la población de mosquitos.	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia, nutrientes, oxigenación.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Salvinia spp. salvinia</i>	Salvinia	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Tapiza las masas de agua impidiendo el paso de la luz y el intercambio de oxígeno. Dificulta la navegación.	Nulo	Medio	Medio	Alto	Alto	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: transparencia, oxigenación.
<i>Ailanthus altissima (Mill.) Swingle</i>	Ailanto, árbol del cielo, zumaque falso	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	1	Desplaza las especies autóctonas, las toxinas del tronco inhiben el crecimiento de otras plantas. Disminuyendo el cociente C/N, además de aumentar el pH del suelo. Producen un mal sabor a la miel.	Nulo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Cortaderia spp.</i>	Hierba de la pampa, carrizo de la pampa	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Problemas alérgicos en la salud humana. Disminuye la calidad forrajera de los pastos. Gran capacidad de invasión y desplazamiento del resto de especies.	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Alopochen aegyptiacus (Linnaeus, 1766)</i>	Ganso del Nilo	AVES	1	1	Sus excrementos pueden causar la eutrofización. Son competitivos y agresivos con otras especies. Trasmisión de enfermedades como gripe aviar.	Medio	Bajo	Alto	Medio	Alto	Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.



CEDEX

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Dyspanopeus sayi</i>		CRUSTÁCEOS	1	0	Puede afectar a especies endémicas al alimentarse de moluscos bivalvos principalmente y ocupar su nicho.	Nulo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Melanoides tuberculatus</i>	Caracol trompeta	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Empobrecimiento de la biodiversidad por competir con las especies autóctonas.	Nulo	Nulo	Medio	Bajo	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados.
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Agrio, agrios, vinagrera, vinagreras	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	En los sistemas dunares, estabiliza las arenas y enriquece de nutrientes, modificándose el ecosistema. Desplazamiento de especies autóctonas. Daños a cultivos y al ganado por el oxalato que contiene.	Nulo	Medio	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de flora acuática. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Egeria densa</i>	Elodea densa	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Cuando la densidad es elevada, se desplazan las especies autóctonas, se puede agotar el oxígeno y se puede cambiar el carácter de la corriente y los lagos, afectando a la hidrología.	Nulo	Bajo	Nulo	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de flora acuática. Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Régimen hidrológico: caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas y conexión

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
											con masas de agua subterránea. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: oxigenación.
<i>Pseudemys peninsularis</i> (Carr, 1938)	Tortuga de la península	REPTILES	1	0	Competencia recursos con otras tortugas y ciprínidos. Trasmisora de salmonelosis.	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Caracol del cieno	INVERTEBRADOS NO ARTRÓPODOS	1	0	Puede llegar a alterar la dinámica del ecosistema e influye especialmente en niveles tróficos superiores. Compite con las especies de moluscos autóctonas.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Ameiurus melas</i>	Pez gato negro	PECES	1	0	Mayor turbidez del agua. Competencia (por alimentos y / o espacio) con especies nativas. Depredación de especies nativas.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Chrysemys picta</i>	Tortuga pintada	REPTILES	1	0	Importante depredador de pequeños peces, crustáceos y otros invertebrados acuáticos. Pueden ser fuente de Salmonela. Alteraciones en la estructura de la vegetación.	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS.
<i>Rutilus rutilus</i>	Rutilo	PECES	1	0	Aumento de la eutrofización. Hibridación con otros ciprínidos. Competencia de recursos. Depredación sobre otras especies autóctonas.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Efecto sobre elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales / nutrientes.
<i>Nymphaea mexicana</i>	Lirio Amarillo	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Disminuye la entrada de luz a la masa de agua. Aumento de la eutrofización. Hibridación de especies.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = TODOS. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos = Generales: nutrientes.
<i>Euplectes spp.</i>		AVES	1	0	Capacidad de modificar el ecosistema. Podrían desplazar a los passeriformes autóctonos propios de estos medios. Afectan a los cultivos, particularmente a los arrozales.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Acacia dealbata</i> Link.	Mimosa, acacia, acacia francesa	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Reducción de la biodiversidad nativa, es un gran colonizador tras incendio. Puede producir alergia.	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Araujia sericifera</i> Brot.	Planta cruel, miraguano	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Especie invasora muy agresiva, ahogando al arbolado. Mala hierba en los cultivos de cítricos. Emite un látex muy irritante al entrar en contacto con la piel o con los ojos	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Buddleja davidii</i> Franchet	Budleya, baileya, arbusto de las mariposas	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Compite y desplaza a las especies nativas, principalmente a la vegetación riparia. Interfiere en la polinización de lepidópteros.	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Cylindropuntia</i> spp.	Cylindropuntia	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Compite con las especies autóctonas. Peligrosa para el ganado cabrío debido a sus fuertes espinas	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.

ESPECIE	Nombre común	GRUPO TAXONÓMICO	RD 630/2013	RE.UE 2016/1141	Impactos	Riesgo salud humana	Riesgo económico	Riesgo biodiversidad	Riesgo ecosistemas	Prioridad	AFECCIÓN SOBRE DPH
			1: Presente listado 0: No incluida en el listado								
<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub	Viña del Tíbet	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Alteraciones en la estructura y abundancia relativa de especies autóctonas de flora.	Nulo	Nulo	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Arundo donax</i>	Caña, cañavera, bardiza, caña silvestre	FLORA ACUÁTICA VASCULAR – Angiospermas	1	0	Desplazamiento de la vegetación riparia autóctona. Disminuye la capacidad de desagüe de ríos y canales	Nulo	Medio	Medio	Medio	Medio	Efecto sobre elementos de calidad hidromorfológicos = Régimen hidrológico: caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas y conexión con masas de agua subterránea. Condiciones morfológicas/Estructura de la zona ribereña.
<i>Dikerogammarus villosus</i>		CRUSTÁCEOS	1	0	Depredador agresivo hacia las especies de invertebrados autóctonos. Modificación de comunidades bentónicas naturales. Impactos negativos en la acuicultura / pesca	Nulo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Efecto sobre elementos de calidad biológicos = Composición y abundancia de fauna bentónica de invertebrados. Composición, abundancia y estructura de edades de fauna ictiológica.



ANEJO 2. Ficha *Dreissena polymorpha*

Anejo 2. Ficha *Dreissena polymorpha*



Detalle de Dreissena polymorpha

Dreissena polymorpha

Fotografía: Smithsonian Environmental

(Pallas, 1771)

INFORMACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
<i>Animalia</i>	<i>Mollusca</i>	<i>Bivalvia</i>	<i>Veneroidea</i>	<i>Dreissenidae</i>	<i>Dreissena</i>	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)

Sinónimos

Nombre común

Castellano: Mejillón cebra

Catalán: Musclo zebra

Euskera: Zebra muskuilua

Gallego:

Inglés: zebra mussel

DESCRIPCIÓN

Es pequeño, de concha triangular alargada, similar a la de los mejillones marinos, en estado adulto alcanza entre los 2-5 cm de longitud. La coloración de su concha está formada por bandas, de ahí su nombre común, el patrón de las bandas es muy variable.



Su borde superior, anguloso, forma una cresta afilada, mientras que el inferior es ligeramente cóncavo. De coloración parduzca o amarillento-verdoso, charnela sin dientes y ligamento estrecho interno.

El lado ventral del mejillón es aplanado, tanto que la concha del mejillón puede colocarse sobre cualquier superficie plana.

Se sujeta al sustrato mediante un biso, es un órgano externo del cuerpo situado cerca del pie y constituido por muchos filamentos. Forma extensos y densos racimos semejantes a las mejilloneras marinas.

Su longevidad va desde los 3 años hasta los 9 años.

BIOLOGÍA

Ciclo de vida

El ciclo biológico de los dreisénidos incluye una fase larvaria planctónica (velier y postvelier) y otra bentónica adherida en un sustrato (adulto). De manera que las tres etapas en la vida de un mejillón cebra son: velier, postvelier y adulto.

En la etapa velier los mejillones cebra tienen un estadio larvario de natación libre, las larvas son lo suficientemente pequeñas como para que puedan dispersar fácilmente en el agua, de tan sólo 100 micrómetros de largo (0,1 mm). La dispersión larvar es normalmente pasiva, siendo transportadas aguas abajo por la corriente, de modo que durante la fase larvaria su capacidad de dispersión es muy elevada.

Los veliers se caracterizan por una cáscara minúscula y una hoja curvada de la piel llamada velo, que se cubre con pelos minúsculos que golpean en el agua. Esto les ayuda a nadar y también atrae partículas de alimentos. Puede nadar hacia arriba (pero no lo suficientemente como para nadar contra corriente), inicialmente tiene solo una concha.

En la etapa postvelier desarrolla varios órganos internos (incluyendo un pie musculoso) y pico (llamado umbo) en la bisagra de su concha. El postveliger continúa creciendo y después de aproximadamente un mes, se asienta sobre una superficie dura. Utiliza su pie para moverse lentamente y cuando encuentra un lugar adecuado, se pega a la superficie, momento en el cuál comienza su tercera y última etapa, la fase adulta.

En la fase adulta, se fijan al sustrato mediante el biso. Aunque los juveniles prefieren un sustrato duro rocoso, se les ha observado también sujetos a la vegetación.

Los adultos se adhieren sobre cualquier tipo de sustrato o estructura sólida, tanto natural como artificial, incluso sobre conchas y valvas de otros moluscos, agregándose y formando colonias densas que tapizan superficies muy extensas. El tipo de sustrato es uno de los principales factores que condicionan su distribución. No solo es posible la dispersión en la fase larvaria, sino que se ha constatado que los adultos pueden desprenderse del sustrato y dar origen a nuevas colonias. Incluso se ha podido confirmar la capacidad de los ejemplares adultos para moverse voluntariamente por el sustrato, a velocidades de hasta medio metro por hora.



Reproducción

Especie dioica, aunque se han constatado casos de hermafroditismo, con reproducción externa y poblaciones con un número equivalente de machos y hembras.

Cuando la temperatura del agua sobrepasa los 12 °C, los adultos liberan óvulos y esperma en el agua, produciéndose la fertilización y el inicio del desarrollo embrionario de los huevos, que finaliza con la aparición de una larva. La puesta puede alcanzar los 40.000 huevos.

A lo largo del año suelen realizarse dos puestas, pero si la temperatura del agua se mantiene alta, entre 15-20 °C, la temporada de puesta se alarga y puede extraordinariamente haber tres periodos de reproducción. El primero es el más importante y suele presentarse durante los meses de mayo-junio-julio, después de la fertilización, las larvas velígeras emergen entre a los 3 y 5 días posteriores y son nadadoras libres durante alrededor de un mes. La temperatura óptima para el desarrollo de las larvas se sitúa entre 20-22° C. Las larvas pueden desarrollarse y adquirir tamaño reproductivo en el mismo año de su nacimiento, contribuyendo a la producción de larvas en otoño, por lo que su crecimiento es muy rápido y en condiciones óptimas puede ser fértil con menos de 5 milímetros de longitud, de modo que el ciclo vital se podría llegar a completar, en poco más de un mes.

En conclusión, el mejillón cebra es muy prolífico, ya que cada hembra es capaz de producir hasta un millón de óvulos por año.

Mecanismos de dispersión

La actividad humana está considerada como el principal vector de transmisión de *Dreissena polymorpha*.

En el caso de la actividad pesquera, se ha comprobado la fijación larvaria a diversos artículos pesqueros tales como, los reteles y vadeadores, si bien estos trabajos, no demuestran la viabilidad de las larvas retenidas y por ende no se puede establecer el papel desempeñado por estos materiales en la dispersión del mejillón cebra.

Dentro de las actividades de navegación, el traslado de embarcaciones entre masas de agua es el principal vector de transmisión del mejillón cebra, Buchan & Padilla (1999). Bossenbroek *et al.* (2001), modelizaron la dispersión del mejillón cebra utilizando estudios de migración gravimétricos, basados en el cálculo de probabilidades de que embarcaciones empleadas en masas de agua afectadas, quedaran colonizadas por el molusco y viajaran a embalses no afectados. De esta manera se comenzaría la colonización de *Dreissena polymorpha* en nuevos embalses, confirmando que cuanto más cerca estaba la masa de agua, más probable era la contaminación larvaria. A este respecto Neary & Leach (1992), reportaron que la dispersión de *Dreissena polymorpha* en Ontario se produjo a través de lagos con puntos de acceso adecuados que generalmente se encontraban cerca de autopistas. Otro ejemplo sobre la proximidad entre masas de agua fue estudiado por Kerney & Morton (1970) y Kerney (1973), en las High Lands escocesas, concluyendo que la alta densidad de lagos constituía un factor de riesgo en la dispersión del mejillón cebra en esta zona.

Finalmente, existen factores orográficos y geomorfológicos, como la anchura de los ríos y el tamaño y profundidad de los embalses, que afectan a la dispersión del mejillón cebra. Stayer (1991), encontró que este molusco solo se desarrollaba en ríos con una anchura mayor de 30 metros y en embalses grandes de aguas calientes.

Nutrición

Es un potente filtrador que se alimenta de plancton. Come principalmente organismos de una sola célula, como bacterias, algas verde-azuladas, pequeñas algas verdes y protozoos. También consumen partículas detríticas muy finas y materia orgánica en suspensión.

La filtración se da en un rango comprendido entre 5- 30°C y a un pH entre 8-9. El grado de filtración depende del tamaño, pero puede considerarse que cada individuo filtra del orden de un litro de agua por día. En las condiciones más favorables su producción es de 2 Kg/m² y año. La producción excede la biomasa en 2-6 veces.

Depredadores

Las larvas de mejillón cebra se comportan como plancton en el agua y prácticamente cualquier depredador que come zooplancton las come, esto incluye tanto peces pequeños, como alevines de especies mayores.

La mayoría de los peces no pueden comer mejillones cebra porque no pueden aplastar las conchas. Algunas especies de peces tienen dientes y mandíbulas especializadas que son lo suficientemente fuertes como para romper las conchas de los moluscos y algunos de ellos comen mejillones cebra.

Existen cerca de 200 especies que pueden ser consideradas predatoras o parásitas del mejillón cebra, Molloy *et al.* (1997). Aves y peces se alimentan de los mejillones fijos y de sus larvas, al igual que copépodos, sanguijuelas, cangrejos de río e incluso roedores (ratas). En Europa, el parásito más común es el gusano *Bucephalus polymorphus*, Baer, 1827 (Platelmintos, trematodos).

Algunas de las especies, también invasoras, que están presentes en las aguas españolas que depredan sobre el mejillón cebra son: el rutilo (*Rutilus rutilus*), el gardí (*Scardinius erythrophthalmus*) y la lucioperca (*Sander lucioperca*); estas tres especies se alimentan de larvas planctónicas.

Mientras que la perca sol (*Lepomis gibbosus*), sólo depreda sobre individuos bentónicos.

Por último, el alburno (*Alburnus alburnus*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*) depredan tanto sobre las larvas, como sobre los individuos adultos.

Hay estudios que muestran que la presión que ejercen algunos depredadores sobre el mejillón cebra reduce sustancialmente su densidad poblacional, como los estudios realizados sobre el lago Erken en Suecia, Naddafi *et al.* (2010).

Entre las especies de aves acuáticas, que son depredadores del mejillón cebra, están la mayoría de los patos de buceo, como los porrones, las serretas o las malvasías; en total se han identificado 36 especies de aves.

También los cangrejos de río pueden alimentarse de los mejillones cebra pequeños, destacan los cangrejos azules (*Callinectes sapidus*) como grandes depredadores de mejillón cebra, que está presente por ejemplo en el tramo bajo del río Ebro.

Sin embargo, todos estos enemigos naturales no consiguen mermar las poblaciones de dreissenas. Puede haber un efecto acumulativo de un conjunto de enemigos que tienen un papel constante, pero limitado, en la supresión de las poblaciones de mejillón cebra.



Formas de resistencia

Puede soportar cambios bruscos de temperatura y salinidad, asimismo tiene gran resistencia al cloro.

Ricciardi *et al.* (1995), determinaron que los mejillones adheridos a las embarcaciones sobrevivían 5 días fuera del agua a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

HÁBITAT

Requerimientos

Un factor determinante para su colonización es la disponibilidad de oxígeno, el umbral crítico de saturación de oxígeno por debajo del cual la especie no puede sobrevivir es alrededor del 25%. Aun así, los individuos pueden sobrevivir varios días en condiciones de anoxia dependiendo de la temperatura del agua, Karatayev *et al.* (1998).

La temperatura mínima para sobrevivir los adultos es 0°C, para alimentarse 5°C, para crecer 10°C y para reproducirse 12°C. Experimentalmente, se ha encontrado que el límite de temperatura superior para sobrevivir es de 30-32°C.

El sustrato es uno de los principales requerimientos para su distribución, pero tiene gran capacidad de adaptación, aunque las mayores densidades se registran sobre sustratos artificiales, captaciones y cañerías donde pueden alcanzar densidades de hasta 4 107 000 individuos por metro cuadrado. Una vez adultos, tienen dificultad para permanecer sujetos cuando la velocidad del agua supera los dos metros por segundo.

El pH mínimo de supervivencia se sitúa alrededor de 7.3 y el máximo de 9. Un pH 8.4-8.5 es el óptimo para el desarrollo de la especie, Ramcharan *et al.* (1992).

Se ha visto que existe interacción entre la salinidad y la temperatura, de tal forma que la especie tolera mejor la salinidad a temperaturas más bajas, Baker *et al.* (1993).

Por último, el calcio es limitante por ser el componente mayoritario de las valvas de los moluscos. La concentración mínima observada a la que es capaz de sobrevivir la especie es 12 mg/l, Ramcharan *et al.* (1992) y Baker *et al.* (1993).

Tipos de hábitat

Habita en ríos, lagos, embalses, balsas y acequias con poca corriente y muestra bastante preferencia por las masas de agua estancadas y ricas en carbonatos (calizas), es decir crecen mejor si el agua no es ácida en absoluto. Toleran amplios rangos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto y precisa de sustratos duros para fijarse.

Suele ocupar las zonas superficiales, siendo raro encontrarlas por debajo de los 12 metros.

Los mejillones cebra viven en aguas tranquilas o de movimiento lento y se adhieren a cualquier superficie dura bajo el agua, ya sea natural o artificial, incluyendo plantas acuáticas, rocas, madera, conchas, valvas de moluscos y de crustáceos, cascos de barcos, boyas, muelles y tuberías de toma de agua.

DISTRIBUCIÓN
Distribución natural
Originaria de lagos y cursos de agua de flujo lento y baja salinidad de la zona del Mar Caspio, Mar Negro y Azov en Europa oriental y Asia occidental.
Historia de su evolución como especie invasora
Según el estudio realizado por Muñoz Camarillo (2013), a comienzos del siglo XIX, la creación de canales de navegación interfluvial para el transporte de mercancías en la Europa oriental y central, permitió al mejillón cebra su expansión a nuevas masas de agua, adherido a los cascos de los barcos.
Primero desde el mar Caspio se extendió al río Volga y sus tributarios. Por otra parte, desde el mar Negro se extendió al río Dniéper.
El paso siguiente, debido a su capacidad de sobrevivir fuera del agua, fue alcanzar cuencas que no están interconectadas, adheridas a las barcas y aparejos de pesca.
Siendo las primeras citas en masas de agua no interconectadas: en 1824 en los muelles comerciales del Támesis, en 1826 en Rotterdam, en 1830 en Hamburgo y en 1840 en Copenhague.
Su expansión fue muy rápida, en 1850 ocupaba la mayoría de los ríos y canales de Inglaterra.
A la misma velocidad se extendió por los ríos y canales de Francia, aún sin llegar a las cabeceras de los ríos Pirenaicos.
En Italia la especie fue localizada en 1969-70 y en Grecia a principios de los años 80.
Llegó a América del Norte entre 1985-1986, en el agua de lastre de barcos transoceánicos procedentes de Europa. Ejemplares de unos 2 cm fueron vistos por primera vez en 1988 en el lago Sant Clair, Benson (2020).
En 1990 había sido citado ya en todos los grandes lagos, a finales de 1991 se encontró en el río Mississippi, llegando a finales de 1992 hasta Vicksburg. Desde entonces ha ido colonizando otras zonas del sudeste de Canadá y este de Estados Unidos, Bossenbroek <i>et al.</i> (2007).
Distribución mundial
Está presente en más de 50 países de todo el mundo, habiendo colonizado numerosas aguas continentales de Europa central, occidental y de América del Norte.
En América del Norte está presente en todo el este de Estados Unidos, habiendo llegado también sin extenderse a algunas zonas del oeste como California y Colorado. En Canadá, en Ontario y Quebec. Finalmente, también ha alcanzado algunas zonas de México.
https://www.cabi.org/isc/datasheet/85295
Distribución en Europa
En Europa está presente, bien de manera nativa en el sureste de Europa como Rumania y Ucrania, bien como especie invasora en el resto del continente, salvándose pocos países como Noruega, Portugal y Eslovenia. Es decir, es especie invasora en 30 países europeos.



Distribución en España

Vías de introducción

También estudió Muñoz Camarillo (2013) la evolución de la distribución en España. De manera que, aunque hubo una primera cita en España en 1982 (río Llobregat), la especie desapareció y no fue hasta verano de 2001 en el embalse de Ribarroja cuando alcanzó la cuenca del Ebro desde Francia, donde se estableció y logro colonizar otras cuencas peninsulares.

La Demarcación del Ebro, al ser el foco inicial, es la más afectada. El mejillón cebra continúa colonizando la cuenca poco a poco. Actualmente hay 46 embalses afectados, siendo la última detección de adultos en el 2019 en los embalses de Laverné, San Salvador y Montearagon.

Desde el Ebro, este bivalvo salto al Júcar en 2005, en el embalse de Sichar, siendo esta la segunda demarcación más afectada con 16 embalses. La última detección en 2019 fue en el embalse de Alcora.

La tercera demarcación más afectada es el Guadalquivir con 9 embalses, siendo la primera cita en 2009 en el embalse de Bermejales. El último embalse afectado en esta cuenca es La Fernandina, en el 2019.

También este bivalvo ha logrado colonizar las demarcaciones: Cuencas Mediterráneas Andaluzas, Guadalete-Barbate y Cuencas Internas de Cataluña.

Finalmente, en el 2019 su expansión ha llegado al Cantábrico oriental, detectándose adultos en el embalse de Aixola, y a la Demarcación del Segura, detectándose larvas en los embalses de Talave y Camarillas.

Como se puede apreciar hay un claro componente espacial en su distribución, ocupando principalmente la España calcárea, probablemente debido al ser el calcio un factor fundamental en la formación de las conchas.

Su llegada a la península ibérica no fue intencionada, pero sí fruto de la ausencia de medidas de control sobre embarcaciones. Según los estudios filogenéticos realizados por Rajagopal *et al.* (2009), lo más probable es que la población española tenga su origen en poblaciones francesas. Las dos posibles teorías de entrada a la península son, bien debido al transporte de barcas; bien, la más probable, a la llegada con el cebo empleado en la pesca deportiva, especialmente del siluro.

Una vez llegado a España, la dispersión a través del territorio probablemente se deba a la navegación recreativa, ya que los primeros positivos siempre se detectan en embalses navegables y posteriormente en zonas de río, aguas abajo de estos embalses, como ocurrió en el caso del Ebro, Durán *et al.* (2010).



<i>Distribución actual (2022) / Masas de agua afectadas</i>	
Código	Nombre
<i>Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental</i>	
ES017MSPFES067MAR0 02790	Río Arratia
ES017MSPFES068MAR0 02841	Río Nervión II
ES017MSPFES111R0740 10	Galindo-A
ES017MSPFES111R0410 10	Embalse Aixola
ES017MSPFES111R0400 70	Embalse Urkulu
<i>Demarcación Hidrográfica del Tajo</i>	
ES030MSPF0110020	Embalse Entrepeñas
ES030MSPF0508020	Embalse San Juan
<i>Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir</i>	
ES050MSPF011009024	Río Cubillas aguas abajo del río Frailes
ES050MSPF011009027	Ríos Cacín aguas abajo del río Alhama y Alhama aguas abajo de Alhama de Granada
ES050MSPF011016002	Río Genil aguas abajo del río Cubillas hasta el embalse de Iznájar
ES050MSPF011100066	Río Guadiato aguas abajo de la presa de la Breña II
ES050MSPF011100076	Río Genil aguas abajo de la presa de la Cordobilla
ES050MSPF011100077	Río Genil aguas abajo de la presa de Malpasillo hasta el embalse de Cordobilla
ES050MSPF011100078	Río Genil aguas abajo del arroyo del Pozo del Pino hasta el embalse de Malpasillo
ES050MSPF011100081	Río Genil aguas abajo de la presa de Iznájar hasta el Arroyo del Pozo del Pino
ES050MSPF011100101	Río Colomera aguas abajo de la presa de Cubillas
ES050MSPF011100102	Río Cubillas aguas abajo de la presa de Cubillas hasta el río Frailes
ES050MSPF011100103	Río Cacin aguas abajo de la presa de Bermejales hasta el río Alhama
ES050MSPF011100109	Río Guadalquivir aguas abajo del río Genil hasta el arroyo Galapagar
ES050MSPF011100110	Río Guadalquivir aguas abajo del Guadajoz hasta el río Genil
ES050MSPF011100049	Embalse de Bermejales
ES050MSPF011100046	Embalse de Colomera
ES050MSPF011100027	Embalse de Cordobilla
ES050MSPF011100048	Embalse de Cubillas
ES050MSPF011100036	Embalse de Iznájar
ES050MSPF011100017	Embalse de La Breña II



CEDEX

ES050MSPF011100041	Embalse de La Fernandina
ES050MSPF011100031	Embalse de Malpasillo
ES050MSPF011100012	Embalses de Cantillana y de Alcalá del Río
Demarcación Hidrográfica Cuencas Mediterráneas Andaluzas	
ES060MSPF0614260	El Tomillar
ES060MSPF0614080	Embalse Conde de Guadalhorce
ES060MSPF0614030	Embalse de Guadalhorce
ES060MSPF0614060	Embalse de Guadalteba
ES060MSPF0621020	Embalse de La Viñuela
ES060MSPF0614090B	Embalse Tajo de La Encantada
Demarcación Hidrográfica Guadalete y Barbate	
ES063MSPF000206130	Arroyo de Los Molinos
ES063MSPF000206150	Embalse de Guadalcacín
Demarcación Hidrográfica del Júcar	
ES080MSPF10-04	Río Mijares: Río Mora - E. Arenós
ES080MSPF10-06	Río Mijares: E. Arenós - Az. Huertacha
ES080MSPF10-07	Río Mijares: Az. Huertacha - E. Vallat
ES080MSPF10-08	Río Mijares: E. Vallat - E. Sichar
ES080MSPF10-10	Río Mijares: E. Sichar - Canal cota 100
ES080MSPF10-11	Río Mijares: Canal cota 100 - Rbla. de la Viuda
ES080MSPF10-12	Río Mijares: Rbla. de la Viuda - Delta Mijares
ES080MSPF10-13	Delta del Mijares
ES080MSPF15-13	Río Turia: E. Loriguilla - Río Sot
ES080MSPF15-14	Río Turia: Río Sot - Bco. Teulada
ES080MSPF15-15	Río Turia: Bco. Teulada - Ayo Granolera
ES080MSPF15-16	Río Turia: Ayo Granolera - Az. Manises
ES080MSPF15-17	Río Turia: Az. Manises - Az. Ac. Tormos
ES080MSPF15-18	Río Turia: Az. Ac. Tormos - Nuevo cauce
ES080MSPF15-19	Río Turia: Nuevo cauce - Mar
ES080MSPF18-08	Río Júcar: E. Alarcón - Az. Henchideros
ES080MSPF18-09	Río Júcar: Az. Henchideros - E. Picazo
ES080MSPF18-10	Río Júcar: E. Picazo - Ctra Fuensanta
ES080MSPF18-11	Río Júcar: Ctra Fuensanta - Los Guardas
ES080MSPF18-12	Río Júcar: Los Guardas - Río Valdemembra
ES080MSPF18-13	Río Júcar: Río Valdemembra - Bco. Espino
ES080MSPF18-14	Río Júcar: Bco. Espino - Canal María Cristina
ES080MSPF18-15	Río Júcar: Canal María Cristina - Ayo. Ledaña
ES080MSPF18-16	Río Júcar: Ayo. Ledaña - Alcalá del Júcar
ES080MSPF18-17	Río Júcar: Alcalá del Júcar - Az. Medidor del Bosque
ES080MSPF18-18	Río Júcar: Az. Medidor del Bosque - E. Molinar
ES080MSPF18-20	Río Júcar: E. Molinar - E. Embarcaderos
ES080MSPF18-24	Río Júcar: E. El Naranjero - E. Tous
ES080MSPF18-26	Río Júcar: E. Tous - Az. Ac. Escalona



ES080MSPF18-27	Río Júcar: Az. Ac. Escalona - Az. Antella
ES080MSPF18-28	Río Júcar: Az. Antella - Río Sellent
ES080MSPF18-29	Río Júcar: Río Sellent - Río Albaida
ES080MSPF18-30	Río Júcar: Río Albaida - Rbla. Casella
ES080MSPF18-31	Río Júcar: Rbla. Casella - Río Verde
ES080MSPF18-32	Río Júcar: Río Verde - Río Magro
ES080MSPF18-32-01-07	Río Magro: E. Forata - Bonetes
ES080MSPF18-32-01-08	Río Magro: Bonetes - Río Buñol
ES080MSPF18-32-01-09	Río Magro: Río Buñol - Alfarp
ES080MSPF18-32-01-09-01-01	Rbla. Algoder
ES080MSPF18-32-01-10	Río Magro: Alfarp - Carlet
ES080MSPF18-32-01-11	Río Magro: Carlet - Algemesí
ES080MSPF18-32-01-12	Río Magro: Algemesí - Río Júcar
ES080MSPF18-33	Río Júcar: Río Magro - Albalat de la Ribera
ES080MSPF18-34	Río Júcar: Albalat de la Ribera - Az. Sueca
ES080MSPF18-35	Río Júcar: Az. Sueca - Az. Cullera
ES080MSPF18-36	Río Júcar: Az. Cullera - Az. Marquesa
ES080MSPF29-03	Río Amadorio: E. Amadorio - A-7
ES080MSPF29-04	Río Amadorio: A-7 - Mar
ES080MSPF30-03	Río Monegre: E. Tibi - Río Jijona
ES080MSPF30-04	Río Monegre: Río Jijona - Molino Nuevo
ES080MSPF30-05	Río Monegre: Molino Nuevo - Mar
ES080MSPF18-07	E. Alarcón
ES080MSPF10-12-01-04-01-02	E. Alcora
ES080MSPF29-02	E. Amadorio
ES080MSPF10-05	E. Arenós
ES080MSPF15-10	E. Benagéber
ES080MSPF18-22	E. Cortes II
ES080MSPF18-23	E. El Naranjero
ES080MSPF18-21	E. Embarcaderos
ES080MSPF18-25-01-02	E. Escalona
ES080MSPF18-32-01-06	E. Forata
ES080MSPF15-12	E. Loriguilla
ES080MSPF18-19	E. Molinar
ES080MSPF10-09	E. Sichar
ES080MSPF30-02	E. Tibi
ES080MSPF18-25	E. Tous
ES080MSPFARTIFICIAL_01	La Muela
Demarcación Hidrográfica del Ebro	
ES091MSPF1048	Río Segre desde la Presa del Embalse de Balaguer hasta la confluencia con el río Sió.



ES091MSPF107	Río Jalón desde el río Piedra hasta el río Manubles.
ES091MSPF108	Río Jalón desde el río Manubles hasta el río Jiloca.
ES091MSPF119	Río Sotón desde la Presa de La Sotona hasta su desembocadura en el río Gállego.
ES091MSPF139	Río Guadalupe desde la Presa de Calanda, las tomas de Endesa y del canal hasta el río Guadalopillo.
ES091MSPF143	Río Guadalupe desde el río Guadalopillo hasta el río Mezquín.
ES091MSPF145	Río Guadalupe desde el río Mezquín hasta la cola del Embalse de Caspe.
ES091MSPF162	Río Flumen desde la Presa de Montearagón hasta el río Isuela.
ES091MSPF164	Río Flumen desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Alcanadre (incluye barranco de Valdabra).
ES091MSPF165	Río Alcanadre desde el río Flumen hasta su desembocadura en el río Cinca.
ES091MSPF170	Río Cana desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.
ES091MSPF178	Río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.
ES091MSPF227	Río Oca desde el río Homino hasta su desembocadura en el río Ebro.
ES091MSPF241	Río Zadorra desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Ullivari (incluye ríos Salbide y Etxebarri).
ES091MSPF243	Río Zadorra desde la Presa de Ullivarri-Gamboa hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria, e incluye tramo final río Sta. Engracia).
ES091MSPF247	Río Zadorra desde el río Alegría (inicio del tramo canalizado de Vitoria) hasta el río Zayas.
ES091MSPF249	Río Zadorra desde el río Zayas hasta las surgencias de Nanclares (incluye río Oka).
ES091MSPF281	Río Ega I desde el río Ega II hasta el río Istora (incluye río Istora).
ES091MSPF320	Río Piedra desde la Presa de La Tranquera hasta su desembocadura en el río Jalón.
ES091MSPF332	Río Gállego desde la población de Riglos hasta el barranco de San Julián (incluye barranco de Artaso).
ES091MSPF349	Río Guadalupe desde el río Aliaga hasta el río Fortanete.
ES091MSPF399	Río Ebro desde el río Nela y la central de Trespaderne en la cola del Embalse de Cillaperlata hasta el río Jerea en el azud de Cillaperlata.
ES091MSPF400	Río Ebro desde la confluencia con el Jerea en el azud de Cillaperlata hasta la confluencia con el río Molinar.
ES091MSPF401	Río Ebro desde el río Molinar hasta el río Purón.
ES091MSPF402	Río Ebro desde el inicio del tramo modificado de Miranda de Ebro hasta el río Oroncillo.



ES091MSPF403	Río Ebro desde el río Oroncillo hasta el río Bayas.
ES091MSPF404	Río Ebro desde el río Bayas hasta el río Zadorra (final del tramo modificado de Miranda de Ebro).
ES091MSPF405	Río Zadorra desde las surgencias de Nanclares hasta el río Ayuda.
ES091MSPF406	Río Zadorra desde el río Ayuda hasta su desembocadura en el río Ebro (final del tramo modificado de Miranda de Ebro).
ES091MSPF407	Río Ebro desde el río Zadorra hasta el río Inglares.
ES091MSPF408	Río Ebro desde el río Inglares hasta el río Tirón.
ES091MSPF409	Río Ebro desde el río Tirón hasta el río Najerilla.
ES091MSPF410	Río Ebro desde el río Najerilla hasta su entrada en el Embalse de El Cortijo.
ES091MSPF411	Río Ebro desde el río Iregua hasta el río Leza.
ES091MSPF412	Río Ebro desde el río Leza hasta el río Linares (tramo canalizado).
ES091MSPF413	Río Ebro desde el río Linares (tramo canalizado) hasta el río Ega I.
ES091MSPF415	Río Ebro desde el río Ega I hasta el río Cidacos.
ES091MSPF416	Río Ebro desde el río Cidacos hasta el río Aragón.
ES091MSPF425	Río Gállego desde el barranco de San Julián hasta la cola del Embalse de Ardisa.
ES091MSPF426_001	Río Gállego desde el azud de Urdán hasta su desembocadura en el río Ebro
ES091MSPF427	Río Segre y río Noguera Pallaresa (incluye el tramo del Noguera-Pallaresa desde la Presa de Camarasa a la confluencia con el Segre y el Segre desde su confluencia con el Noguera Pallaresa) hasta la cola del Embalse de San Lorenzo.
ES091MSPF428	Río Segre desde el río Cervera hasta el río Corp.
ES091MSPF431	Río Noguera Ribagorzana desde la toma de canales en Alfarrás hasta su desembocadura en el río Segre (incluye el tramo del río Segre entre la confluencia del río Corp y del Ribagorzana).
ES091MSPF432	Río Segre desde el río Noguera Ribagorzana hasta el río Sed.
ES091MSPF433	Río Segre desde el río Sed hasta la cola del Embalse de Ribarroja.
ES091MSPF434	Río Ésera desde la Presa de Barasona y las tomas de la Central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta su desembocadura en el río Cinca.
ES091MSPF435	Río Cinca desde el río Ésera hasta el río Vero.
ES091MSPF436	Río Cinca desde el río Vero hasta el río Sosa.
ES091MSPF437	Río Cinca desde el río Sosa hasta el río Clamor I.
ES091MSPF438	Río Cinca desde el río Clamor I de Fornillos hasta el río Clamor II Amarga.



ES091MSPF441	Río Cinca desde la Clamor Amarga hasta su desembocadura en el río Segre
ES091MSPF442	Río Jalón desde el río Jiloca hasta el río Perejiles.
ES091MSPF443	Río Jalón desde el río Perejiles hasta el río Ribota.
ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
ES091MSPF445	Río Jalón desde el río Aranda hasta el río Grío.
ES091MSPF446	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el río Ebro.
ES091MSPF447	Río Ebro desde el río Aragón hasta el río Alhama.
ES091MSPF448	Río Ebro desde el río Alhama hasta el río Queiles.
ES091MSPF449	Río Ebro desde el río Queiles hasta el río Huecha.
ES091MSPF450	Río Ebro desde el río Huecha hasta el río Arba de Luesia.
ES091MSPF451	Río Ebro desde el río Arba de Luesia hasta el río Jalón.
ES091MSPF452	Río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva.
ES091MSPF453	Río Ebro desde el río Huerva hasta el río Gállego.
ES091MSPF454	Río Ebro desde el río Gállego hasta el río Ginel.
ES091MSPF455	Río Ebro desde el río Ginel hasta el río Aguas Vivas.
ES091MSPF456	Río Ebro desde el río Aguas Vivas hasta el río Martín.
ES091MSPF457	Río Ebro desde el río Martín hasta su entrada en el Embalse de Mequinzenza.
ES091MSPF459	Río Ebro desde la presa de Flix al desagüe de la central hidroeléctrica de Flix
ES091MSPF460_001	Río Ebro desde el desagüe de la central hidroeléctrica de Flix hasta Ascó
ES091MSPF461_001	Río Ebro desde Ascó hasta el azud de Xerta
ES091MSPF463_001	Río Ebro desde el azud de Xerta hasta la estación de afloramientos 27 de Tortosa
ES091MSPF486	Río Barrundia desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Ullivari (incluye río Ugarana).
ES091MSPF487	Río Santa Engracia desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Urrúnaga (incluye río Undabe).
ES091MSPF565	Río Gállego desde el río Sía (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II hasta el río Oliván.
ES091MSPF567	Río Gállego desde el río Oliván hasta su entrada en el Embalse de Sabiñánigo.
ES091MSPF569	Río Gállego desde la Presa de Sabiñánigo hasta el río Basa.
ES091MSPF571	Río Gállego desde el río Basa hasta el río Abena.
ES091MSPF573	Río Gállego desde el río Abena hasta el río Guarga, aguas abajo de la central de Jabarrella junto al azud de Javierrelatre.
ES091MSPF575	Río Gállego desde el río Guarga, aguas abajo de la central de Jabarrella junto al azud de Javierrelatre, hasta el río Val de San Vicente.



ES091MSPF577	Río Gállego desde el río Val de San Vicente hasta la central de Anzánigo y el azud.
ES091MSPF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
ES091MSPF639	Río Segre desde el azud del Canal de Urgel hasta el río Boix.
ES091MSPF640	Río Segre desde el río Boix hasta la Presa de Camarasa en el río Noguera Pallaresa.
ES091MSPF652	Río Noguera Pallaresa desde la Presa de Talarn hasta el río Conqués.
ES091MSPF700	Río Gállego desde la Presa de Lanuza hasta el río Escarra.
ES091MSPF701	Río Gállego desde el río Escarra hasta la cola del Embalse de Búbal junto a El Pueyo y las centrales.
ES091MSPF706	Río Gállego desde la Presa de Búbal hasta el río Sía (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II.
ES091MSPF715	Río Noguera Pallaresa desde el río Unarre (final del tramo canalizado) y los retornos de las centrales de Esterri y de Unarre hasta el río Espot y la Presa de Torrasa (incluye Embalse de Cavallers).
ES091MSPF797	Río Ebro desde el río Purón hasta la cola del Embalse de Sobrón.
ES091MSPF798	Río Ebro desde la Presa de Sobrón hasta la central de Sobrón y la cola del Embalse de Puentelarrá.
ES091MSPF805	Río Tirón desde el río Encemero y la cola del Embalse de Leiva hasta el río Reláchigo.
ES091MSPF807	Río Gállego desde la central de Anzánigo y el azud hasta la cola del Embalse de La Peña.
ES091MSPF814	Río Isuela desde su nacimiento hasta el puente de Nuevo y los azudes de La Hoya (incluye Embalse de Arguís).
ES091MSPF816	Río Sotón desde el río Riel hasta la cola del Embalse de La Sotonera.
ES091MSPF817_001	Río Gállego desde el barranco de la Violada hasta el azud de Urdán
ES091MSPF823	Río Aranda desde su nacimiento hasta la población de Brea de Aragón.
ES091MSPF827	Río Guadalupe desde el azud de Rimer hasta la Presa de Moros (muro de desvío a los túneles).
ES091MSPF866	Río Ebro desde su salida del Embalse de El Cortijo hasta el río Iregua.
ES091MSPF869	Río Cinca desde el río Clamor II Amarga hasta el río Alcanadre.
ES091MSPF870	Río Cinca desde el río Alcanadre hasta la Clamor Amarga
ES091MSPF886	Canal Imperial de Aragón
ES091MSPF911	Río Guadalupe desde la Presa de Moros (muro de desvío a los túneles) hasta el dique de Caspe
ES091MSPF955	Río Gállego desde la Presa de La Peña hasta la población de Riglos.



ES091MSPF956	Río Ebro desde la Presa de Puentelarrá hasta el inicio del tramo modificado de Miranda de Ebro.
ES091MSPF957	Río Segre desde el río Sió hasta el río Cervera.
ES091MSPF959	Río Segre desde el río Llobregós hasta el azud del Canal de Urgel.
ES091MSPF96	Río Salado desde el retorno de la central de Alloz hasta su desembocadura en el río Arga.
ES091MSPF960	Río Noguera Pallaresa desde el río Conqués hasta la cola del Embalse de Terradets.
ES091MSPF962_001	Río Gállego desde el azud de Ardisa hasta el barranco de la Violada
ES091MSPF963	Río Guadalope desde la Presa de Caspe hasta el azud de Rimer.
ES091MSPF97	Río Alhama desde el cruce con el Canal de Lodosa hasta su desembocadura en el río Ebro.
ES091MSPF27	Embalse de Alloz
ES091MSPF55	Embalse de Ardisa
ES091MSPF56	Embalse de Barasona
ES091MSPF25	Embalse de Búbal
ES091MSPF82	Embalse de Calanda
ES091MSPF65_001	Embalse de Camarasa
ES091MSPF58	Embalse de Canelles
ES091MSPF78	Embalse de Caspe
ES091MSPF73	Embalse de Ciurana
ES091MSPF80	Embalse de Cueva Foradada
ES091MSPF47_001	Embalse de El Grado
ES091MSPF43	Embalse de Escales
ES091MSPF74	Embalse de Flix
ES091MSPF79	Embalse de Guiamets
ES091MSPF86	Embalse de Itoiz
ES091MSPF1680	Embalse de La Loteta
ES091MSPF44	Embalse de La Peña
ES091MSPF62	Embalse de La Sotenera
ES091MSPF76	Embalse de La Tranquera
ES091MSPF19	Embalse de Lanuza
ES091MSPF75	Embalse de Las Torcas
ES091MSPF42	Embalse de Mediano desde el río Ara hasta la Presa
ES091MSPF70	Embalse de Mequinzenza
ES091MSPF71	Embalse de Mezalocha
ES091MSPF77	Embalse de Moneva
ES091MSPF54	Embalse de Montearagón
ES091MSPF916	Embalse de Ortigosa
ES091MSPF64	Embalse de Pajares
ES091MSPF912	Embalse de Pena



ES091MSPF26	Embalse de Puentelarrá
ES091MSPF63	Embalse de Rialb
ES091MSPF949	Embalse de Ribarroja
ES091MSPF39	Embalse de Sabiñánigo
ES091MSPF67	Embalse de San Lorenzo
ES091MSPF66	Embalse de Santa Ana
ES091MSPF85	Embalse de Santolea
ES091MSPF22	Embalse de Sobrón
ES091MSPF50	Embalse de Talarn
ES091MSPF59	Embalse de Terradets
ES091MSPF7	Embalse de Ullivarri-Gamboa
ES091MSPF2	Embalse de Urrúnaga
ES091MSPF1679	Embalse de Utchesa Seca
ES091MSPF37	Embalse de Yesa
ES091MSPF1	Embalse del Ebro.
ES091MSPF1050	Ibón de Baños
ES091MSPF1022	La Estanca de Alcañiz
Demarcación Hidrográfica Cuencas Internas de Cataluña	
ES100MSPF1000070	La Baells
ES100MSPF0600060	Gaià
ES100MSPF1000110	El Llobregat des de la presa de La Baells fins a la Colònia Rosal
ES100MSPF1000130	El Llobregat des de la Colònia Rosal fins a l'EDAR de Balsareny
ES100MSPF1000740	El Llobregat des de l'EDAR de Monistrol fins a l'EDAR d'Abdera
ES100MSPF1000270	El Llobregat des de l'EDAR de Balsareny fins a la confluència de la riera Gavarresa
Demarcación Hidrográfica del Segura	
ES070MSPF002050305	Embalse de Camarillas
ES070MSPF002051603	Embalse de Talave
<i>Mapa de distribución actual (2022)</i>	
Ver Anejo 3.	
<i>Tendencia</i>	
Actualmente se encuentra en un proceso de expansión por los ríos donde ha sido introducido en España y asimismo está colonizando aguas dulces en Europa, Asia y Norteamérica, causando enormes pérdidas económicas.	
Citas Bibliográficas (en España)	



- Agencia Catalana del Agua (2007a). Localització geogràfica de la invasió del musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) i estructura de les poblacions, al tran de l'Ebre comprès entre l'embassament de Riba-roja i Miravet (2001-2004).
- Agencia Catalana del Agua (2007b). L'estat de la invasió de musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) a Catalunya. 2007.
- Agencia Catalana del Agua (2007c). Mostrejos de musclos zebra adults al meandre de Flix, Segre a Seròs i Canals del riu Ebre (hivern de 2006 a primavera de 2007)
- Agencia Catalana del Agua (2009). Control de la dispersió del musclo zebra a Catalunya.
- Agencia Catalana del Agua (2010). Monitoratge de la dispersió del musclo zebra a Catalunya (Mostreig primavera i estiu 2010).
- Agencia Catalana del Agua (2011). Estat de la presència de musclo zebra a Catalunya - 2011.
- Agencia Catalana del Agua (2012). El musclo zebra. Estat de la presència a Catalunya - 2012.
- Agencia Catalana del Agua (2013). El musclo zebra. Estat de la presència a Catalunya - 2013.
- Agencia Catalana del Agua (2019). Informe del musclo zebra 2018-2019.
<http://aca.gencat.cat/es/laigua/proteccio-i-conservacio/especies-invasores/actuacions-sobre-el-musclo-zebra/>
- Agencia Catalana del Agua (2021a). Historico_musco-zebra-dades.
https://aca.gencat.cat/web/.content/20_Aigua/09_proteccio_i_conservacio/01_especies_invasores/actuacions_sobre_el_musclo_zebra/musco-zebra-dades.xlsx
- Agencia Catalana del Agua (2021b). Mapa de la afectación del mejillón cebra en los embalses y ríos de Cataluña.
- Agencia Vasca del Agua (2009). Asistencia Técnica para el control larvario de *Dreissena Polymorpha* en aguas del País Vasco.
- Aguas de Córdoba (2019). PERIODO REPRODUCTIVO DEL MEJILLON CEBRA. AÑOS 2015 -2019.
- Asensio, R. (2011). Detección y seguimiento de colonias de adultos de Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en los embalses de Ullibarri - Gamboa, Urrunaga y Undurraga. Agencia Vasca del Agua. 72 pp.
- Asensio, R. (2012a). Detección y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en los ríos Santa Engracia, Zadorra y Arratia, y en los embalses de Ullibarri - Gamboa, Urrunaga, Albina y Undurraga. Agencia Vasca del Agua. 112 pp.



- Asensio, R. (2012b). Muestreos extraordinarios para la detección de mejillón cebra en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 35 pp.
- Asensio, R. (2013). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 128 pp.
- Asensio, R. (2014). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 61 pp.
- Asensio, R. (2015). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 58 pp.
- Asensio, R. (2016). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 71 pp.
- Asensio, R. (2017). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 71 pp.
- Asensio, R. (2018). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 84 pp.
- Asensio, R. (2019). Detección temprana y seguimiento de colonias de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 86 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2007a). Informe técnico sobre el seguimiento de la fase larvaria del mejillón cebra en la cuenca del Ebro, realizado de junio a septiembre de 2007.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2007b). El mejillón cebra en la cuenca del Ebro, informe 2007.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2008). Informe técnico sobre el seguimiento de la fase larvaria del mejillón cebra en la cuenca del Ebro, realizado de abril a noviembre de 2008.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2009). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del río Ebro. Campaña 2009.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2010). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del río Ebro. Campaña 2010.



- Confederación Hidrográfica del Ebro (2011). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del río Ebro. Campaña 2011.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del río Ebro. Año 2012.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del Ebro. Campaña 2013.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Monitorización de la presencia larvaria de *Dreissena polymorpha* en la cuenca hidrográfica del Ebro. Campaña 2014, 104 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Servicios para el control larvario de especies exóticas invasoras en las masas de agua superficiales (embalses) de la cuenca del Ebro. Campaña 2015, 143 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Control larvario de especies exóticas invasoras en las masas de agua superficiales (embalses) de la cuenca del Ebro. Campaña 2016, 150 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). Control larvario de especies exóticas invasoras en las masas de agua superficiales (embalses) de la cuenca del Ebro. Campaña 2017, 147 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2018). Control larvario de especies exóticas invasoras en las masas de agua superficiales (embalses) de la cuenca del Ebro. Campaña 2018, 135 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2019). Control larvario de especies exóticas invasoras en las masas de agua superficiales (embalses) de la cuenca del Ebro. Campaña 2019, 55 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2020). Mapa de aguas afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Ebro.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2021a). Monitorización continua Embalse del Ebro 2021.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2021b). Resultados_Ebro2020_2021.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2015). Resolución de 27 de mayo de 2015, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, sobre el confinamiento de la navegación en el embalse de La Breña II.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2016). Resolución del 4 agosto de 2016, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, sobre el confinamiento en la navegación en los embalses de Colmera y Cubillas.



- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2018). Mapa de distribución del Mejillón cebra en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (Junio 2018).
<https://www.chguadalquivir.es/mejillon-cebra>
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2019). La CHG confina embarcaciones en La Fernandina (Jaén) ante la presencia de mejillón cebra.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2021). Esquema de Temas Importantes (ETI) del tercer ciclo de planificación: 2021 - 2027. Ficha 08: Especies alóctonas invasoras.
https://www.chguadalquivir.es/documents/10182/2026165/Ficha+8_Especies+Aloctonas+Invasoras.pdf/0a6abd36-0e66-8d52-1ce5-97db550a6f90
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2006). Detección de formas larvarias de *Dreissena polymorpha*, mejillón cebra, en los embalses del ámbito de la confederación hidrográfica del Júcar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2007a). Adquisición, instalación y análisis de estaciones para el control del mejillón cebra. Embalse de Forata.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2007b). Adquisición, instalación y análisis de estaciones para el control del mejillón cebra. Embalse de Sitjar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2008a). Colocación de testigos provisionales, detección de larvas y ejemplares adultos de mejillón cebra en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Forata.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2008b). Colocación de testigos provisionales, detección de larvas y ejemplares adultos de mejillón cebra en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Sitjar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2009a). Detección de larvas y ejemplares adultos de mejillón cebra en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Forata.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2009b). Detección de larvas y ejemplares adultos de mejillón cebra en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Sitjar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2010a). Detección precoz de mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*, en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Sitjar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2010b). Detección precoz de mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*, en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Azud de Castellón-Almanzora.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2011a). Detección precoz de mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*, en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Embalse de Sitjar.



- Confederación Hidrográfica del Júcar (2011b). Detección precoz de mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*, en embalses del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Azud de Castellón-Almanzora.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2014). Seguimiento de la evolución de la población de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la cuenca del río Júcar. Informe final de resultados 2014.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2015a). Seguimiento de la evolución de la población de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la cuenca del río Júcar. Informe anual de resultados 2015.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2015b). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
<https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Mapas/2015%20Mejillon%20cebra.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2016b). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
<https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Mapas/Mejill%C3%B3n%20Cebra%20No%20viembre%202016.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2017a). Control y seguimiento del Mejillón cebra en el Ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Campaña 2017, 56 pp.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2017b). Plan de choque contra la invasión del mejillón cebra en la Confederación Hidrográfica del Júcar. 2017-2021, 58 pp.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2017c). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
<https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Mapas/Mejill%C3%B3n%20Cebra%20Junio%202017.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2018a). Control y seguimiento del Mejillón cebra en el Ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Campaña 2018, Versión 1, 143 pp.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2018b). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
<https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Mapas/Mejill%C3%B3n%20Cebra%20Enero%202018.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2019a). Control y seguimiento del Mejillón cebra en el Ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Campaña 2019, Versión 1, 144 pp.



- Confederación Hidrográfica del Júcar (2019b). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar. <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Mapas/2019%20Mejill%C3%B3n%20Cebra.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2020a). Control y seguimiento del Mejillón cebra en el Ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Campaña 2020.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2020b). Evolución de las masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2021). Masas de agua afectadas por la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Júcar.
- Confederación Hidrográfica del Segura (2019). Control y seguimiento de larvas de *Corbicula Fluminea* y *Dreissena Polymorpha* en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Informe anual 2019
- Diputación de Malaga (2020). Ficha *Dreissena polymorpha*. <https://www.malaga.es/base/descargas/home.asp?cod=351505>
- Fraile, H. et al (2020). Red de seguimiento de la población larvaria del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 118 pp.
- Gartzia de Bikuña, B et al (2010). Seguimiento de las poblaciones de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en los sistemas acuáticos de la CAPV. Agencia Vasca del Agua. Vitoria-Gasteiz. 74 pp.
- Gartzia de Bikuña, B. & Fraile, H (2006). Localización y evaluación de las poblaciones de mejillón cebra en la CAPV. Gobierno vasco. Vitoria-Gasteiz 63 pp.
- Gartzia de Bikuña, B. & Moso. M. (2008). Informe sobre detección de larvas de mejillón cebra en los sistemas acuáticos de la CAPV. Ámbitos: Cuencas Intercomunitarias-Ebro, Intercomunitarias-norte e Intracomunitarias. Agencia Vasca del Agua. Vitoria-Gasteiz 63 pp.
- Gartzia de Bikuña, B. et al (2007). Detección de larvas de mejillón cebra en los sistemas acuáticos de la vertiente mediterránea de la C.A.P.V. en el año 2007. Dirección de Aguas de Gobierno Vasco. 24 pp.
- Generalitat de Catalunya. Exocat: Base de datos de las especies invasoras en Catalunya. https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/especies_exotiques_invasores/exocat-base-de-dades-de-les-especies-invasores-a-catalunya/
- Gobierno Vasco (2006). Informe técnico: Localización y evaluación de la presencia del mejillón cebra en los ríos de la vertiente mediterránea de la CAPV.



- Junta de Andalucía (2009). RESOLUCIÓN de 27 de abril de 2009, de la Dirección General de Dominio Público Hidráulico de la Agencia Andaluza del Agua, sobre prohibición temporal de la navegación en los embalses que se citan.
- Junta de Andalucía (2014). Resolución de 22 de octubre de 2014, de la Dirección General de planificación y gestión del dominio público hidráulico, por la que se suspende de manera temporal la navegación y el uso de elementos de flotación en los embalses "Conde de Guadalhorce", "Guadalhorce" y "Guadalteba".
- Junta de Andalucía (2015). Resolución de 16 de febrero de 2015, de la dirección general de planificación y gestión del dominio público hidráulico, por la que se suspende de manera temporal la navegación y el uso de elementos de flotación en el embalse "Zahara Gastor".
- Junta de Andalucía (2019a). Programa andaluz del mejillón cebra.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/lucha-contr-el-mejill-c3-b3n-cebra-en-andaluc-c3-ada/20151
- Junta de Andalucía (2019b). Resolución de 16 de septiembre de 2019, de la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos, por la que se modifica el período hábil de pesca en los embalses de Guadalcaacín II, Zahara-El Gastor, los Hurones, Bornos y Arcos, ubicados en la provincia de Cádiz, y se regula la utilización de medios auxiliares de pesca, así como medidas de control y desinfección de los mismos. (BOJA núm. 182 de 20 de septiembre de 2019).
- Junta de Andalucía (2020a). Anexo 1: Fichas_Esquema provisional de Temas Importantes. Tercer ciclo de planificación (2021-2027). Cuencas Mediterráneas Andaluzas.
- Junta de Andalucía (2020b). Anexo 1: Fichas_Esquema provisional de Temas Importantes. Tercer ciclo de planificación (2021-2027). Guadalete-Barbate.
- Junta de Andalucía (2020c). Anexo 1: Fichas_Esquema provisional de Temas Importantes. Tercer ciclo de planificación (2021-2027). Tinto, Odiel y Piedras.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2020). Dirección General del Agua. CRONOLOGÍA DE DETECCIÓN DEL MEJILLÓN CEBRA EN LOS EMBALSES ESPAÑOLES. Grupo de Trabajo de Organismos de Cuenca (mayo 2020).
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2021). Dirección General del Agua. EMBALSES CON PRESENCIA DE MEJILLÓN CEBRA.
- Rodríguez Cristóbal, J.M. et al (2011). Seguimiento de las poblaciones de Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 128 pp.



- Rodríguez Cristóbal, J.M. et al (2012). Seguimiento de las poblaciones de Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 142 pp.
- Rodríguez Cristóbal, J.M. et al (2013). Seguimiento larvario de las poblaciones de Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 73 pp.
- Rubio M. et al (2014). Seguimiento de población larvaria del mejillón cebra en la CAPV. Agencia Vasca del Agua. 4 pp.
- Rubio M. et al (2015). Seguimiento de población larvaria del mejillón cebra en la CAPV. Agencia Vasca del Agua. 63 pp.
- Rubio M. et al (2016). Red de seguimiento de la población larvaria del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 4 pp.
- Rubio M. et al (2017). Red de seguimiento de la población larvaria del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 5 pp.

IMPACTOS

Sobre las especies y los ecosistemas

Los efectos negativos de tipo ecológico que la invasión del mejillón cebra provoca en los ecosistemas de agua dulce son diversos y todos muy graves, teniendo un efecto especialmente negativo sobre las comunidades. Hoy en día, supone una de las principales plagas conocidas en las aguas continentales.

Está considerada como una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo.

Según establece Muñoz Camarillo (2013), algunos de los principales impactos que produce son:

El primer impacto por destacar es controvertido, ya que según la región se ve como positivo o negativo. Debido a su alta tasa de filtración, se produce un aumento de la transparencia del agua y descenso de la clorofila y el fósforo total, desempeñando un importante papel en el ciclo del fósforo. De manera que se producen cambios en la proporción de la producción primaria y bacteriana originados por la alteración del balance de nutrientes (relación N/P). Sin embargo, este efecto en algunas zonas del norte de Europa se valora como beneficioso debido a la disminución de la turbidez del agua.

Otra alteración en el ecosistema es la retirada de fitoplancton de la columna de agua (Nalepa *et al.*, 1996), depositándose posteriormente las heces y pseudoheces en el fondo del lecho. Parte de estos desechos volverán a la columna de agua en suspensión y parte serán consumidos por los organismos bentónicos, produciéndose un aumento en la biomasa total



de zoobentos. Esta deposición de materia orgánica en el fondo también produce una reducción del oxígeno, lo que favorece el crecimiento de algas y bacterias nocivas

Además, el consumo de fitoplancton y microzooplancton por el mejillón cebra provoca una disminución de recursos, generando una alteración en toda la cadena trófica, afectando a la flora y fauna silvestre.

Aumenta tanto el número de macrófitos, como de microalgas. Este provoca que cambien las condiciones y surja un hábitat idóneo para nuevas especies, como pequeños invertebrados.

Otro impacto considerable sobre el lecho de los ríos es la acumulación de millones y millones de conchas de mejillones cebra muertos, impidiendo en muchos casos la reproducción de algunas especies de peces, por pérdida de frezaderos. Todo esto contribuye a la disminución de la biomasa de peces.

Si la población de mejillón cebra es muy elevada, compite nutricionalmente con otros organismos. Especialmente grave es la competencia con otros bivalvos autóctonos, no sólo por los recursos, sino porque los individuos de mejillón cebra se fijan a las conchas de las náyades, actuando como un ectoparásito. El hospedador pierde su capacidad de moverse, alimentarse, respirar y reproducirse, produciendo su muerte. En España las principales especies autóctonas que están sufriendo el impacto del mejillón cebra son *Margaritifera auricularia*, *Anodonta cygnea* y *Unio elongatulus*, pudiendo llegar a desaparecer de los tramos colonizados por el mejillón cebra, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013).

El mejillón cebra puede acumular metales pesados y otros compuestos contaminantes, introduciéndose en la cadena trófica. Un ejemplo se ha visto en las aves, en las que la bioacumulación de contaminantes ha provocado la disminución en la tasa de reproducción.

Por último, el mejillón cebra actúa como vector de transmisión de patógenos y enfermedades a otros organismos.

Sobre la salud

También actúa como vector de transmisión sobre la población humana: salmonelosis, meningitis, etc.

La aparición de *D. polymorpha* en áreas poco profundas de baño ha producido un aumento de las laceraciones en los pies, con posibles consecuencias de infección por una serie de organismos de agua dulce como *Leptospira interrogans* que causa la enfermedad de Weil (Minchin *et al.*, 2002).

Socioeconómico

Causa daños en construcciones hidráulicas de todo tipo: turbinas, desagües, depósitos, cascos, motores y anclas de embarcaciones, embarcaderos, industrias, centrales hidroeléctricas, plantas potabilizadoras de agua, presas, azudes, acequias y canales de riego, etc. Llega a obstruir totalmente cañerías, tuberías, conductos de irrigación y conducciones hidráulicas en general, llegando a poner en peligro el abastecimiento agrícola, industrial y de los núcleos urbanos, pues tapona las conducciones y obstruye los filtros.

Afecta negativamente al turismo y a la pesca deportiva, ya que altera los hábitats de las especies de peces y las orillas de las masas de agua, donde pueden llegar a acumularse grandes cantidades de mejillones muertos tras riadas o tormentas, modificando el sustrato de los lechos de los ríos y de las riberas. Hay que añadir que los mejillones en descomposición producen un olor extremadamente desagradable.

Respecto a los daños económicos producidos:

- La sociedad *National Aquatic Nuisance Species Clearinghouse*, calcula que los daños económicos causados en Estados Unidos, entre 1989 y 2007, son entre un billón y billón y medio de dólares, distribuidos entre los 23 estados afectados por el mejillón cebra (O'Neill, 2008). Habiéndose convertido en uno de los principales problemas en la gestión del agua en el este norteamericano.
- La Confederación Hidrográfica del Ebro publicó en mayo de 2007 el Plan de choque para controlar la invasión del Mejillón Cebra 2007-2010. En este plan de tres años estimó una inversión económica de 90.104.000 € (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2007).
- Además, la Fundación Económica Aragonesa (2006), financiada por la Confederación Hidrográfica del Ebro, realizó la estimación de los costes económicos de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena Polymorpha*) en la cuenca del Ebro, calculando que los costes financieros para los agentes sociales directamente afectados por el mejillón cebra en el Bajo Ebro, en el periodo 2001-2005, ascienden a 2,7 millones de euros. Los agentes más afectados son las empresas energéticas y, en menor medida, las administraciones estatal y autonómicas, estimando que el coste global debido a la invasión del mejillón cebra para el periodo 2006-2025 podría alcanzar los 40 millones de euros, sólo en la cuenca del Ebro.
- Se realizó un nuevo estudio económico, para el periodo 2005-2009, comprobándose que los costes habían sido mayores que lo estimado, pasando a 11.641.997 euros, de manera que se actualizó la previsión para la cuenca del Ebro durante el periodo 2001-2025, pudiéndose superar los 105 millones de euros (Duran, 2012).
- En cada nuevo estudio que se realiza, los costes van en aumento debido a la continua expansión del mejillón en el territorio. Así, en el marco del proyecto Inva-Rega, se ha estimado que el gasto anual para los regadíos andaluces por especies invasoras supone 72 millones de euros, lo que provoca un sobre coste a los agricultores de entre 40-70 euros por hectárea. Estos cálculos se han realizado en conjunto para las tres principales especies invasoras en el regadío andaluz, entre las que se encuentra el mejillón cebra (Junta de Andalucía, 2021).

GESTIÓN

Vías de introducción

Las vías potenciales de introducción y expansión son el tráfico mercante, los trasvases de agua, la navegación y obras fluviales, así como su uso, como cebo vivo.

La capacidad de colonizar otros sistemas acuáticos por medios propios es muy baja, al estar limitada por la velocidad de la corriente. Su dispersión por agentes naturales (organismos acuáticos, aves y otros vertebrados) es muy poco frecuente. Sin embargo, el transporte



pasivo por actividades humanas es muy elevado, especialmente sin unas condiciones de control adecuadas.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007), publicó: La estrategia nacional para el control del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), estableciendo como factores de dispersión:

- Trasiego de embarcaciones, debido a pesca, a la navegación comercial o recreativa.
- Usos deportivos y recreativos del agua que suponen trasiego de material, tales como pesca, buceo, baño, etc...
- Introducción y translocación provocada de especies piscícolas y otras especies acuáticas, se incluyen las actividades de acuicultura, que pueden ser vectores a través de sus equipos de pesca.
- Trabajos de conservación de ríos y de investigación que suponen traslados de una masa a otra.
- Captaciones de agua para riego o abastecimiento.
- Trasvases y canalizaciones artificiales.
- Obras y aprovechamientos, incluyendo los extractivos, en masas de agua.

Prevención

Una vez contaminada una masa natural de agua por el mejillón cebra, la posibilidad de erradicarlo es prácticamente nula. Por tanto, la prevención y el control proactivo son las únicas armas que pueden servir para evitar la contaminación de nuevas masas de agua por este bivalvo. También hay que incidir en que los encauzamientos, embalses y otras actuaciones habituales en nuestros ríos, ofrecen las mejores condiciones para la instalación y propagación de la especie.

En España el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007), en “La Estrategia nacional para el control del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)”, establece cuatro líneas de actuación: medidas previas, medidas legislativas, medidas de gestión y planificación y medidas de información, divulgación y sensibilización.

1) Medias previas: son medidas preventivas, consistiendo principalmente en el establecimiento de protocolos, por un lado, centrados en la limpieza y desinfección, y por otro, protocolos de detección y seguimiento.

El muestreo es extremadamente importante no solo para la detección inicial de *Dreissena* sino también para recopilar información adicional, como la etapa del ciclo de vida en la que se encuentran los mejillones invasores, su abundancia y la efectividad del control implementado.

Resulta fundamental la detección temprana de la fase juvenil mediante análisis de las aguas, pues al ser la larva microscópica y planctónica es fácil que pase inadvertida su propagación.

Es necesario por tanto realizar programas de muestreo en masas de agua que por sus características sean hábitats idóneos para el mejillón cebra. De manera que el objetivo de esta estrategia es examinar grandes volúmenes de agua en busca de larvas e inspeccionar grandes áreas de superficie en busca de mejillones adheridos.

Una vez detectada la presencia en una masa de agua, es necesario continuar con los programas de muestreo para de esta manera, poder estudiar sus periodos reproductivos, tiempos y tasas de asentamiento y tasas de crecimiento.

La Confederación Hidrográfica del Ebro (2020a y 2020b), ha instalado en el embalse del Ebro, en septiembre de 2017, y en el embalse de Yesa, en septiembre de 2019, un sistema de monitorización en continuo para la detección de larvas de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), una nueva metodología que permitirá determinar con mayor precisión, la presencia o no de esta especie invasora en las masas de agua. La actuación realizada implica la colocación de un equipo, que de manera automática permite la programación y el control del sistema (tiempos, volúmenes, obturación de filtros, ...) por conexión remota e incluye la recogida mensual de muestras de agua del equipo (a razón de una muestra cada 24 horas) por personal cualificado y posterior análisis en su laboratorio. El gran volumen de agua filtrado por el sistema aumenta las probabilidades de detectar larvas de la especie en caso de que se instalara en el embalse. El equipo se ubica en el edificio de coronación de la presa del embalse y permite un análisis fisicoquímico del agua de los parámetros considerados más importantes en relación con el desarrollo del mejillón cebra y un posterior análisis cuantitativo y cualitativo de larvas mediante microscopía óptica polarizada en laboratorio.

Otras medidas que ha realizado la Confederación Hidrográfica del Ebro han sido la instalación de testigos fijos en todos los embalses y canales para la detección precoz de adultos, Plan de choque para controlar la invasión del Mejillón Cebra 2007-2010.

Todas las confederaciones afectadas están realizando programas de prevención, incluso la confederación hidrográfica del Guadiana, que no ha registrado su presencia, también tienen programas de monitorización, tanto de análisis de toma de muestras como la instalación de cabos fijos para el seguimiento de posibles adultos, Junta de Extremadura (2018). También la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir ha instalado en algunos embalses monitorización en continuo.

2) Medidas legislativas:

Todas las Comunidades Autónomas afectadas, así como las confederaciones hidrográficas, han publicado normas en cuanto a la pesca y navegación en embalses. Es habitual prohibir la pesca, cuando en un embalse se detecta invasión de este molusco. Como medida preventiva suelen establecer protocolos de desinfección, tanto de embarcaciones como de equipos.

3) Medidas de gestión y planificación, en el caso de masas con presencia del mejillón cebra:

En relación con la **navegación**, las Administraciones están llevando a cabo medidas como prohibir temporal o indefinidamente la navegación, clausurar los accesos incontrolados a las masas de agua y obligar a la limpieza, desinfección y secado.

En relación con la **pesca** también se están tomando medidas restrictivas, ya sea temporal o indefinidas prohibiendo o regulando esta actividad. Con carácter general se impide el uso de cebos vivos y también pueden establecer protocolos de desinfección.



La obstrucción de las **conducciones hidráulicas** se controla manteniendo revisiones periódicas y aplicando métodos químicos o termales de eliminación de los racimos de mejillón cebra.

A modo de ejemplo, la Confederación Hidrográfica del Ebro publicó en 2011 "Protocolos de desinfección y limpieza para evitar la dispersión de la plaga del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)", Confederación Hidrográfica del Ebro (2011), destacando:

Protocolo de desinfección de embarcaciones:

Se desinfectarán las embarcaciones y complementos, en una estación de desinfección oficial, cuando accedan, cambien de emplazamiento o se trasladen al exterior de una zona afectada por la invasión de mejillón cebra.

- En las embarcaciones a motor:
 - Se vaciarán los restos de agua de lastre y viveros de la embarcación, depósitos, sentinas, así como todo equipo que haya estado en contacto con el agua. Así mismo se realizará una inspección visual para eliminar todo resto visible.
 - La limpieza se debe realizar mediante hidrolimpiadora que cumpla: presión a 160 bar, temperatura 60°C y caudal entre 600 y 1200 l/s. Preferentemente el agua será una solución clorada de 1 mg de cloro libre/l.
 - También se limpiará el circuito de refrigeración del motor.
- En las embarcaciones sin motor:
 - En el mismo lugar de desembarque se procederá a vaciar de agua el interior de la embarcación. Se realizará una inspección visual eliminando todo resto.
 - Se pueden eliminar las larvas de mejillón cebra mediante tres opciones: por secado de las embarcaciones (al menos 10 días), mediante hidrolimpiadora o bien aplicando una solución clorada.

Protocolo de desinfección de equipos:

Respecto a los equipos y complementos, después de la pesca, muestreos o actividades acuáticas en masas de agua en las que se conozca o sospeche la presencia del mejillón cebra, todo el equipo utilizado que haya entrado en contacto con el agua debe ser inspeccionado y desinfectado antes de ser utilizado en otro lugar.

- Se deberá limpiar, desinfectar y secar:
 - Equipos de muestreo: botas, neoprenos, vadeadores, sensores...
 - Complementos de baño: tablas de surf, colchonetas, etc....
 - Equipos de pesca: redes, cañas, vadeadores...
 - Complementos de embarcaciones: impermeables, casco, palas de remo...
 - Respecto a los equipos y maquinaria de trabajo, se deberá limpiar, desinfectar y secar:



- Equipos: desbrozadoras, neoprenos, botas...
- Maquinaria: retro excavadora, camión de carga, tractor de limpieza...

Para poder realizar todas estas actuaciones de limpieza, la Confederación del Ebro propone la instalación de estaciones de limpieza en todos los embalses afectados, dotar de vigilancia los embalses y finalmente instalar un sistema de seguimiento y control remoto de las embarcaciones, Plan de choque para controlar la invasión del Mejillón Cebra 2007-2010.

4) Medidas de información, divulgación y sensibilización.

La estrategia más eficaz contra la dispersión del mejillón cebra es la divulgación del conocimiento de la plaga y sus efectos.

La Estrategia nacional establece que se realizarán campañas de información y concienciación ambiental. Se realizarán campañas puntuales en las temporadas de máxima afluencia, se distribuirán carteles y folletos informativos, así como, entre otras medidas, la realización de campañas específicas para pescadores, navegantes, regantes....

Creación de una página web interactiva para distribuir y recibir información sobre la especie.

Una **medida adicional** para evitar la desaparición de los bivalvos autóctonos consiste en criar estas especies en cautividad, mientras permanece la amenaza del mejillón cebra, para evitar que estas especies autóctonas desaparezcan. La Confederación Hidrográfica del Ebro en su plan de choque para controlar la invasión del Mejillón Cebra 2007-2010, propone la construcción de un centro de rescate y reproducción de *M. auricularia*, cerca del canal imperial.

Control y erradicación

La lucha contra el mejillón cebra se ha centrado en evitar su proliferación, ya que, una vez ha colonizado una zona, actualmente es imposible acabar con sus poblaciones en la naturaleza.

El fracaso en las acciones realizadas hasta el momento, tanto en Europa como en Norteamérica, son indicativas de que la erradicación de esta especie es bastante complicada.

Los métodos manuales, químicos, termales o por ondas de radio para erradicar esta especie una vez introducida son muy costosos y no siempre satisfactorios para la conservación de los ecosistemas. En todo el mundo se han intensificado los esfuerzos de científicos y administraciones públicas, para investigar y combatir la introducción y proliferación de esta especie, habiéndose creado para ello centros de alerta y control.

En teoría, las poblaciones de mejillón cebra alcanzan su máximo desarrollo a los pocos años de la invasión, entrando posteriormente en declive, dependiendo de la depredación y de las características propias de cada embalse o río.

Según el estudio realizado por Palau *et al.* (2006), para control y erradicación del mejillón cebra, destacamos las siguientes medidas:

Métodos físicos y mecánicos: *Dreissena* a menudo forma incrustaciones gruesas en estructuras hechas por el hombre. Existen varios métodos de control mecánico de estos



mejillones, que incluyen: raspado, fregado, chorro de agua a alta presión, tratamiento de agua caliente, chorro de dióxido de carbono, congelación y desecación, etc. Los buzos pueden ser empleados para la limpieza manual y mecánica. Las corrientes, de corriente alterna de bajo voltaje y las vibraciones acústicas, también se han investigado para evitar el asentamiento y la fijación.

El uso de electromagnetismo de baja frecuencia puede permitir un control no químico viable (Ryan, 1998). Con aplicaciones de esta técnica para frecuencias $f < 300$ Hz y longitudes de onda $\lambda \approx 1 \times 10^6$ m, el mejillón cebra pierde su habilidad para asimilar el calcio mineral y por tanto queda inhabilitado para crecer, desarrollar la concha, reproducirse y mantener las funciones metabólicas normales.

La aplicación de ondas de radio a más de 500 Hz se trataría de una técnica, teóricamente, sin efectos para el medio ambiente. Matthew (2001), demostró que la totalidad de una población de mejillón cebra murió después de estar 40 días expuesto a ondas de radio de baja energía. Las ondas de radio no afectan significativamente a otros organismos como peces y cangrejos.

Se han evaluado diferentes materiales para tuberías y equipos por su impacto en la adhesión del mejillón, Aksu *et al.* (2017). Según O'Neill (1996), el mejillón cebra no se adhiere a las superficies de cobre y sus aleaciones en metal galvanizado, siempre y cuando no se forme un biofilm de algas sobre dichas superficies, dado que ello les hace perder sus propiedades antiadherentes.

También es posible recubrir los materiales con pinturas antiincrustantes que liberan un tóxico a bajas concentraciones, habitualmente óxido cuproso, suficiente para repeler la adherencia de organismos como el mejillón cebra. La efectividad de estos recubrimientos dura entre 2-5 años, tras los cuales es necesario una nueva aplicación.

Las pantallas, los filtros en línea, los tamices y los mecanismos de ultrafiltración pueden ser efectivos para bloquear la entrada de mejillones adultos y juveniles, pero una eficiencia del 100% en la retención en todos los estadios del mejillón cebra es difícil porque requiere retener partículas de 30-40 μ m, que es difícil y costoso.

Control biológico: El control biológico es el uso de una especie para anular o acotar el desarrollo poblacional de otra. El método más efectivo es la exposición a concentraciones anormales de parásitos selectivos para la especie a eliminar.

En ensayos con la bacteria *Pseudomonas fluorescens* cepa CL0145A, Molloy *et al.* (2004), lograron un 90% de muerte de *Dreissena* en adultos. Se descubrió que los mejillones (tanto *D. polymorpha* como *D. rostriformis bugensis*) morían por intoxicación debido a un producto natural presente dentro de las células bacterianas. En un estudio separado de la toxicidad de *P. fluorescens* CL0145A, ni los mejillones unionidos nativos de América del Norte, Molloy (1998), ni otras especies no objetivo, mostraron mortalidad. El método que aplica esta cepa bacteriana para el control de *Dreissena* ha sido patentado y actualmente se está desarrollando para su comercialización.

Otras especies parásitas del mejillón cebra son *Bucephalus polymorphus*, *Aspidogaster sp.*, *Phyllodistomum sporocysts* o *Scuticociliatida*, entre otros. Pero estos parásitos pueden afectar a otras especies no pretendidas.

Control químico: Los tratamientos químicos se puede clasificar en oxidantes y en no oxidantes, siendo los primeros los de más amplia difusión. Puede ser muy efectivo para acabar con las poblaciones de esta especie, pero también perjudica al resto.

Dentro de los oxidantes, el cloro y sus derivados, el bromo, el ozono, el permanganato potásico y el peróxido de hidrogeno forman los tratamientos químicos oxidantes. El cloro es el más usado de todos, aunque este bivalvo tiene la capacidad de cerrar sus valvas al detectar toxinas, pudiendo permanecer así hasta tres semanas, por lo que la cloración debe al menos durar este periodo, Araujo (2006). A este inconveniente hay que añadir que el cloro puede reaccionar con la materia orgánica y producir elementos carcinógenos como trihalometanos.

Los métodos químicos no oxidantes son en general, menos eficaces y pueden afectar significativamente a otros organismos acuáticos. Por lo que es habitual tener que aplicar a posteriori procesos de detoxificación de las aguas. Los métodos más habituales son: potasio, sulfato de aluminio, nitrato amónico, metasulfito de sodio y sulfato de cobre.

Otro método muy eficaz es el **control de los niveles de caudales**, forzando su muerte por desecación o bien al contrario forzando los caudales para mermar las poblaciones por el arrastre. Todas estas medidas pueden aplicarse en los tramos de río regulados y en los embalses.

Dados los costes millonarios que supone esta especie, la investigación para tratar de eliminar a este molusco es constante. A modo de ejemplo, la Junta de Andalucía y la Unión Europea a través del FEADER 2014-20, ha desarrollado el proyecto Inva-Rega para la evaluación de tratamientos para control de especies invasoras en instalaciones de riego. Llegando a la conclusión de que lo más eficaz es la combinación de varios métodos, por un lado preventivos, como la utilización de pintura "antifouling" en las estructuras de metálicas y de hormigón. Por otro, tratamientos químicos de eliminación con peróxidos-peracético, que en concentraciones de 40mg/l en tuberías cerradas puede eliminar el mejillón cebra en 3 días. Y, por último, para los ejemplares adultos desecar las instalaciones al menos 5 días seguidos una vez al año, Junta de Andalucía (2021).

En cualquier caso, una vez que este molusco se ha establecido en aguas libres, hoy en día su erradicación es imposible, de manera que las medidas anteriormente descritas sirven principalmente para instalaciones industriales o de regadío, que forman un sistema cerrado y donde es posible controlar todas las variables.

NORMATIVA

Convenios internacionales

- Estrategia Europea sobre Especies Exóticas Invasoras (2004).
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), 1992.
- Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa. Berna 1979.
- Convenio internacional para el control y gestión de las aguas de lastre y sedimentos de los buques, 2004.



Europea

- Reglamento de Ejecución (UE) 2019/1262 de la Comisión, de 25 de julio de 2019, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 con el fin de actualizar la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión.
- Reglamento Delegado (UE) 2018/968 de la Comisión de 30 de abril de 2018 que complementa el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los análisis de riesgos relativos a especies exóticas invasoras.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de la Comisión, de 13 de julio de 2016, por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) n.º 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2017/1263 de la Comisión, de 12 de julio de 2017, por el que se actualiza la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión establecida por el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2017/1263 de la Comisión, de 12 de julio de 2017, por el que se actualiza la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión establecida por el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de la Comisión, de 13 de julio de 2016, por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento (UE) n.º 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2017/1454 DE LA COMISIÓN de 10 de agosto de 2017 que especifica los formatos técnicos para los informes de los Estados miembros de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Estrategia Europea sobre Especies Exóticas Invasoras, elaborada en el año 2004 por el Consejo de Europa, en el marco del Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y el medio natural en Europa.
- Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, hecho en Berna el 19 de septiembre de 1979 (“Convenio de Berna”).
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (“Directiva Marco del Agua”).
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre (“Directiva Hábitats”).



Estatal
<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 216/2019, de 29 de marzo por el que se aprueba la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la región ultraperiférica de las islas Canarias y por el que se modifica el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. (BOE núm. 77, 30 de marzo de 2019) • Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. • Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. • Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. • Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. • Resolución de 15 de mayo de 2007, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, sobre modificación de las normas de navegación con motivo de la expansión del mejillón cebra y nueva clasificación de embalses de la cuenca del Ebro. (BOE 19 de junio de 2007) • Anuncio de la Confederación Hidrográfica del Ebro para publicación de Resolución sobre modificación de las normas de navegación: ampliación de la zona navegable del embalse de Sobrón, aumento de la potencia máxima de navegación en el embalse de Rialb, obligación de desinfectar las embarcaciones en los embalses que dispongan de estación de desinfección oficial en sus inmediaciones y modificación de las normas de navegación en los ríos de montaña de Aragón. (BOE 14 de agosto de 2007) • Resolución de 24 de septiembre de 2002, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, sobre normas para la navegación en los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix, tramos inferiores del río Ebro por la aparición del mejillón cebra. (BOE 12 de noviembre de 2002). • Resolución de la Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Júcar por la que se modifican determinadas condiciones para el ejercicio de la navegación en embalses y ríos del ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (BOE lunes 26 de enero de 2015). Anexo 2: Normas Específicas para la Navegación en Masas de Agua Afectadas por la Presencia de Mejillón Cebra. • • Resolución de 28 de enero de 2021, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, O.A., por la que se modifica la normativa de navegación. (BOE Núm. 36 Jueves 11 de febrero de 2021).
Autonómica
Andalucía:



- Resolución de 16 de septiembre de 2019, de la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos, por la que se modifica el período hábil de pesca en los embalses de Guadalcaçín II, Zahara-El Gastor, los Hurones, Bornos y Arcos, ubicados en la provincia de Cádiz, y se regula la utilización de medios auxiliares de pesca, así como medidas de control y desinfección de estos.
- Resolución de 27 de octubre de 2015, de la Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos, por la que se modifica el período hábil de pesca en el embalse de la Breña II y Tramo del Río Guadiato en la provincia de Córdoba, y se regula la utilización de medios auxiliares de pesca, así como las medidas de control y desinfección de estos.
- Resolución de 30 de julio de 2015, de la Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos, por la que se modifica el período hábil de pesca en los embalses de Conde de Guadalhorce, Guadalhorce y Guadalteba, ubicados en la provincia de Málaga, y se regula la utilización de medios auxiliares de pesca, así como las medidas de control y desinfección de estos.
- Resolución de 16 de febrero de 2015, de la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico, por la que se suspende de manera temporal la navegación y el uso de elementos de flotación en el embalse "Zahara Gastor".
- Resolución de 22 de octubre de 2014, de la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico, por la que se suspende de manera temporal la navegación y el uso de elementos de flotación en los embalses "Conde de Guadalhorce", "Guadalhorce" y "Guadalteba".
- Orden de 16 de febrero de 2011, por la que se fijan y regulan las vedas y períodos hábiles de pesca continental en la Comunidad Autónoma de Andalucía. (Boletín Oficial Junta de Andalucía, núm. 49, 10 de marzo 2011).
- Resolución de 9 de octubre de 2009, de la Dirección General de Gestión del Medio Natural, por la que se modifica el período hábil de pesca en los embalses de Bermejales (Granada) e Iznájar (Córdoba y Granada), en los ríos Genil y Cacín (Granada) y se regula la utilización de medios auxiliares de pesca, así como las medidas de control y desinfección de estos.
- Resolución de 27 de abril de 2009, de la Dirección General de Dominio Público Hidráulico de la Agencia Andaluza del Agua, sobre prohibición temporal de la navegación en los embalses que se citan.

Aragón

- Orden AGM/9/2021, de 11 de enero, por la que se aprueba el Plan General de Pesca de Aragón para la temporada 2021. (Núm. 17 Boletín Oficial de Aragón 27/01/2021).

Cantabria

- No existe normativa autonómica.

Castilla-La Mancha

- No existe normativa autonómica.

Castilla y León



- Orden FYM/1493/2011, de 23 de noviembre, por la que se establece la Normativa Anual de Pesca de la Comunidad de Castilla y León para el año 2012. (Boletín Oficial de Castilla y León, núm. 230 Martes, 29 de noviembre de 2011).

Cataluña

- Resolución ARP/260/2021, de 5 de febrero, por la que se ordena la pesca en las aguas continentales de Cataluña durante la temporada 2021., (Diario oficial de la Generalitat de Catalunya núm 8337, 9 de febrero de 2021).

Comunidad de Madrid

- No existe normativa autonómica.

Comunidad Valenciana

- Decreto 213/2009, de 20 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana. (Diario Oficial C.Valenciana nº 6.151 24.11.2009). Anexo I.
- Orden de 30 de mayo de 2007, de la Conselleria de Territorio y Vivienda, por la que se aprueba un programa de actuaciones para el control de mejillón cebra en la Comunitat Valenciana (DOCV de 10 de julio de 2007).

Extremadura:

- Orden de 3 de septiembre de 2019 general de vedas de pesca en la Comunidad Autónoma de Extremadura. (Diario oficial de Extremadura, núm 175, 11 de septiembre de 2019).

Galicia

- No existe normativa autonómica.

Islas Baleares

- No existe normativa autonómica.

Islas Canarias

- No existe normativa autonómica.

La Rioja

- Orden 3/2012 de 9 de febrero, de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, por la que se fijan los períodos hábiles de pesca y normas relacionadas con la misma en aguas de la Comunidad Autónoma de La Rioja, durante el año 2012. (Boletín Oficial de La Rioja, núm. 23, 22 de febrero de 2012).

Murcia

- Orden de 14 de abril de 2021, de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente sobre disposiciones generales de vedas para la pesca fluvial del año 2021. (Boletín oficial de la Región de Murcia, nº 89, 20 de abril de 2021)

Navarra

- Ley Foral 17/2005, de 22 de diciembre, de Caza y Pesca de Navarra.
- Orden Foral 40E/2022, de 10 de febrero, de la consejera de Desarrollo Rural y Medio Ambiente por la que se aprueba la disposición general de vedas de pesca año 2022. (Boletín oficial de Navarra nº 42 de 28 de febrero de 2022).



CEDEX

País Vasco

- (Álava) Orden Foral 81/2012 de 29 de febrero, reguladora del aprovechamiento de la Pesca Continental en el Territorio Histórico de Álava durante el año 2012. (BOTHÁ, núm. 31, 14 de marzo de 2012).
- (Bizkaia): Orden Foral 913/2012, 27 de febrero, de la diputada foral de Agricultura, sobre períodos hábiles y vedas de pesca continental en el Territorio Histórico de Bizkaia para 2012. (Boletín Oficial de Bizkaia, núm. 47, 7 de marzo de 2012).
- (Bizkaia): Orden Foral 986/2021, de 2 de marzo de 2021, de la diputada foral de Sostenibilidad y Medio Natural por la que se desarrolla la normativa que regula el aprovechamiento de la pesca continental en el Territorio Histórico de Bizkaia para el 2021.

Principado de Asturias

- No existe normativa autonómica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fuentes consultadas

- Agencia Vasca del Agua (2018). Plan de acción para el control del mejillón cebra en la Comunidad Autónoma del País Vasco (2018-2020).
- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) (2018). Ficha específica de *Dreissena Polymorpha*: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/85295>
- Confederación Hidrográfica del Júcar (2016a). Estudio de detección de larvas de mejillón cebra en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, 2016.
- Doadrio, I., Lara, F., Garilleti, R. (2007). Estrategia nacional de restauración de ríos. Mesa de trabajo: La invasión de especies exóticas en los ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad Politécnica de Madrid.
- Gartzia de Bikuña, B. & Leonardo, J.M. (2010). Seguimiento y control de la presencia de adultos de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el embalse de Ullibarri-Ganboa (Alava). Agencia Vasca del Agua. 20 pp.
- GEIB (2006) TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. GEIB, Serie Técnica N.2. Pp.: 116.
- Generalitat Valenciana (2016). Informe técnico 08/2016. Actuaciones de Control de Especies Invasoras. Memoria Anual 2015.
- Gobierno de Aragón (2019). La fauna invasora en Aragón. Invertebrados. <https://www.aragon.es/-/especies-invasoras-de-fauna>.
- Guerrero, J. & Jarne, M. (2014). Las especies exóticas invasoras en Aragón.



- Fraile, H. et al (2019). Red de seguimiento de la población larvaria del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 121 pp.
- Oliva-Paterna, FJ, A Guillén, M Torralva (Coord.). 2019. Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura. Listas prioritarias y manual para su gestión. Proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Ed. Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente. Murcia.
- Rubio M. et al (2018). Red de seguimiento de la población larvaria del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Agencia Vasca del Agua. 71 pp.

Fuentes citadas

- Araujo, R. (2006). La afección del mejillón cebra y su posible lucha en las infraestructuras, especialmente en los riegos tradicionales y modernizados del Levante Ibérico.
- Aksu, S.; Yildiz, D. & Güngör, P.A. (2017). The Zebra Mussel in Turkey. Report No: 7. Hydropolitics Association. Ankara, Turkey. 40 pp.
- Baker, P.; Baker, S. & Mann, R. (1993). Criteria for predicting zebra mussel invasions in the Mid-Atlantic región. En: Zebra Mussels and Mid-Atlantic. Maryland Sea Grant Publication: Maryland; 5-18.
- Benson A.J. (2020). The exotic zebra mussel. U.S. Fish & Wildlife service.
- Bossenbroek, J.M., Kraft, C.E. and Nekola, J.C. (2001). Prediction of long-distance dispersal using gravity models: Zebra Mussel invasion of inland lakes. Ecological Applications, 11(6), 1778-1788.
- Bossenbroek, J.M.; Johnson, L.E.; Peters, B. & Lodge, D.M. (2007). Forecasting the expansion of zebra mussels in the United States. Conservation Biology. 21: 800-810.
- Buchan, L.A.J. & Padilla, D.K. (1999). Estimating the probability of long-distance dispersal of invading aquatic species. Ecological Applications, 9 (1): 254-265.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2007). Plan de choque para controlar la invasión del Mejillón Cebra 2007-2010.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2011). Protocolos de desinfección y limpieza para evitar la dispersión de la plaga del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2020a). Control larvario de *Dreissena polymorpha* mediante un sistema automático de monitorización continua en el embalse del Ebro.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2020b). Control larvario de *Dreissena polymorpha* mediante un sistema automático de monitorización continua en el embalse de Yesa.
- Durán, C.; Lanao, M.; Anadón, A, & Touyá, V. (2010). Strategy of management of zebra mussel invasion in the Ebro River basin. Aquatic Invasions. 5: 309-316.



- Durán, C. (2012). Mejillón cebra, diez años de gestión en la cuenca del río Ebro. Jornadas sobre especies invasoras de ríos y zonas húmedas (31 enero-1 febrero 2012) Valencia.
- Fundación Económica Aragonesa (2006). Estimación de los costes económicos de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena Polymorpha*) en la Cuenca del Ebro, 2006.
- Junta de Andalucía. De la Torre, M.L.; Fahd, K.; De Toro, M.D.; De Vicente, J.; García, C.; Parias, P. & Carrasco, F. (2021). Evaluación de tratamientos para control de especies invasoras en instalaciones de riego. Inva-Rega. FEADER 2014-2020.
- Junta de Extremadura (2018). Luchas contra especies invasoras en las cuencas hidrográficas del Tajo y del Guadiana en la península ibérica. LIFE+INVASEP.
- Karatayev, A.Y.; Burlakova, L.E. & Padilla, D.K. (1998). Physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* (Pallas). Journal of Shellfish Research. 4: 1219-1235.
- Kerney, M.P. (1973). Mapping non-marine Mollusca in southern Scotland, 1973. J. Conchol, 28, 225-231.
- Kerney, M.P. & Morton, B.S. (1970). The distribution of *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Britain. J. Conchol, 27, 97-100.
- Matthew. (2001). Radio waves capable of killing off Pesku zebra mussels. Scientific American.
- Minchin, D.; Lucy, F. & Sullivan, M. (2002). Zebra mussel: Impacts and spread. Distribution, Impacts and Management. In: Invasive Aquatic Species of Europe [ed. by Leppäkoski, E. \Gollasch, S. \Olenin]. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 135-146.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Catálogo español de especies exóticas invasoras. *Dreissena polymorpha*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007). Estrategia nacional para el control del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).
- Molloy, D.P.; Karatayev, A.Y.; Burlakova, L.E.; Kurandina, D.P. & Laruelle, F. (1997). Natural enemies of zebra mussels: Predators, parasites and ecological competitors. Rev. Fisheries Sci. 5:27-97.
- Molloy, D.P. (1998). The potential for using biological control technologies in the management of *Dreissena spp.* Journal of Shellfish Research, 17(1):177-183.
- Molloy, D.P.; Gaylo, M.J.; Mayer, D.A. & Presti, K.T. (2004). Progress in the biological control of zebra mussels: results of laboratory and power plant tests. Abstracts of the 13th International Conference on Aquatic Invasive Species, 20-24 September 2004, Sligo, Ireland, pp 88.
- Muñoz Camarillo (2013). La colonización del mejillón cebra, *Dreissena polymorpha* (*Bivalvia: Dreissenidae*) en el tramo final del río Ebro: factores que controlan su distribución y abundancia.



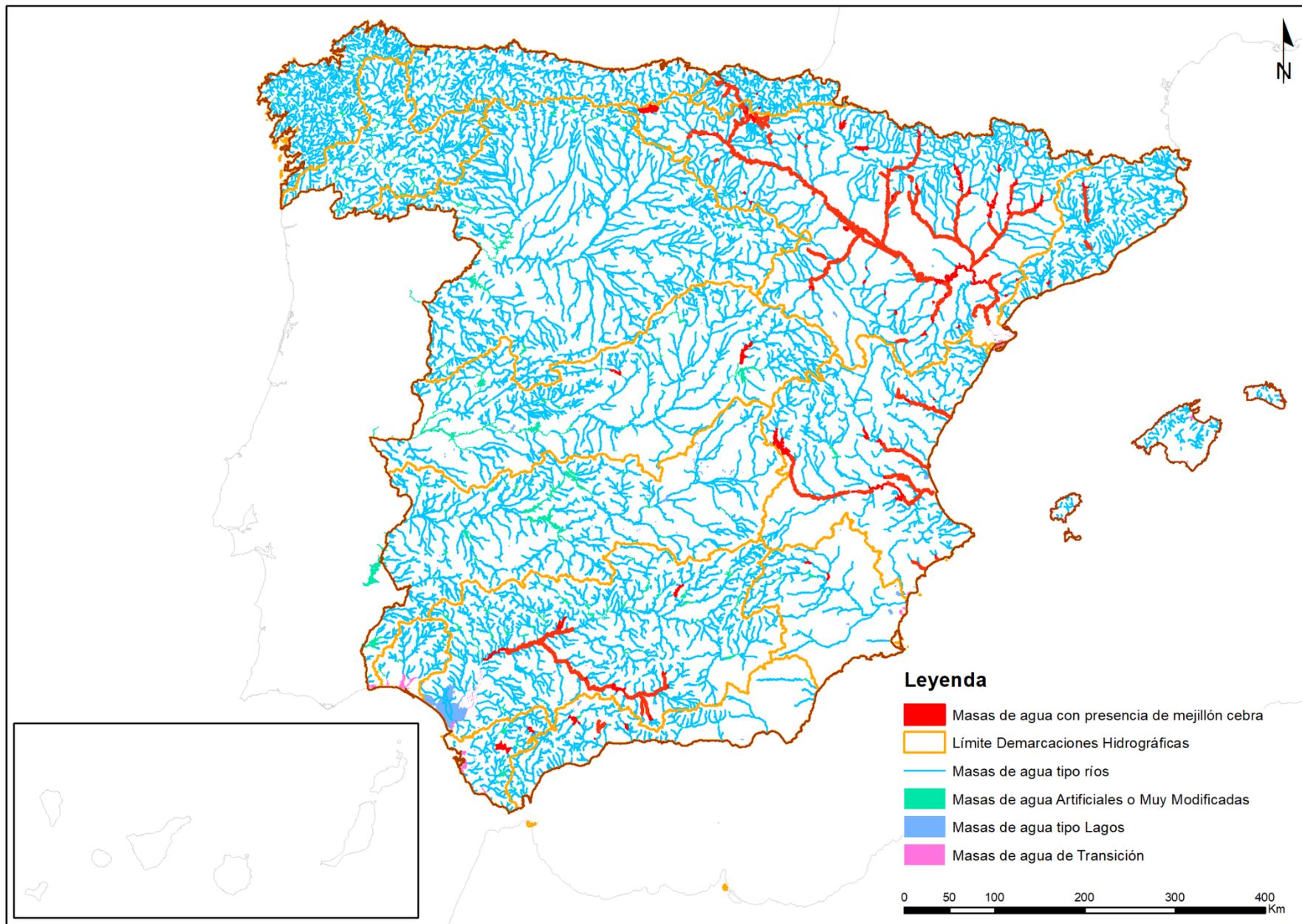
- Naddafi, R.; Pettersson, K. & Eklöv, P. (2010). Predation and physical environment structure the density and population size structure of zebra mussels. *Journal of the North American Benthological Society*. 29: 444-453.
- Nalepa, T.F.; Hartson, D.J.; Gostenik, G.W.; Fanslow, D.L. & Lang, G.A. (1996). Changes in Freshwater Mussel Community of Lake St. Clair: from Unionidae to *Dreissena polymorpha* in Eight Years. *Journal of Great Lakes Research*. 22:354-369.
- Neary, B.P. & Leach, J.H. (1992). Mapping the potential spread of Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 406-415.
- O'Neill, C.R. Jr. (1996). The Zebra Mussel. Impacts and Control. Cornell Cooperative Extension. Information Bulletin, nº238. New York Sea Grant. Cornell University. State University of New York. 62 pp.
- O'Neill, C.R. Jr. (2008). The Silent Invasion: Finding solutions to minimize the impacts of invasive Quagga Mussels on Water rates, Water Infrastructure and the Environment. New York Sea Grant. Cornell University.
- Palau, A. & Cia, I. (2006). Métodos de control y erradicación del mejillón cebra (*Dreissena Polymorpha*). ENDESA.
- Rajagopal S., Pollux B.J.A., Peters J.L., Cremers G., Moon-van der Staay S.Y., van Alen T., Eygensteyn J., van Hoek A., Palau A., de Vaate A. & van der Velde G. (2009). Origin of Spanish invasion by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP) fingerprinting. *Biological Invasions*. 11:2147-2159.
- Ramcharan, C.W.; Padilla, D.K. & Dodson, S.I. (1992). Models to predict potential occurrence and density of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 2611-2620.
- Ricciardi, A.; Serrouya, R. & Whoriskey, F. (1995). Aerial exposure tolerance of Zebra Mussel and Quagga mussels (*Bivalvia: Dreissenidae*): Implications for overland dispersal. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52, 470-477.
- Ryan, M.F. (1998). Extremely low frequency electromagnetism: An effective nonchemical method for control of Zebra Mussel infestation.
- Stayer, D.L. (1991). Projected distribution of Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48, 1389-1395.
- Ramcharan, C.W., Padilla, D.K. and Dodson, S.I. (1992). Models to predict potential occurrence and density of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 2611-2620.
-



ANEJO 3. Mapa de distribución actual de *Dreissena polymorpha*



CEDEX





ANEJO 4. Riesgo potencial de colonización de embalses por *Dreissena polymorpha*



Anejo 4. Riesgo potencial por demarcaciones (nº de masas entre paréntesis)

En este listado se incluyen todas las masas de agua en las que se ha podido analizar su riesgo potencial para el asentamiento del mejillón cebra, se han coloreado en salmón las masas de agua, que en algún momento han tenido presencia de esta especie.

Miño-Sil (1)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES010MSPFES457MAR001650 Embalse de San Esteban		
Cantábrico Oriental (4)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES017MSPFES069MAR002860 Embalse Ordunte	ES017MSPFES020MAR002530 Embalse Arriaran	
ES017MSPFES017MAR002460 Embalse Añarbe	ES017MSPFES051MAR002700 Embalse Maroño	
Cantábrico Occidental (4)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES018MSPFES189MAR001600 Embalse de la Barca	ES018MSPFES145MAR000870 Embalse de Trasona	
	ES018MSPFES173MAR001420 Embalse de Priañes	
	ES018MSPFES145MAR000861 Embalse de San Andrés de los Tacones	
Duero (20)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES020MSPF000200644 Embalse de Riaño	ES020MSPF000200509 Embalse de Pocinho	
ES020MSPF000200645 Embalse de Porma	ES020MSPF000200651 Embalse de Cervera-Ruesga	
ES020MSPF000200647 Embalse de Barrios de Luna	ES020MSPF000200652 Embalse de Aguilar de Campoo	
ES020MSPF000200649 Embalse de La Requejada	ES020MSPF000200670 Embalse de Castro	
ES020MSPF000200654 Embalse de Selga de Ordás	ES020MSPF000200671 Embalse de Villalcampo	
ES020MSPF000200666 Embalse de Ricobayo	ES020MSPF000200672 Embalse de San Román	
ES020MSPF000200667 Embalse de Los Rábanos	ES020MSPF000200674 Embalse de San José	
ES020MSPF000200673 Embalse de Linares del Arroyo	ES020MSPF000200678 Embalse de Aldeadávila	
ES020MSPF000200675 Embalse de Las Vencías	ES020MSPF000200679 Embalse de Saucelle	
ES020MSPF000200676 Embalse de Almendra		
ES020MSPF000200677 Embalse de Burgomillodo		



Tajo (42)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES030MSPF0317020 Embalse Beleña	ES030MSPF1001020 Embalse Cedillo	ES030MSPF0104020 Embalse Estremera
ES030MSPF0321020 Embalse Alcorlo	ES030MSPF0109020 Embalse Bolarque	ES030MSPF0106020 Embalse Almoguera
ES030MSPF0410020 Embalse Aulencia	ES030MSPF0110020 Embalse Entrepeñas	ES030MSPF0108020 Embalse Zorita
ES030MSPF0411020 Embalse Valmayor	ES030MSPF0146020 Embalse La Tosca	ES030MSPF0131020 Embalse Buendía
ES030MSPF0429020 Embalse El Pardo	ES030MSPF0203020 Embalse La Tajera	ES030MSPF0328020 Embalse El Atance
ES030MSPF0431020 Embalse Santillana /Manzanares El Real	ES030MSPF0324020 Embalse Pálmaces	ES030MSPF0605020 Embalse Castrejón
ES030MSPF0442020 Embalse El Vellón / Pedrezuela	ES030MSPF0418020 Embalse del Rey	
ES030MSPF0444020 Embalse Atazar	ES030MSPF0601020 Embalse Azután	
ES030MSPF0446020 Embalse Puentes Viejas	ES030MSPF0621020 Embalse Guajaraz	
ES030MSPF0449020 Embalse La Pinilla	ES030MSPF0623020 Embalse El Castro	
ES030MSPF0502020 Embalse Cazalegas	ES030MSPF0625020 Embalse Finisterre	
ES030MSPF0507020 Embalse Picadas	ES030MSPF1003020 Embalse Torrejón Tajo	
ES030MSPF0611020 Presa del Río Gevalo	ES030MSPF1004020 Embalse Valdecañas	
ES030MSPF0618020 Embalse Torcón		
ES030MSPF0630030 Embalse La Portiña		
ES030MSPF0701020 Embalse Torrejón Tiétar		
ES030MSPF0729020 Embalse Navalcán		
ES030MSPF1002020 Embalse Alcántara II		
ES030MSPF1013020 Embalse Portaje		
ES030MSPF1024020 Embalse Salor		
ES030MSPF1026020 Embalse Ayuela		
ES030MSPF1027020 Embalse Aldea del Cano		
ES030MSPF1040020 Embalse Guadiloba		



CEDEX

Guadiana (39)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES040MSPF000206490 Embalse de Tentudia	ES040MSPF000206280 Embalse de Gasset	ES040MSPF000206290 Embalse de El Vicario
ES040MSPF000206220 Embalse de Villar del Rey	ES040MSPF000206300 Embalse de Peñarroya	ES040MSPF000206350 Embalse del P. de Vallehermoso
ES040MSPF000206230 Embalse de Sierra Brava	ES040MSPF000206330 Embalse de Montijo	
ES040MSPF000206250 Embalse del Cubilar	ES040MSPF000206360 Embalse de la Vega del Jabalón	
ES040MSPF000206260 Embalse de Horno Tejero	ES040MSPF000206400 Embalse de la Cabezuela	
ES040MSPF000206270 Embalse de Gargáligas	ES040MSPF000206340 Embalse Azud de Badajoz	
ES040MSPF000206370 Embalse de Castilseras	ES040MSPF000206480 Embalse de Llerena	
ES040MSPF000206380 Embalse de Piedra Aguda	ES040MSPF000206620 Embalse de Navalespino	
ES040MSPF000206420 Embalse de Los Molinos		
ES040MSPF000206430 Embalse de La Colada		
ES040MSPF000206440 Embalse del Aguijón		
ES040MSPF000206460 Embalse de Valuengo		
ES040MSPF000206320 Embalse de Proserpina		
ES040MSPF000206470 Embalse de Buenas Hierbas		
ES040MSPF000206570 Embalse de Torre de Abraham		
ES040MSPF000206410 Embalse de Nogales		
ES040MSPF000206630 Embalse de Zafra		
ES040MSPF000206580 Embalse de Los Canchales		
ES040MSPF000206520 Embalse de Cijara		
ES040MSPF000206530 Embalse de García de Sola		
ES040MSPF000206540 Embalse de Orellana		
ES040MSPF000206550 Embalse de La Serena		
ES040MSPF000206560 Embalse del Zújar		
ES040MSPF000206590 Embalse de Alange		
ES040MSPF004000110 Embalse de Cornalbo		
ES040MSPF004000220 Embalse del Alcollarín		
ES040MSPF004000240 Embalse de Villalba de Los Barros		



ES040MSPF00020664D Embalse de Alqueva (Lucefécit)		
ES040MSPF00020664A Embalse de Alqueva (Principal)		
Guadalquivir (31)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES050MSPF011100040 Embalse de Fresneda	ES050MSPF011100053 Embalse de Guadalmena	ES050MSPF011100113 Embalse Víboras
ES050MSPF011100051 Embalse de Dañador	ES050MSPF011100038 Embalse de Mengíbar	
ES050MSPF011100010 Embalse de Sierra Boyera	ES050MSPF011100009 Embalse de Huesna	
ES050MSPF011100037 Embalse de Rumbiar	ES050MSPF011100058 Embalse del Portillo	
ES050MSPF011100015 Embalse de Puente Nuevo	ES050MSPF011100056 Embalse de La Bolera	
ES050MSPF011100026 Embalse de las Yeguas	ES050MSPF011100042 Embalse de Quiebrajano	
ES050MSPF011100003 Embalse el Pintado	ES050MSPF011100036 Embalse de Iznájar	
ES050MSPF011100013 Embalse de Jose Torán	ES050MSPF011100048 Embalse de Cubillas	
ES050MSPF011100016 Derivación del embalse de Retortillo	ES050MSPF011100049 Embalse de Bermejales	
ES050MSPF011100005 Embalse de Cala	ES050MSPF011100012 Embalses de Cantillana y de Alcalá del Río	
ES050MSPF011100004 Embalse de La Minilla	ES050MSPF011100021 Embalses del Carpio y Villafranca	
ES050MSPF011100052 Embalse de Canales		
ES050MSPF011100007 Embalse de Gergal		
ES050MSPF011100011 Embalses Bembézar y Hornachuelos		
ES050MSPF011100025 Embalse Montoro III		
ES050MSPF011100033 Embalses de Jándula y Encinarejo		
ES050MSPF011100041 Embalse de La Fernandina		
ES050MSPF011100045 Embalse de Guadalén		
ES050MSPF011100019 Embalse de Guadalmeñato y derivación		
Cuencas Mediterráneas Andaluzas (14)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO



CEDEX

ES060MSPF0613130 Embalse de La Concepción	ES060MSPF0614030 Embalse de Guadalhorce	ES060MSPF0652050 Embalse de Cuevas de Almanzora
Embalse de La Concepción	ES060MSPF0614060 Embalse de Guadalteba	ES060MSPF0614080 Embalse Conde de Guadalhorce
ES060MSPF0611020 Embalse de Charco Redondo	ES060MSPF0632100 Embalse de Béznar	
	ES060MSPF0634060 Embalse de Benínar	
	ES060MSPF0621020 Embalse de La Viñuela	
	ES060MSPF0632130B Embalse de Rules	
	ES060MSPF0614190 Embalse de Casasola	
	ES060MSPF0614240 Embalse de El Limonero	
	ES060MSPF0614090B Embalse Tajo de La Encantada	
Guadalete y Barbate (7)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
ES063MSPF000206170 Embalse del Celemín	ES063MSPF000206140 Embalse de Los Hurones	ES063MSPF000206130 Arroyo de Los Molinos
ES063MSPF000206180 Embalse del Almodóvar	ES063MSPF000206150 Embalse de Guadalcacín	ES063MSPF000208810 Embalse de Bornos-Arcos
	ES063MSPF000206160 Embalse del Barbate	
Tinto, Odiel y Piedras (5)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	ES064MSPF000206660 Embalse de Odiel/Perejil	
	ES064MSPF000206670 Embalse de Corumbel Bajo	
	ES064MSPF000206680 Embalse de Los Machos	
	ES064MSPF000206710 Embalse de Jarrama	
	ES064MSPF000206720 Embalse de Piedras	
Segura (7)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	ES070MSPF0002050105 Embalse de la Fuensanta	ES070MSPF0002050204 Embalse de Puentes
	ES070MSPF0002051603 Embalse de Talave	ES070MSPF0002051902 Embalse de Argos
	ES070MSPF0002052302 Embalse de la Cierva	ES070MSPF0002052003 Embalse de Alfonso XIII
		ES070MSPF0002052502 Embalse de Santomera
Júcar (19)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO



	ES080MSPF01-02 E. Uldecona	ES080MSPF10-05 E. Arenós
	ES080MSPF10-12-01-05 E. M ^a Cristina	ES080MSPF10-12-01-04-01-02 E. Alcora
	ES080MSPF13-04 E. Regajo	ES080MSPF15-10 E. Benagéber
	ES080MSPF15-03 E. Arquillo de San Blas	ES080MSPF18-21 E. Embarcaderos
	ES080MSPF15-13-01-02 E. Buseo	ES080MSPF30-02 E. Tibi
	ES080MSPF18-07 E. Alarcón	
	ES080MSPF18-19 E. Molinar	
	ES080MSPF18-23 E. El Naranjero	
	ES080MSPF18-25-01-02 E. Escalona	
	ES080MSPF18-29-01-02 E. Bellús	
	ES080MSPF18-32-01-06 E. Forata	
	ES080MSPF21-04 E. Beniarrés	
	ES080MSPF28-02-01-01 E. Guadalest	
	ES080MSPF29-02 E. Amadorio	
Cuencas Internas de Cataluña (5)		
MEDIO	ALTO	MUY ALTO
	ES100MSPF1000510 Sant Ponç	
	ES100MSPF1000480 La Llosa del Cavall	
	ES100MSPF1000070 La Baells	
	ES100MSPF2200015 Boadella	
	ES100MSPF2000227 El Pasteral	