

“Estimación de los costes económicos de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Ebro”*

Luis Pérez y Pérez, *CITA Gobierno de Aragón y Universidad de Zaragoza*
Carlos Chica Moreu, *Consultor*

* Este trabajo ha sido financiado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en el marco del contrato de investigación 2005/0497 de la OTRI de la Universidad de Zaragoza. Los autores agradecen a Concha Durán y Luis Pinilla, del área de calidad ambiental de la Confederación Hidrográfica del Ebro, la ayuda recibida en la realización del mismo.

Documento de Trabajo nº35/06

Este trabajo, así como una versión ampliada del mismo, puede consultarse en la página web de FUNDEAR:

<http://www.fundear.es>

Edita: Fundación Economía Aragonesa FUNDEAR

Impresión: INO Reproducciones S.A.

ISSN: 1696-2125

D.L.: Z-813-2003

© de la edición, Fundación Economía Aragonesa, 2006

© del texto, los autores, 2006

La serie Documentos de Trabajo que edita FUNDEAR, incluye avances y resultados de los trabajos de investigación elaborados como parte de los programas y proyectos en curso. Las opiniones vertidas son responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción parcial para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

Resumen:

La aparición de especies invasoras es un importante problema que afecta a la conservación de la biodiversidad y que puede conllevar importantes consecuencias económicas en las áreas donde se expande. Sin embargo, la preocupación por la economía de las especies invasoras es reciente y también reducido el número de estudios existentes en la literatura especializada. En este contexto, los objetivos del trabajo son dos. En primer lugar, presentar una metodología que permita clasificar y cuantificar los costes ligados a la prevención, control y lucha contra la expansión de las especies invasoras. En segundo término, estimar algunos de los costes económicos asociados a la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro, considerando tanto los soportados directamente por las Administraciones públicas responsables de la lucha contra esa invasión, como los soportados por otros agentes económicos privados (productores o consumidores) u otras Administraciones públicas. Los resultados obtenidos muestran 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. Es posible considerar que durante los próximos 20 años pueda pasarse de los 2,7 millones de € de coste del periodo 2001-2005, hasta alcanzar los 4,5 millones de euros en 2025. El coste estimado global de la expansión de la invasión del mejillón cebra en el periodo 2006-2025 podría alcanzar los 40 millones de euros.

Palabras clave: economía de especies invasoras, costes económicos, agentes sociales, mejillón cebra.

Códigos JEL: D61, H43, H54, L94, R30.

Abstract:

The appearance of the invading species is an important problem that affects the conservation of biodiversity and that could bring important economic consequences in the areas where they are expanded. However, the concern about the economy of the invading species is recent and the existing researches in specialised literature is small. In this context, the objectives of this paper are two. The first one is to present a methodology to classify and assess costs of prevention, control and struggle against the expansion of the invading species. The second one is to estimate some economic costs related to the zebra mussel invasion of the Ebro basin, taking into consideration costs supported by Public Administrations –responsible for the struggle against this invasion– and costs supported by other economic private agents (producers or consumers) or other Public Administrations. The results show that financial costs for social agents directly affected by the zebra mussel in the lower Ebro from 2001 to 2005, add up to 2,7 million euros. The most affected agents are energy firms and after them Central and autonomous Administrations. It is possible to consider that in the next twenty years the cost of 2,7 million euros from 2001 to 2005, will add up to 4,5 million euros in 2025. The global estimated cost of the expansion of the invasion of zebra mussel from 2006 to 2025 could add up to 40 million euros.

Key words: economy of invading species, economic costs, social agents, zebra mussel.

JEL Codes: D61, H43, H54, L94, R30.

ÍNDICE

Nº pág.

Introducción	7
1. Aproximación metodológica: criterios para la identificación y valoración de costes	11
1.1 Aspectos generales del proceso de valoración de costes.....	11
1.2 Los costes según los distintos agentes sociales afectados	15
1.2.1 Los costes soportados por la Administraciones públicas	15
1.2.2 Los costes soportados por los productores	17
1.2.3 Los costes soportados por los consumidores.....	20
2. Aplicación empírica: los costes del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro	22
2.1 Antecedentes, ámbito y características del estudio	22
2.2 Los costes financieros para los agentes sociales	24
2.2.1 Administraciones Públicas.....	26
2.2.2 Empresas energéticas	30
2.2.3 Riesgos e industria	31
2.2.4 Usos deportivos y lúdicos	32
2.2.5 Síntesis de los costes	33
2.3 Análisis comparativo con otras invasiones y previsiones de evolución en el futuro	36
2.3.1 Estudios en EEUU	36
2.3.2 Comparación de resultados con los estudios analizados.....	37
2.3.3 Estimación de posibles costes futuros en la Cuenca del Ebro	39
3. Conclusiones	44
Bibliografía	47

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Nº pág.

Tabla	1	Toma de agua por usos y por municipios en el área de estudio	25
Tabla	2	Agentes sociales afectados por el mejillón cebra en la Cuenca del Ebro	26
Tabla	3	Costes financieros para los agentes sociales provocados por el mejillón cebra	34
Tabla	4	Costes financieros anuales por tipo de agentes sociales afectados	34
Tabla	5	Costes financieros totales por tipos de usos	35
Tabla	6	Costes financieros totales por usos energéticos.....	35
Tabla	7	Costes del mejillón cebra en Noroeste EEUU y en Bajo Ebro.....	37
Tabla	8	Costes del mejillón cebra en EEUU y el Bajo Ebro, por usos de agua.....	38
Tabla	9	Costes del mejillón cebra en Noroeste EEUU y Bajo Ebro en el sector energético.....	38

Introducción

La introducción y expansión, intencionada o no, de especies del reino animal o vegetal en un determinado hábitat se considera una invasión cuando provoca problemas ecológicos y económicos de consideración. En estas invasiones se contemplan tanto las plagas agrarias (malas hierbas, depredadores, patógenos, etc.) como las especies invasoras animales terrestres y acuáticas que dañan los ecosistemas y provocan pérdida de biodiversidad. De hecho, si la conservación de la biodiversidad es uno de los objetivos ambientales relevantes en el ámbito de la Unión Europea, la aparición de especies invasoras se considera el segundo problema que afecta a la conservación de la biodiversidad, tras la propia destrucción o desaparición del hábitat.

La experiencia acumulada con respecto al estudio del impacto ecológico de las distintas especies invasoras es considerable¹. Sin embargo, y a pesar de la gravedad de las consecuencias económicas que pueden llegar a tener estas invasiones, la preocupación de los economistas por la valoración de los costes ligados a la existencia de especies invasoras es bastante reciente y también es reducido el número de estudios en la literatura económica especializada, como por ejemplo, el de Perrings *et al.* (2000). Aunque existen numerosos estudios relacionados con aspectos técnicos de las plagas vegetales en la agricultura o la silvicultura, también es patente la escasez de datos sobre la dimensión económica del problema. En lo que se refiere al mundo animal, tampoco son muchas las estimaciones sobre los costes económicos de las especies invasoras y, entre los que hemos encontrado, puede apreciarse una enorme disparidad en los resultados empíricos obtenidos así como en las aproximaciones metodológicas utilizadas.

Entre las estimaciones disponibles de los costes económicos de las especies invasoras, la pionera para la economía de EEUU fue la realizada por US-OTA (1993). El US-OTA estimó en casi 97.000 millones de dólares los daños ocasionados en los Estado Unidos por 79 especies invasoras del reino animal y vegetal entre 1906 y 1991, lo que vendría a representar un coste anual medio de 1.141 millones de dólares durante ese periodo. No obstante, los propios autores señalan que ésta es una estimación bastante conservadora ya que carecían de información sobre los costes provocados por otras 478 especies invasoras conocidas. Tampoco se incluyeron en este grupo las plagas de malas hierbas agrarias ni se consideraban en la valoración económica los costes externos o intangibles.

Pocos años más tarde, Pimentel *et al.* (2000) elevan a 137.000 millones de dólares los costes anuales asociados a las especies invasoras. Muy recientemente estos mismos autores han actualizado su trabajo (Pimentel *et al.* 2005) y, curiosamente, la estimación del

¹ Actualmente es una de las actividades más frecuentes en el ámbito de la investigación de las ciencias de la naturaleza así como en el marco de las actividades de las administraciones ambientales con competencias de gestión en este ámbito.

coste de las especies invasoras en los Estados Unidos se ha reducido a 120.000 millones de dólares anuales. Estas divergencias en los resultados de las estimaciones realizadas por los distintos autores sobre un mismo país ponen de manifiesto, en nuestra opinión, que todavía no se tiene una idea muy clara de la magnitud económica que representan las especies invasoras.

Cuando descendemos nuestro análisis a la escala de una especie concreta se mantienen las divergencias en las estimaciones de los costes que provocan. En el caso de los moluscos invasores, como es el caso del mejillón cebra presente en la Cuenca del Ebro desde mediados de 2001, estos costes se asocian a las obturaciones que provocan en los sistemas de abastecimiento, bombeo y almacenamiento de agua para usos domésticos e industriales y en los sistemas de riego, así como en las infraestructuras necesarias para turbinar el agua en las centrales hidroeléctricas o en los sistemas de refrigeración de las centrales térmicas y nucleares.

Considerando los datos propuestos por Pimentel *et al.* (2000 y 2005), mientras permanecen constantes en el tiempo los costes generados por la almeja asiática (en torno a 1000 millones de dólares/año), los costes del mejillón cebra pasan de 100 a 1.000 millones de dólares/año, si bien es cierto que en la estimación de 2005 se incluyen no sólo los costes del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) sino también los correspondientes al mejillón pardo (*Dreissena bugensis*). Este último se expande rápidamente y, en muchos casos, está desplazando al mejillón cebra. No obstante las cifras que presentan Pimentel *et al.* (2000) se basan en los cálculos realizados por O' Neill (1997) y U.S. Army (2002). O' Neill (1997) indica que los gastos totales anuales de la lucha contra el mejillón cebra en los Estados Unidos pasaron de 234.140 dólares en 1989 a 17.751.000 dólares en 1995, dada su fuerte expansión durante ese periodo. Entre 1989 y 1995 se estima que el coste total prácticamente alcanzó los 70 millones de dólares, siendo las centrales eléctricas y los sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua las infraestructuras que soportaron, conjuntamente, más del 80 por cien de estos costes. Durante los años posteriores los costes generados por la invasión del mejillón cebra fueron en aumento. Según los datos del Congreso de los Estados Unidos, recogidos en U.S. Army (2002), los costes provocados por este molusco durante el periodo 1993-1999 superaron los 5.000 millones de dólares, de los que más del 60 por cien fueron soportados por la industria eléctrica.

Canadá también se ha visto afectada por la invasión de distintas especies invasoras con elevados costes económicos. El Canadian Biodiversity Information Network (CBIN) (2004) estima que los costes acumulados provocados por 16 especies invasoras se sitúan actualmente entre 13.300 y 34.500 millones de dólares. Las estimaciones de costes económicos provocados por el mejillón cebra en la zona de los Grandes Lagos (EEUU y Canadá) se sitúa entre los 3.000 y los 7.500 millones de dólares. Sólo los costes de las medidas de control de esta especie invasora en el sector eléctrico canadiense a través de la empresa Ontario Hydro han supuesto inversiones de más de 20 millones de dólares con unos costes variables anuales que superan el millón de dólares. U.S. Army (2002) estimaba

que los costes anuales para la industria eléctrica canadiense, probablemente el sector productivo más afectado económicamente por la invasión del mejillón cebra, giraba en torno a los 375.000 dólares anuales durante los años noventa, cifras éstas que coinciden prácticamente con las estimaciones realizadas para los Estados Unidos.

A pesar de la importancia de las cifras que estamos manejando, no debemos olvidar que muy probablemente son estimaciones muy conservadoras, tanto por el escaso número de especies invasoras sobre las que se dispone suficiente información, como porque reflejan sólo los costes directos para algunos agentes económicos y, por tanto, no incluyen los costes indirectos, entendidos éstos como los costes de oportunidad ambiental y social que pueden derivarse de estas invasiones (RNT Consulting, 2002).

En cualquier caso, la elevada cuantía de los costes, por inexactos o incompletos que sean los cálculos de donde proceden, justifican el gasto en políticas de conservación de la biodiversidad por los beneficios sociales que generan, políticas entre las que se encuentra la lucha contra las especies invasoras. La mayor parte de estos beneficios sociales son también de naturaleza intangible –como los beneficios ambientales de compleja cuantificación económica-, y pueden afectar a amplios colectivos de personas, incluyendo las generaciones futuras. A estos beneficios sociales se contraponen los costes de la lucha contra las invasiones, habitualmente de carácter monetario y que afectan al medio ambiente, a algunos colectivos de personas, como los agentes económicos que desarrollan sus actividades económicas en la zona afectada por la especie invasora, y a las Administraciones públicas.

Todas estas razones apoyan el que se dedique un esfuerzo para tratar de sistematizar el análisis de los costes económicos provocados por las especies invasoras, sin que esto sea óbice para que se sigan dedicando los recursos necesarios para profundizar en el conocimiento de los costes ambientales que provocan dichas invasiones.

Teniendo en cuenta lo apuntado hasta ahora, los objetivos del trabajo son:

- En primer lugar, presentar una metodología que permita clasificar y cuantificar los costes ligados a la prevención, control y lucha contra la expansión de las especies invasoras, entendidos como *costes de oportunidad* para la sociedad.
- Un segundo objetivo del trabajo de carácter más empírico consiste en estimar algunos de los costes asociados a la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro. En este sentido se incluyen tanto los costes soportados directamente por las Administraciones públicas responsables de la lucha contra esa invasión, como los soportados por otros agentes económicos privados (productores o consumidores) u otras Administraciones públicas.

Desde el punto de vista teórico, el procedimiento ideal de estimación sería aquél en el que los costes de las especies invasoras se obtienen por agregación de los calculados en todos

y cada uno de los lugares donde se produce cualquier tipo de invasión. Aunque esta opción arrojaría unos resultados altamente fiables, se enfrenta a notables dificultades de puesta en práctica dado el elevado número y frecuencia de especies invasoras del reino vegetal y animal al que nos enfrentamos. Por ello, el procedimiento que se acaba imponiendo en la práctica es el de la estimación de los costes de las invasiones de especies concretas en sus lugares concretos de actuación.

La metodología que proponemos, trata de calcular los costes para una especie singular. Se ha concebido de modo que pueda aplicarse a cualquier especie, con independencia de sus características particulares y que permita atender a distintos objetivos del investigador en cuanto a grado de amplitud, detalle y rigor en la estimación de los costes. Pretende mostrar las pautas y ofrecer los criterios para estimar los costes de las políticas contra la invasión, por lo que se hace hincapié en la identificación de los factores de coste asociados a dicha intervención y en la adopción de criterios para su cuantificación. La valoración económica de los costes de las invasiones—y también de los beneficios derivados de la lucha contra las mismas—, pueden ser un instrumento útil en el proceso de toma de decisiones por parte de las Administraciones públicas relacionadas con la conservación de la biodiversidad y con la gestión de las especies invasoras. Las principales decisiones son, en primer lugar, la de luchar o no contra una determinada especie invasora y, en segundo lugar, determinar la intensidad de la actuación pública así como el ámbito territorial de referencia. En condiciones ideales que lamentablemente se producen de forma excepcional, la valoración de los costes debería realizarse *a priori*, es decir, antes de que la invasión de la especie objeto de estudio se haga efectiva. Este modo de enfocar el problema —típico de la evaluación económica de proyectos públicos— exige trabajar en un contexto hipotético en que las medidas de intervención y las consecuencias de las mismas no se han producido efectivamente, por lo que la estimación debe basarse en un plan o propuesta de actuación en que la Administración responsable detalle las características de la intervención conservacionista.

Desafortunadamente, en la práctica no siempre existirá un plan formal o una propuesta explícita de intervención, de manera que la obtención de información sobre la política de conservación que desea valorarse constituye la primera y una de las principales dificultades a las que se enfrenta el evaluador.

Por este motivo suele ser mucho más habitual la valoración *a posteriori* de los costes, valoraciones que también son útiles para el diseño de medidas relacionadas con la lucha contra las especies invasoras, como, por ejemplo, la concesión de compensaciones a los agentes económicos afectados por la invasión o la solicitud de financiación a otras instancias públicas (como por ejemplo, la Unión Europea) para cubrir parte de los costes en que se incurre por la puesta en práctica de las medidas intervencionistas. En tal caso, se simplifican los problemas de obtención de información sobre el carácter de las medidas de lucha contra las especies invasoras y sobre sus consecuencias al estar, normalmente, disponible entre los afectados y la Administración responsable de la intervención pública.

En este contexto, el estudio lo hemos dividido en tres partes:

- Esta introducción que, creemos, justifica suficientemente su realización y pretende mostrar el “estado del arte” sobre el análisis económico de los costes de las especies invasoras.
- En el capítulo dos se presenta una propuesta metodológica, de carácter eminentemente teórico, para la identificación y valoración de los costes de dichas especies.
- El capítulo tres recoge la aplicación empírica que hemos llevado a cabo, valorando los costes económicos más relevantes de la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro.
- A modo de conclusión, el trabajo se cierra con unas consideraciones finales y con una reflexión sobre las limitaciones del estudio empírico realizado.

Como es habitual en economía, los estudios aplicados normalmente no se ajustan en todos sus extremos a las metodologías propuestas. Esto es debido a las limitaciones de tiempo e información disponible, a la que es difícil acceder, por lo que los resultados alcanzados no pretenden ser exactos, sino tan sólo orientativos de la magnitud económica del problema objeto de estudio.

1. Aproximación metodológica: criterios para la identificación y valoración de costes

1.1 Aspectos generales del proceso de valoración de los costes²

La valoración de los costes de conservación de la biodiversidad en general y de los costes ligados a la presencia de una especie invasora en particular, exige como paso previo la identificación de los factores generadores de coste y, para que esto sea posible, la delimitación de las medidas asociadas al logro del objetivo conservacionista. Tales medidas variarán según los distintos territorios, los agentes sociales afectados y el tipo de especie invasora a la que nos enfrentemos, por lo que no puede adoptarse una lista cerrada de factores de coste a la que recurrir en el momento de hacer cualquier estudio de valoración, sino que éstos variarán en cada caso. Sin embargo, entendemos que resulta fundamental contar con un marco general de análisis económico aplicado en que situar la práctica concreta de valoración, marco que exponemos a continuación.

² Una visión más amplia de la metodología para la estimación de los costes de conservación de la naturaleza en general puede verse Barberán, R., Egea P. y Pérez y Pérez, L. (2002 y 2005).

El punto de partida es la idea de escasez. En un entorno de recursos económicos escasos y susceptibles de usos alternativos, cualquier acción pública o privada que implique el empleo de un recurso supone incurrir en un coste, al margen de que tal empleo exija o no el pago de una contraprestación monetaria o precio. En este contexto, el concepto de coste en sentido estricto lleva implícita la noción de *coste de oportunidad*, o coste de utilizar un recurso para una determinada finalidad medido por el beneficio al que se renuncia al no utilizarlo en su mejor uso alternativo.

Los costes pueden llegar a ser muy distintos según sea el agente económico que los soporta. Para las *empresas*, como unidades productoras, los únicos costes relevantes son los que tienen consecuencias monetarias y se traducen en un incremento de sus gastos o en una reducción de sus ingresos, reales o potenciales. Para los *individuos*, ya sea en su condición de productores o de consumidores, son relevantes tanto los costes monetarios como los costes no monetarios pero con incidencia negativa sobre su nivel de bienestar.

Cuando se adopta una *perspectiva social* en la estimación de los costes, perspectiva que creemos es la más adecuada para la evaluación de las políticas de conservación de la biodiversidad, son relevantes todas las consecuencias que afectan al nivel de bienestar social y se utiliza siempre la noción de coste de oportunidad, entendido como el sacrificio de bienestar impuesto a toda la sociedad. Una cuestión clave a este respecto es deslindar lo que son meras consecuencias redistributivas, es decir, variaciones en la distribución personal y espacial de la renta y el bienestar que no implican un cambio neto de bienestar para la sociedad, de las consecuencias que sí le suponen pérdidas netas, ya que los costes que deben computarse tendrían que limitarse, en principio, a estas últimas. Por ello, cuando una determinada acción conservacionista impone costes a ciertos individuos que, al mismo tiempo, constituyen beneficios para otros individuos de la misma comunidad, en principio no deberían computarse³.

Para que la determinación del coste social de la política de conservación de la biodiversidad resulte operativa es preciso expresar ese coste en unidades monetarias. La valoración monetaria debería obtenerse a partir de las preferencias de los individuos afectados reveladas por los precios de mercado. Sin embargo, la práctica resulta considerablemente más difícil ya que muchas consecuencias que inciden sobre el bienestar de los individuos no se negocian en los mercados y, por tanto, no disponen de precio⁴. En este contexto, conviene establecer unas mínimas reglas de valoración. Cuando las consecuencias de la política de conservación tienen precio de mercado, su valoración debe tomar como referencia dicho precio.

³ Por ejemplo, las compensaciones por los daños provocados por las aves en los cultivos no hacen desaparecer el coste social; lo que cambia con la compensación es que quienes los soportan ya no son los agricultores sino toda la sociedad a través de los impuestos pagados a la Administración pública.

⁴ Por ejemplo, la satisfacción de los amantes de la naturaleza ante la mejora de la calidad del paisaje o los accidentes de aves evitados por la supresión de un tendido aéreo de cables de alta tensión; también, la frustración ocasionada a los pescadores y campistas por la prohibición o limitación de tales actividades en un determinado lugar.

Cuando se producen consecuencias para las que no existe mercado, los valores sociales se deben obtener utilizando las técnicas de valoración de intangibles. Según sea el problema concreto objeto de estudio, podrán utilizarse los métodos de valoración indirectos –entre los que destacan los métodos del *coste de viaje*, de los *precios hedónicos* o de los *costes evitados*, entre otros,- y los métodos de valoración directos –entre los que se encuentra el método de *valoración contingente*. Los primeros proporcionan los valores revelados en los mercados en que se intercambian bienes o servicios relacionados con las consecuencias que se quieren valorar; los segundos obtienen los valores a partir de la recreación artificial del mercado mediante una encuesta en la que se pide a los afectados que expresen su disposición a pagar por disfrutar de la consecuencia, o la compensación exigida por prescindir de su disfrute.

Adicionalmente, mientras que algunos costes derivados de la aparición de una especie invasora se producirán en un momento concreto, desapareciendo posteriormente, otros persistirán a lo largo de varios años o por tiempo ilimitado. Si se quiere saber el coste total provocado por la invasión de una determinada especie, habrá que sumar los costes de todos los periodos. Pero la agregación de costes correspondientes a distintos momentos del tiempo se enfrenta a la dificultad de que la valoración que hacen de ellos los individuos –o la sociedad- difiere según su ubicación temporal, por lo que habrá que expresarlos en unidades homogéneas. La agregación sólo puede llevarse a cabo una vez que cada coste ha sido fechado con precisión y ha sido ajustado por el correspondiente factor de descuento: $1/(1+r)^t$, siendo r la tasa social de descuento⁵ y t , el periodo de tiempo en que se ubica el coste que se valora; obteniéndose de este modo el valor actual (VA) del flujo de costes ($C_0, C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$):

$$VA = C_0 + \sum_{t=1}^n (C_t / (1+r)^t)$$

Con carácter previo al cálculo del valor actual de cualquier tipo de coste, hay que fijar la tasa social de descuento r . Esta elección se enfrenta a importantes dificultades de carácter teórico y práctico, aunque en la práctica suele optarse por utilizar la tasa de descuento fijada por las autoridades públicas para la evaluación de proyectos relacionados con el sector analizado o, en su defecto, el tipo de interés, neto de impuestos, con que se remuneran en el mercado los activos financieros sin riesgo (deuda pública). Cualquiera que sea la opción seguida, se puede tomar la tasa en términos nominales o en términos reales, aunque lo habitual es operar en términos reales; concretamente, en unidades monetarias de poder adquisitivo constante correspondiente al periodo inicial 0.

⁵ Tasa a la que la sociedad está dispuesta a sustituir consumo actual por consumo futuro. Las dificultades a las que se enfrenta la fijación del valor dicha tasa son evidentes, por lo que es conveniente realizar un análisis de sensibilidad de los resultados utilizando distintos posibles valores.

Una vez que hemos planteado estas cuestiones previas de marco general de valoración, no debemos olvidar otras cuestiones más específicas relativas al proceso de valoración de los costes y que también deberemos resolver. En primer lugar, es preciso tener información precisa sobre las medidas concretas a implementar en el marco de la política de control y lucha contra la expansión de la especie invasora, tanto por lo que se refiere a la delimitación territorial del lugar sobre el que se actúa, como a la identificación de las acciones concretas en que se traduce dicha política. En particular, se deberán conocer con detalle las limitaciones que imponen, por ejemplo, al desarrollo de las actividades productivas o recreativas en el lugar (desaparición total, reducción o modificación de tales actividades) y que generarán algunos costes. También habrá que conocer las posibles obligaciones que se crean para las Administraciones públicas y cuyo cumplimiento dará lugar a la aparición de algún tipo de costes.

Cubiertas las etapas de identificación de las medidas de lucha contra las especies invasoras y fijados los tipos de costes que se desean estimar, podemos analizarlos distinguiendo según los tipos de agentes afectados. Podemos iniciar este análisis por los costes para la Administración pública, ya que normalmente tendrá que asumir una parte fundamental de los costes ocasionados, para proseguir con los demás agentes económicos que pueden verse obligados a soportar ciertos costes: productores y consumidores.

Por lo que se refiere a la forma de cálculo, se aprecian de antemano diferencias notables entre la Administración responsable de la intervención y el resto de agentes económicos, puesto que la naturaleza de los costes soportados por unos y otros es totalmente distinta. En el primer caso, han de cuantificarse los costes a los que dicha Administración se obliga como consecuencia de su intervención y, consecuentemente, es la propia Administración la que debe informar de ellos. En el segundo, han de identificarse todas las actividades económicas que se ven afectadas, incluidas aquellas que aún no son una realidad pero sobre las que previamente se habían formado “expectativas firmes” sobre su realización en el futuro, y la principal fuente de información son los propios afectados, así como las Administraciones locales de la zona afectada por la invasión y la Administración responsable de la política conservacionista.

Una vez estimados los costes en unidades monetarias para los diferentes agentes económicos afectados por la regulación, su agregación permite conocer los costes totales en cada caso. Para ello, debe tenerse especial cuidado en evitar duplicidades en la contabilización de costes, especialmente en el caso de los costes soportados por la Administración responsable en concepto de compensación por las pérdidas sufridas por otros agentes económicos, que no pueden contabilizarse simultáneamente como costes soportados por estos últimos. Se obtiene, así, una serie de costes anuales que, como consecuencia de la naturaleza irregular o cíclica de alguna de las medidas adoptadas (por ejemplo, las que requieren inversiones) o del carácter progresivo de su implantación, no va a ser constante a lo largo del tiempo.

Para sintetizar toda la serie en una única cifra, basta con estimar el valor actual (VA) mediante el uso de la tasa de descuento adecuada.

1.2 Los costes según los distintos agentes sociales afectados

1.2.1 Los costes soportados por las Administraciones públicas

La Administración que inicia una política de control y lucha contra la expansión de una determinada especie invasora en un territorio concreto, asume una serie de responsabilidades con respecto a dicho territorio y con respecto a la población afectada que suelen tener consecuencias financieras: costes de las medidas de control y lucha contra la expansión, así como los posibles costes de las medidas de compensación a los afectados, entre otras.

La obtención de estos costes parece relativamente sencilla de conseguir: el organismo responsable de la política conservacionista debería indicar las medidas que está adoptando o prevé adoptar y su coste previsto a los precios actuales, para el horizonte temporal que se considere. Desafortunadamente, es posible que surjan dificultades prácticas a la hora de estimar estos costes por propio desconocimiento de lo que hay que hacer y por la multiplicidad de agentes implicados.

El proceso que podría seguirse para obtener la valoración de los costes para la Administración responsable podría resumirse como sigue:

- Conocer las características de la intervención que va a llevarse a cabo, tanto por lo que se refiere a la delimitación del ámbito espacial afectado como a la concreción de las medidas operativas de control y lucha contra la expansión que se prevén adoptar.
- Identificar los factores de coste asociados a dichas medidas.
- Especificar los distintos tipos de recursos en que se materializan los anteriores factores de coste. Para ello puede ser útil servirse de la clasificación económica del gasto en el presupuesto público, descendiendo, según necesidades, desde el nivel de capítulos al de artículos, conceptos y subconceptos hasta encontrar las unidades de medida adecuadas. En cualquier caso habrá que incluir información sobre los gastos de personal, compra de bienes corrientes y servicios e inversión así como posibles medidas de compensación o transferencias a los demás agentes económicos afectados por la invasión. En este caso, cuando haya compensaciones a estos agentes habrá que calcular, primero, los costes impuestos por la invasión a los demás agentes económicos y, a continuación, saber si la Administración va a compensarles o no. Como es lógico, si la Administración está dispuesta

a asumir la compensación, deberán dejar de aparecer como costes soportados por los otros agentes económicos.

Conviene recordar que al estar valorando únicamente los costes soportados por la Administración responsable como tal y no por el conjunto de la comunidad a la que representa, el tratamiento que damos al estudio de estos costes es semejante al que recibirían en el caso de una empresa. Sólo se computarán las consecuencias por las que esa Administración debe pagar (adquisición de recursos, ya sean bienes o servicios, y transferencias) o que le suponen renunciar a algún ingreso potencial (como pueden ser pérdida de ingresos de explotación, pérdida de rentas de la propiedad, pérdida de tasas, o exenciones y bonificaciones impositivas). No se computarán las consecuencias no negociadas en el mercado y, por tanto, sin precio (consecuencias intangibles como efectos externos); tampoco, la posibilidad de que los precios de mercado de los factores productivos que adquiere no reflejen sus verdaderos valores sociales marginales (con la salvedad de las distorsiones impositivas ya mencionadas). En caso de que esos costes intangibles y esas distorsiones existan, deberán computarse posteriormente, al calcular los costes trasladados a otros agentes económicos, particularmente a los consumidores.

Este proceso de obtención de información de la Administración responsable puede instrumentarse a través de un cuestionario, ya que así se facilita la tarea a la propia Administración y se obtienen datos más ordenados y sistematizados.

Por último, debemos recordar que además de la Administración responsable de la política de control y lucha contra la expansión de una determinada especie invasora, pueden existir otras Administraciones afectadas, por ejemplo cuando se produce una afección a los ingresos públicos de carácter tributario. La afección a los ingresos tributarios que nos interesa destacar aquí es la reducción de ingresos provocada por la minoración de la base imponible en algunos tributos relacionados directamente con la actividad económica (entre ellos, el impuesto sobre el valor añadido, el impuesto sobre actividades económicas y el impuesto de bienes inmuebles), cuando ésta se ve negativamente afectada por la invasión. Su cuantificación requiere del cálculo de las bases imponibles para, a continuación, aplicarles los tipos impositivos vigentes y obtener así las cuotas imponibles perdidas; aunque, alternativamente, puede recurrirse a las estimaciones realizadas por la propia Administración. Exige un especial cuidado para evitar la doble contabilización de costes.

Junto a ello, debe abordarse cómo afecta la nueva regulación a ciertos gastos de transferencia, como a las subvenciones a los sectores productivos. Si la regulación conservacionista suprime o reduce alguna actividad productiva previamente receptora de ayudas a la producción (calculadas en función de parámetros ligados directamente al nivel de producción, tal como ha sido la práctica tradicional de la política agrícola común de la Unión Europea) disminuirán las ayudas pagadas por la Administración pública con el consiguiente ahorro de costes. Este ahorro debe restarse de los demás costes imputados a las otras Administraciones públicas.

Así, al computar el impacto que la supresión o reducción de una actividad productiva provoca sobre los impuestos ligados a la producción y sobre las subvenciones de explotación, se completa el análisis de la pérdida de renta ocasionada. El cómputo del coste social gana en precisión, ya que junto a las rentas de los factores productivos más tradicionales (trabajo y capital, en sus distintas formas) se añaden las rentas netas percibidas por el sector público.

1.2.2 Los costes soportados por los productores

La existencia de una especie invasora puede modificar los usos que los productores pueden hacer de sus factores productivos: puede ser que impida la realización de alguna actividad de producción, obligue a reducir la cantidad producida o que, tan sólo, fuerce a modificar las condiciones en que la producción se realiza. En consecuencia, habrá que estimar los costes soportados por los productores locales (reducción en sus ingresos o incremento de sus costes) por el hecho de que las actividades productivas previamente realizadas en el lugar o aquéllas para las que había expectativas “firmes” se vean afectadas negativamente.

Atendiendo a la distinta naturaleza de las afecciones y del proceso de estimación de los costes asociados, deberán clasificarse las actividades productivas en actividades que se suprimen o cuyo volumen de producción se limita y actividades que se ven obligadas a modificar sus condiciones de producción (cambio de localización o adaptación del proceso productivo)

a) Supresión o reducción de la producción

En este punto la metodología se basa en el supuesto de que la intervención conservacionista implica la completa desaparición de las actividades productivas previamente realizadas en el territorio afectado por la invasión, por lo que cuando en la realidad sólo se reduzca el nivel de actividad económica habrá que identificar el porcentaje de reducción para corregir y adaptar los resultados obtenidos.

Las actividades productivas suprimidas o reducidas serán aquéllas que, resultando incompatibles con el objetivo y las medidas de control y lucha contra la invasión se basen en el empleo de un recurso natural específico del lugar afectado por la invasión y difícilmente sustituible en los respectivos procesos de producción de bienes y servicios. En estas condiciones, la prohibición o restricción de uso del recurso provoca una reducción neta de la producción y, por tanto, de la renta local. Por el contrario, si las actividades afectadas se basan en la explotación de recursos naturales sustituibles dentro del entorno local, no tiene por qué haber una disminución neta de la renta local.

La aproximación más sencilla a la medición del impacto sobre el bienestar de los productores es la basada en la estimación de la renta que dejan de obtener. La renta perdida se obtiene como diferencia entre los ingresos percibidos y los gastos soportados por el productor en el desarrollo de la actividad que se suprime.

Normalmente, los datos precisos para estimar la magnitud económica descrita, referidos a las actividades productivas afectadas negativamente por una invasión no se encuentran en las estadísticas generales publicadas por organismos públicos o privados. Por ello, la información habrá que obtenerse directamente de los agentes implicados en las actividades que se deben evaluar; es decir, a partir del trabajo de campo. A estos efectos puede ser de utilidad la elaboración, de nuevo, de un cuestionario que ordene y sistematice la información solicitada.

El analista deberá dirigirse a todos los agentes económicos implicados en la actividad objeto de estudio –en caso de que su número sea reducido- o a una muestra aleatoria representativa de los mismos, en caso de que ese número sea elevado. Aunque, según las características de la economía local y del sector objeto de estudio, podrá recurrirse a las organizaciones o asociaciones que agrupan a los productores. Si se decide analizar una muestra, habrá que empezar recabando datos que permitan diseñar la muestra de modo que sea representativa y que, posteriormente, posibilite la extrapolación de los resultados muestrales al conjunto de la población⁶.

Desafortunadamente, en muchos casos no es posible aplicar el método de estimación que se ha propuesto, basado en la cumplimentación del cuestionario, debido a la debilidad de la estructura empresarial que sustenta la actividad productiva (que impide obtener datos económicos fiables), a su carácter de economía predominantemente irregular (que impide obtener información directa) o, simplemente, a la falta de colaboración de las empresas. En tales casos puede recurrirse a otros métodos de estimación: las entrevistas con expertos y con las autoridades locales dirigidas a completar de modo aproximado los datos necesarios para estimar las magnitudes económicas del sector.

Adicionalmente deberán considerarse los costes inducidos por los efectos directos de la invasión, derivados de la existencia de interdependencias entre la actividad de las distintas ramas productivas. Como es sabido, el desarrollo de la actividad de cualquier empresa requiere del empleo de bienes y servicios producidos por otras, al tiempo que parte de su producción se destina también a servir de *input* para otros procesos productivos. Por tanto, cuando un cambio en las condiciones locales de producción implica la desaparición de una actividad, los efectos económicos van más allá de los simples efectos directos sobre la renta y el empleo: otras actividades, asentadas o no en la misma zona, verán reducir su demanda de bienes y servicios o verán reducir su disponibilidad de materias primas o productos intermedios necesarios para mantener su producción.

⁶ Un indicador adecuado, que a su vez resulta el más fácil de obtener, es el *empleo*: número total de ocupados en las empresas de la actividad económica que se valora y número de ocupados en las empresas de la muestra.

La estimación de estos costes inducidos debe seguir las mismas pautas expuestas hasta ahora para los costes directos; es decir, se valorarán únicamente las rentas perdidas debido a la supresión o reducción de la producción en los sectores relacionados con los directamente afectados por la invasión y se prestará una atención especial a las consecuencias en el entorno local. Preferiblemente, se basará en el trabajo de campo dirigido a detectar y cuantificar las relaciones productivas (grado de vinculación o dependencia productiva) que se dan entre las empresas directamente afectadas y sus proveedores y clientes.

b) Modificación de las condiciones de producción

La modificación de las condiciones de producción puede traducirse, básicamente, en el traslado a otro lugar o en la introducción de cambios en el proceso productivo.

Ciertas actividades productivas cuyo desarrollo en el interior del espacio invadido no es posible mantener pueden tener posibilidades de localización en otras zonas no invadidas del mismo entorno local y, de este modo, mantener los niveles de producción previos. Si este es el caso, habrán de valorarse los costes en que incurren los productores a consecuencia del cambio de localización de su actividad.

El cambio de localización de una actividad productiva puede no ocasionar una disminución permanente de la renta local, pero sí puede tener consecuencias asignativas relevantes que habrá que valorar: pérdidas ocasionadas por la destrucción de activos productivos en el emplazamiento original; por la adaptación a la nueva localización; y por las posibles diferencias existentes entre los costes variables soportados en la antigua y en la nueva localización. Habrá que valorar, por tanto, los costes diferenciales que deben soportar los productores para seguir manteniendo el nivel previo de producción. El proceso concreto de cálculo de estos costes es distinto para cada una de las tres consecuencias señaladas.

El primer e indiscutible efecto de la expulsión de cualquier actividad productiva del lugar en que se está desarrollando, aunque quepa su continuación en otro emplazamiento, es el relativo a la pérdida de activos productivos (edificios, infraestructuras y demás instalaciones fijas no susceptibles de traslado); y esto es así tanto si la actividad es proseguida por la misma empresa o por otra competidora. La primera aproximación al sobrecoste que este hecho supone a los productores puede hacerse estimando el valor de reposición del activo productivo destruido, atendiendo para ello a los precios vigentes en el mercado. Este valor deberá corregirse con dos ajustes: el primero, para deducir la parte correspondiente a mejoras en las características técnicas de los nuevos activos productivos frente a los previamente utilizados, al objeto de no computar como pérdida un valor que no existía previamente; el segundo, para tener en cuenta la vida útil que quedaba al activo productivo afectado.

Si la actividad productiva que debe desplazarse no puede sustituirse de forma instantánea por otra, sino que media un lapso de tiempo de adaptación durante el cuál la actividad está

paralizada, debe computarse como pérdida el valor de la renta que deja de obtenerse en ese tiempo. Para ello deberán seguirse los mismos pasos descritos para el caso de supresión de una actividad productiva.

También se computarán como costes asociados al desplazamiento de una actividad productiva los de desmantelamiento, traslado y reconstrucción de activos productivos cuando tales activos no sean destruidos. En este caso se evitan los costes de reposición de los activos, pero no puede evitarse el incurrir en otros costes que, aunque menores, pueden ser relevantes.

El último de los efectos ocasionados por el cambio de localización de una actividad productiva es el relativo a las posibles diferencias entre los costes variables medios de producción del viejo y el nuevo emplazamiento. Dado que tanto la tecnología disponible como los precios unitarios de los factores productivos pueden suponerse iguales en una y otra localización, no cabe esperar que las diferencias de coste tengan habitualmente ese origen. El origen más habitual del cambio en los costes variables será el diferencial de costes de transporte entre emplazamientos, que puede afectar a todo tipo de actividades productivas pero, especialmente, a las actividades que obtienen ventajas competitivas en función de la localización.

En otros casos, la realización de ciertas actividades productivas en el interior del área invadida no resultará incompatible con la política de control y lucha contra la expansión de la especie invasora, pero sí ciertas prácticas de producción, por lo que no será preciso suprimirlas o desplazarlas pero sí modificar el proceso productivo (introducción de nuevos equipos, o mejora de infraestructuras, por poner algunos ejemplos). Estas adaptaciones implicarán habitualmente un aumento de los costes unitarios de producción que habrá que estimar.

Si los cambios precisos se sustentan en la realización de nuevas inversiones deberá computarse su coste del mismo modo que en el caso ya analizado de la destrucción de activos. Si, además, estas inversiones tienen repercusión sobre la productividad del resto de factores productivos, deberá computarse: si es positiva, restando a los costes de inversión; si es negativa, sumando. Cuando los cambios dan lugar directamente a un incremento de los costes variables de producción, ya sea porque para producir la misma cantidad deben emplearse más *inputs* o de mayor coste unitario o ya sea porque se reduce la producción, deberá procederse igualmente a su cómputo.

1.2.3 Los costes soportados por los consumidores

En los casos en que algunas actividades recreativas –como por ejemplo, la pesca- cuenten con cierta implantación previa es posible que la invasión y las políticas para su gestión tengan como consecuencia la introducción de limitaciones a la actividad de los

consumidores. Al igual que para las actividades de producción, deberán estimarse los costes inducidos por el hecho de que las actividades de consumo previamente realizadas en el lugar se vean afectadas negativamente. La valoración habrá de dirigirse a todas las actividades de consumo directo de bienes o servicios proporcionados por el territorio sometido a estudio –no sólo a las estrictamente recreativas- que forman parte de la función de utilidad de los individuos sin mediar la intervención de otros agentes productores o comercializadores; es decir, a las actividades basadas en el uso directo de los recursos naturales⁷. El objetivo es valorar la pérdida ocasionada por las variaciones sufridas en el nivel de consumo (supresión total o reducción) o en las condiciones en que ese consumo debe llevarse a cabo (obligaciones, limitaciones o condicionantes diversos que tengan incidencia en los costes de efectuar el consumo o en sus beneficios netos).

La pérdida de bienestar sufrida por los individuos afectados a consecuencia de la supresión de las actividades recreativas se obtendrá estimando o bien la compensación que los afectados exigirían para aceptar de buen grado las citadas consecuencias, o bien la disposición a pagar para evitar que las citadas consecuencias se produzcan⁸; recurriendo para ello al uso de alguno de los métodos disponibles en economía ambiental para la valoración de intangibles. En caso de que no haya supresión sino cambio en las condiciones en que pueden realizarse las actividades, deberá establecerse si las citadas modificaciones provocan algún perjuicio y, si es así, cuantificarlo siguiendo el criterio anterior.

Finalmente, deberían estudiarse aquí todos los efectos provocados por la existencia de efectos externos derivados de la intervención pública y que afecten a los consumidores. De este modo, en el cómputo global de los costes de la aplicación de la política conservacionista se obtendría una mejor aproximación a los verdaderos costes sociales de la misma y, junto a lo ya apuntado en este mismo epígrafe respecto a los usos recreativos, nos alejaríamos de la simple suma de los gastos o pérdidas monetarias sufridos por los agentes económicos afectados. A nadie se le escapa la dificultad de esta tarea, por lo que habrá que limitar el análisis a los efectos que se anticipen como especialmente relevantes.

⁷ Como, por ejemplo, actividades de acampada, baño, pesca, caza, escalada, senderismo, barranquismo, parapente, ciclismo y recogida de frutos, flores o setas.

⁸ El que se adopte una u otra opción dependerá del supuesto que se haga respecto de los derechos de propiedad de los consumidores sobre el disfrute de los atributos naturales del lugar.

2. Aplicación empírica: los costes de mejillón cebra en la Cuenca del Ebro

2.1 Antecedentes, ámbito y características del estudio

La aparición del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Ebro se detectó en Julio 2001. A partir de entonces se ha venido trabajando desde distintas instancias con la finalidad de controlar la población de esta especie invasora, buscar métodos eficaces de disminuir el tamaño de las mismas y paliar los efectos negativos que un invasor tiene sobre el medio de coloniza. En este caso los impactos se manifiestan, por ejemplo, en afecciones a las tomas para el abastecimiento de agua; a las rejjas de las tomas de agua de las centrales hidroeléctricas; a los canales y tuberías sumergidas para distintos usos; a los pantanales de embarcaciones, etc, sin contar los daños que sobre el medio ambiente y sobre otras especies se están produciendo.

El ámbito de la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro se sitúa en el entorno de los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix, en las aguas del Bajo Ebro y desembocadura de sus afluentes como el Segre, Cinca o Matarraña, entre otros, habiéndose constatado un dinamismo colonizador, que en los últimos años no ha cesado de avanzar en la invasión de nuevas aguas. La plaga avanza río arriba a un ritmo que algunos sospechan podría alcanzar la ciudad de Zaragoza. En el último año la especie ha remontado varias decenas de kilómetros en el embalse de Mequinenza.

En la actualidad se estima que la invasión afecta al menos a una docena de municipios que abarcan un área geográfica de más de mil km², repartida de forma más o menos equitativa entre las comunidades autónomas Aragón y Cataluña. Este entorno de los embalses de Mequinenza y Ribarroja se sitúa en los límites de las provincias de Zaragoza, Huesca, Lérida y Tarragona. Este área de la Cuenca del Ebro está escasamente poblada y cuenta con una población bastante envejecida y una actividad económica ligada a la agricultura de regadío, a la generación de energía eléctrica de origen tanto hidráulico como nuclear y a los servicios de ocio recreativo relacionados con la pesca y la navegación deportiva. En los últimos años se ha constatado una cierta regresión demográfica así como el progresivo abandono de las actividades económicas ligadas al sector agrario tradicional para centrarse de manera cada vez más importante en las relacionadas con el uso del agua en la agricultura de regadío, en particular, frutales; en la producción eléctrica y, sobre todo, en el sector servicios, con empresas de ocio relacionadas directa e indirectamente con la pesca y la navegación deportiva.

En síntesis, se trata de un área del territorio escasamente poblada, con una densidad media que no alcanza los 15 hab/km², muy por debajo de la media española que se sitúa en torno a los 75 hab/km². Si descendemos en el análisis de este indicador a nivel de comunidad

autónoma, la situación se agrava aún más para el territorio perteneciente a Aragón, ya que la densidad de población se reduce a los 11 hab/km² acercándose bastante a los niveles considerados como desierto demográfico⁹, mientras la parte del territorio en Cataluña se aleja de estos niveles críticos al duplicar la densidad de población a la parte aragonesa.

La Confederación Hidrográfica del Ebro, además de otras instituciones, ha llevado a cabo distintas actuaciones en aras al cumplimiento de sus competencias administrativas; entre ellas varias encaminadas a a) controlar el trasiego de embarcaciones en las zonas afectadas y de riesgo; b) el seguimiento de las poblaciones de larvas, así como c) la formación de un equipo de trabajo compuesto por técnicos de las distintas Administraciones implicadas. Así, en el año 2004 el Área de Calidad de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó el *“Estudio de los efectos ambientales del descenso temporal de la cota del embalse de Ribarroja como medida de control de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)”* motivado por la preocupación de los efectos negativos que produce el mejillón cebra en los hábitats acuáticos y en las instalaciones e infraestructuras asociadas a los medios fluviales.

El citado estudio incidía en la zona del embalse de Ribarroja, principal foco detectado de la invasión del mejillón cebra, analizando, entre otros ámbitos, la estructura socio-económico de la zona, con especial énfasis en su distribución en los sectores agrario, industrial, energético, el de abastecimiento urbano y los usos lúdico-recreativos.

Con posterioridad, en el año 2005, se redacta igualmente el *“Proyecto de regulación de la cota del embalse de Ribarroja para el control de la población del mejillón cebra”*, en el que se valora económicamente la regulación de la cota del embalse en sus usos consuntivos, hidroeléctricos, turísticos deportivos y medioambientales.

El área geográfica objeto de los estudios citados, limitada al principal foco de implantación del mejillón cebra en los embalses de Ribarroja, Flix y tramo inferior del río Ebro, ha sido superada por la expansión de la implantación del mejillón cebra, pues se han detectado colonias de ejemplares en el embalse de Mequinenza, aguas arriba del de Ribarroja, lo que parece indicar que la invasión del mejillón cebra remonta el río Ebro, frenada por la variabilidad de cota del embalse de Mequinenza, y quizás favorecida, en este caso particular, por la estrecha relación entre los usos turísticos y deportivos de ambos embalses.

En consecuencia con lo anterior, el estudio se focaliza en el tramo del río Ebro en el que se ubican los grandes embalses -Mequinenza, Ribarroja y Flix-, hasta su desembocadura, en las provincias de Zaragoza, Huesca, Lérida y Tarragona, lo que no obsta para que al final se puedan extrapolar resultados a toda la cuenca, con toda la precaución necesaria motivada por la calidad de los datos de partida y la derivada de la invasión del mejillón cebra en función de las características hidrológicas de la Cuenca del Ebro y acciones antrópicas.

⁹ Se habla de desierto demográfico cuando la densidad de población en un territorio no supera los 5 hab./km².

Ante la gran cantidad de información de base y tiempo necesarias para llevar a cabo una valoración original y completa, se optó, en una primera instancia, por tratar de adaptar o transferir los resultados de valoraciones obtenidas en otros estudios a la Cuenca del Ebro. Sin embargo, finalmente, esta vía se desechó, por la dispersión de estudios de invasiones y variabilidad de resultados, al no encontrar ningún estudio con garantías de transferencia de datos en condiciones adaptables a la Cuenca del Ebro. La mayor parte de los estudios revisados carecían de análisis rigurosos, de los datos y aplicación de técnicas de análisis adecuados, y eran escasamente compatibles con las características físicas, biológicas, ecológicas y socioeconómicas del Bajo Ebro, por lo que la aceptabilidad de cualquier resultado quedaba en entredicho.

Por los condicionantes de la valoración que se pretende efectuar, se ha considerado obtener unos resultados más modestos pero que reflejen la realidad actual, partiendo de una muestra de datos representativa de las que se podrían denominar medidas defensivas que los diversos agentes implicados han desarrollado para solventar su problemática particular a causa de la invasión del mejillón cebra. Se trataría de valorar el coste de las medidas adoptadas por los diversos agentes para su erradicación, y su adaptación a la nueva situación o, en su caso, las pérdidas económicas que les producen. En nuestra opinión no es una valoración exhaustiva pero será representativa del área estudiada, contrastable con estudios de otras invasiones del mejillón cebra en sus primeras etapas, y extrapolable con las debidas precauciones.

2.2 Los costes financieros para los agentes sociales

De los listados de concesiones en el río Ebro, facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro, se extrajo una base de datos de tomas de agua que, por municipios, figura en la Tabla 1.

Como primer agente implicado en la toma de medidas para la prevención y erradicación del mejillón cebra figuran las Administraciones Públicas, tanto estatales, autonómicas como locales. En consecuencia, se solicitaron los datos referentes a los costes dedicados a la lucha contra el mejillón cebra de todos los Departamentos y Organismos de dichas Administraciones que se ocupan de dicho tema en el Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón, Generalitat de Catalunya y ayuntamientos afectados.

Los usuarios de las aguas del río Ebro en el tramo estudiado constituyen los agentes que pueden verse afectados por la citada invasión. Fijada la amplitud del tramo del río Ebro a analizar alrededor del principal foco detectado, el embalse de Ribarroja, y el enfoque del estudio hacia los costes de las medidas defensivas y preventivas adoptadas así como de las posibles pérdidas ocasionadas en el periodo 2001-2005, la metodología adoptada partió del análisis de los costes originados por la incidencia del mejillón cebra en las tomas de agua en el tramo considerado.

Tabla 1
Tomas de agua por usos y por municipios en el área de estudio

Municipio	Riego	Abastecimiento	Industrial	Total
Sástago	24	4	3	31
Escatrón	4	1	2	7
Chiprana	5	1	1	7
Caspe	85	2	0	87
Mequinenza	36	5	6	47
Granja d'Escarp	1	0	0	1
Torrente de Cinca	7	0	0	7
Almatret	1	1	0	2
Fayón	4	2	0	6
Nonaspe-Fabara	0	1	0	1
Pobla de Massaluca	3	1	0	4
Riba-Roja d'Ebre	4	2	1	7
Flix	6	1	1	8
Ascó	5	1	1	7
Vinebre	3	0	0	3
García	12	1	0	13
Mora d'Ebre	6	1	0	7
Mora la Nova	4	1	0	5
Ginestar	4	1	0	5
Miravet	2	1	0	3
Benifallet	22	2	0	24
Xerta	2	0	1	3
Tivenys	1	1	0	2
Tortosa	11	2	1	14
Sant Jaume d'Enveja	2	0	0	2
Deltebre	2	0	0	2
Total	256	32	17	305

Fuente: Elaboración a partir de registros facilitados por la Conf. Hidrográfica del Ebro

Para abordar el análisis de los costes originados por el mejillón cebra a los diversos agentes, dadas las características del tramo inferior del Ebro, se han agrupado según la índole de los mismos: *a)* Administraciones Públicas (estatales, autonómicas y municipales), a través de sus Organismos, Departamentos y Servicios y *b)* empresas (energéticas con centrales hidroeléctricas y nucleares; riegos e industrias con tomas de agua en el propio cauce o embalses; y, finalmente, los referentes a los usos deportivos y lúdicos), como se resume en la Tabla 2.

Tabla 2
Agentes sociales afectados por el mejillón cebra en la Cuenca del Ebro

Administraciones Públicas	Dirección General de la Naturaleza (Miman) Confederación Hidrográfica del Ebro Gobierno de Aragón Generalitat de Catalunya Ayuntamientos afectados
Empresas	C. Hidroeléctricas / Nucleares Regadío e industrias Usos lúdico-recreativos

2.2.1 Administraciones Públicas

Se efectúa a continuación el resumen de gastos efectuados por las distintas Administraciones Públicas que se caracterizan fundamentalmente por su vertiente de gastos en estudios e investigación, jornadas divulgativas, publicaciones, campañas de información y sensibilización, subvenciones a infraestructuras...

- La Dirección General de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, subvenció con 12.000 €, en el año 2001, el estudio “Localización y evaluación de una nueva invasión biológica: el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en el Ebro”, realizado por el Grup Natura Freixes de Flix.

- Los costes incurridos en estudios, proyectos y obras por la Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.), -organismo autónomo del Ministerio de Medio Ambiente- en sus diversas actuaciones se inician en 2003 con el “Inventario de embarcaderos y accesos a las zonas afectadas y de riesgo por el mejillón cebra”, el diseño, organización y realización de una Jornada Técnica de Información y Debate sobre el mejillón cebra, junto con los carteles y tríptico informativo de la citada jornada. Sobre el terreno, diseño, realización y colocación de 12 paneles informativos sobre el mejillón cebra, y colaboración para la Estación de Lavado y Desinfección en Fayón. El coste ascendió a 88.876,40 €.

En el año 2004 los costes resultantes como consecuencia de la redacción del “Estudio de los efectos ambientales del descenso temporal de la cota del embalse de Ribarroja como medida de control de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)” y el “Estudio de las comunidades faunísticas del entorno del embalse de Ribarroja en la zona afectada por el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)”, junto con el apoyo de los trabajos relacionados con el mejillón cebra, traducciones de artículos e informaciones, y de la prueba de retirada manual del mejillón cebra con Pontoneros, ascendieron a 144.296,29 €.

En el año 2005 se ha redactado el “Proyecto de regulación de la cota del embalse de Ribarroja para el control de la población del mejillón cebra” así como el “Estudio de la

supervivencia del mejillón cebra en la zona emergida en el embalse de Mequinenza” junto con el seguimiento larvario del mejillón, incluyéndose la presente valoración económica como trabajo del 2005. La valoración total de los estudios y seguimientos asciende en 2005 a 64.956,66 €.

- El Gobierno de Aragón se ha visto afectado a través de las actuaciones llevadas a cabo tanto por el *Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza* como por el *Instituto Aragonés del Agua*, ambos pertenecientes al Departamento de Medio Ambiente.

En el año 2002 el *Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza* tuvo unos costes referidos al control del mejillón cebra de 18.053,00 €. Esta cantidad sufrió un descenso en 2003, pasando a 14.990,88 €. En el año 2004 la adquisición de materiales para el control, así como el seguimiento de la expansión en Aragón del mejillón cebra y la campaña de sensibilización, elevaron los costes a la cantidad de 53.789,92 €. El Plan de Acción contra el mejillón cebra en 2005, así como su vertiente educativa supuso unos costes, en 2005, de 52.598,93 €. Las propuestas existentes dentro del Servicio Provincial para 2006 ascienden a un gasto estimado de 60.000,00 €.

Las principales acciones consideradas se refieren a:

- Prospecciones sobre el terreno para detectar el mejillón por medio de Agentes de Protección de la Naturaleza¹⁰
- Fabricación e instalación de testigos (boyas en el agua con placas a las que se adhieren los mejillones) y su seguimiento posterior por parte de los agentes.
- Asistencia técnica para el seguimiento, recuento de larvas o adultos en testigos y muestras de agua.
- Asistencia técnica para el diseño de una estación de desinfección tipo. Mediante subvenciones se han pagado instalaciones para la desinfección de embarcaciones de pesca.
- Información y sensibilización de la población: edición de folletos, publicación de una guía de buenas prácticas, asistencia a eventos de pesca con charlas y demostraciones de limpieza de embarcaciones, señales...

Por su parte, el *Instituto Aragonés del Agua*, para evitar la propagación del mejillón cebra a través del sistema de abastecimiento de la población de Fayón (Zaragoza) proyectó en 2003 las correspondientes instalaciones en el embalse de Ribarroja para llevar a cabo la limpieza

junto a la toma. El gasto en estas instalaciones supuso un presupuesto adicional de 76.898,88 €, que significó un incremento del presupuesto total del 20 por ciento, aportando el Instituto Aragonés del Agua 61.519,1 € en 2004.

Las nuevas instalaciones permiten una filtración a través de un módulo de doble filtración con mallas de 50 y 20 micras, y una precloración permanente para asegurar la mortandad de las larvas que hayan podido atravesar el filtro. Para garantizar un tiempo de permanencia, se diseña un depósito de cloración con un tiempo de retención de 30 minutos. Las instalaciones de protección contra el mejillón cebra se ubican en unos terrenos próximos a la captación, y van alojados en un edificio diseñado al efecto.

Está prevista su mejora en el futuro, con vistas a una más eficaz explotación en la lucha contra el mejillón cebra. La estimación de su coste es de 56.000 €.

La Generalitat de Catalunya ha llevado a cabo también intervenciones a través del Departament de Medi Ambient; la Agencia Catalana de l'Aigua y L'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries-Centro de Acuicultura (IRTA-CA).

Durante 2002, el *Departament de Medi Ambient* editó y difundió un tríptico informativo, con un coste total de 12.020,24 €. Igualmente ese mismo año subvencionó al Grup de Natura Freixe por un importe de 12.000 € para la elaboración del documento “Localització i avaluació de l'extensió de la invasió biològica per musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) a l'Ebre a l'any 2002”. En el año 2005 el Departament financió a la Universidad de Lleida para la realización de diversos estudios por importe de 9.000 €, y durante los años 2003, 2004 y 2005 los costes de conferencias, viajes, reuniones, etc, han ascendido a 2.230, 2.122 y 1.338 €, respectivamente.

La *Agencia Catalana de l'Aigua* financió, a través del Institut per al Desenvolupament de les Comarques de l'Ebre, (IDECE), la descontaminación del mejillón cebra en las embarcaciones. En el periodo de Abril a Octubre de 2005, se llevaron 99 actuaciones por medio de un equipo de limpieza y desinfección móvil, lo que representó un coste de 14.000 €. Para aumentar la efectividad de la lucha contra el mejillón cebra está en estudio actualmente la instalación de dos estaciones fijas en Mora d'Ebre y Amposta..

El *Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaria* ha participado y prestado asesoramiento en la elaboración de diversos proyectos y estudios: en 2001, “Localización y evaluación de una nueva invasión biológica: el mejillón cebra *Dreissena polymorpha* en el Ebro. 2001” (M.M.A.) y “Plan estratégico de actuaciones medio-ambientales en relación al Mejillón Cebra”, (Delegació de Medi Ambient de les Terres de l'Ebre), con un coste de 5.880 €, en 2002, “Localización y evaluación de la invasión biológica del mejillón cebra *Dreissena polymorpha* en el Ebro, 2002” (Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya),

¹⁰ Nótese que, como a lo largo de todo el trabajo, no estamos incluyendo los costes de personal de las distintas AAPP ya que, de no existir la invasión, los trabajadores públicos dedicarían su tiempo de trabajo a otras funciones.

“Plan de prioridades de actuación en relación al mejillón cebra”, (Consortio para la Protección Integral del Delta del Ebro. M.M.A. y G. C.), con coste de 6.910 €, y en 2003, “Proposta d'estudis i actuacions de recerca i gestió al riu Ebre”, (Delegació Territorial del Departament de Medi Ambient a les Terres de l'Ebre), por un importe de 2.304 €.

En cuanto al servicio público de abastecimiento de agua que efectúan los ayuntamientos y otras administraciones locales, en el cuadro 3.1 figuran las tomas según usos del agua: riegos, abastecimiento urbano y usos industriales. La separación entre usos a veces no está clara, en el sentido que una toma de agua puede servir para riegos y abastecimiento de granjas y masías, y su clasificación tiene que efectuarse en función del uso más importante. En este apartado se analizan los costes de los abastecimientos a poblaciones más importantes y cercanas al principal foco del mejillón cebra en la actualidad, como son las poblaciones de *Mequinenza*, *Fayón* y *la Mancomunidad Fabara-Nonaspe*. La explotación de los citados abastecimientos requiere un uso continuo de la toma de agua. El abastecimiento de la primera población no ha requerido gastos extraordinarios debidos al mejillón cebra, ya que la toma de agua se efectúa en el embalse de Mequinenza. Sin embargo, y con diferente grado de afección, los dos abastecimientos de poblaciones restantes, han requerido acciones que suponen un coste económico.

La expansión del mejillón cebra en el embalse de Ribarroja afectó a la toma del *abastecimiento de Fayón*, ubicada en dicho embalse a la altura de la antigua estación del ferrocarril inundada. Desde 2002 las limpiezas de la maquinaria e instalaciones pasaron de ritmo anual a mensual, duplicándose los desplazamientos de inspección a la toma en el embalse. Igualmente se incrementaron los gastos en las cloraciones.

Siendo la situación insostenible por la precariedad del abastecimiento con el nuevo problema añadido, se decidió modernizar la toma, conducciones de agua y depósitos. En 2005, las obras necesarias para la lucha contra el mejillón cebra supusieron un presupuesto total de 76.898,88 €, financiado en parte por el Instituto Aragonés del Agua (61.519, 1€) y por el Ayuntamiento de Fayón (15.379,8 €).

Los incrementos de gastos de limpieza de las infraestructuras de abastecimiento motivados por el mejillón cebra ascendieron en el periodo 2002-2004 a 2.998, 3.058 y 3.150 €, respectivamente. A partir de la ejecución de las obras de mejora en 2005, los costes de explotación y mantenimiento ascienden a 8.900 €, con previsión para el año 2006 de 9.400 €.

En la *Mancomunidad Fabara-Nonaspe*, la toma del abastecimiento, ubicada en el remanso del embalse de Ribarroja en el cauce del río Matarraña, ha sido afectada por el mejillón cebra. La Mancomunidad Fabara-Nonaspe, responsable del abastecimiento de ambas poblaciones, desde 2001 realiza limpiezas de la toma con cadencia trimestral el primer año y bimensual a partir de entonces. La media de gastos anuales de las limpiezas especializadas asciende a 4.000 €/año, no habiendo requerido obras complementarias hasta el momento.

2.2.2 Empresas energéticas

Las empresas energéticas con unidades de producción en el tramo del río Ebro son: *Asociación Nuclear de Ascó, Endesa Generación e Hidroeléctrica de Xerta.*

- La central nuclear de Ascó consta de dos grupos con una potencia instalada de 2x1.028 MW. Su refrigeración se efectúa mediante derivación de agua del Ebro, disponiendo de una torre de refrigeración. Los costes de las actuaciones motivadas por el mejillón cebra se remontan al año 2001, con los inherentes a la inspección de los sistemas (6.000 €). En el año 2002 siguieron las inspecciones, iniciándose los estudios de ingeniería sobre impacto y medidas correctivas, basados en experiencias en USA y Canadá con evaluación de la energía perdida por tratamientos térmicos contra mejillón cebra (128.628 €). De 2003 a 2005 y con visos de permanencia, continúan las actuaciones de inspección, estudio de desarrollo larvario del mejillón, medidas correctivas valorándose la pérdida de energía, con resultados de 197.830 €, 226.930 € y 117.250 €. Para el año 2006 se estima un presupuesto mínimo de 99.500 €.

- Las centrales hidroeléctricas de Endesa Generación de Mequinenza, Ribarroja y Flix tienen una potencia instalada de 324, 262,8 y 48,4 MW respectivamente, lo que totaliza 635,2 MW. Son centrales pie de presa de los embalses de mismo nombre de 1.534, 210 y 11 hm³ de capacidad, respectivamente, y que se solapan en ese orden siguiendo la corriente del río Ebro.

Los principales costes por actuaciones de protección contra el mejillón cebra hasta el día de hoy se centran en la central hidroeléctrica de Ribarroja, y afectan principalmente a la sustitución de las rejillas de las tomas de los cuatro grupos hidroeléctricos de 2002 a 2005, con un coste medio 247.537,25 €/año. Además de labores de limpieza de las rejillas, decantadores, filtros y tratamientos químicos durante los cuatro años, se han desarrollado otras actividades de diversa índole: Convenios de estudio e investigación con las Universidades de Lleida y Zaragoza, recopilación de información sobre el mejillón cebra y edición de monografías, trabajos en el embalse y en el laboratorio de seguimiento de la expansión del mejillón etc. Estos gastos se reparten uniformemente durante todo el periodo. En consecuencia se obtienen unos costes totales del periodo 2002-2005 equivalentes a 360.611,88 €, 321.170,88 €, 317.849,88 € y 296.531,88 €, lo que supone un total de 1.296.165 € desde el inicio hasta el año 2005. No se ha valorado la pérdida de energía por disminución superficie útil de las rejillas de toma, y existen probabilidades de próximas actuaciones preventivas en las centrales de Flix y Mequinenza.

- La central hidroeléctrica de Xerta, ubicada en el denominado azud de Cherta o Xerta, concesión a nombre de Hidroeléctrica de Xerta, S.L. (448 m³/seg de caudal, 5,4 m. de salto y 18 MW de potencia) no ha tenido desde su puesta en explotación en el año 2001 ningún gasto originado por el mejillón cebra, que sólo ha sido detectado

temporalmente en pequeñas colonias aguas arriba de la instalación de las ataguías. Su mayor problema y gastos responden a la eliminación de las algas que transporta el río Ebro.

2.2.3 Riegos e industrias

El que estas empresas o asociaciones se agrupen en un solo apartado no significa que pertenezcan las actividades de los agentes implicados al mismo sector económico. Se agrupan porque el uso del agua se efectúa mediante toma directa del río o mediante elevación por bombeo del mismo o desde los embalses, y la problemática observada es semejante y de muy poca incidencia hasta el día de hoy. En el Bajo Ebro se visitaron las dos derivaciones más importantes de agua del Ebro como son los canales de las márgenes derecha e izquierda del río con un uso múltiple del recurso agua que, incluso, incluyen la toma del denominado “minitrasvase” del Ebro que abastece a las poblaciones e industrias de la provincia de Tarragona. Por otra parte, los contactos mantenidos con propietarios de tomas de riego por bombeo desde los embalses, dan hasta el momento costes prácticamente nulos, o pequeños costes cuya imputación a la existencia del mejillón cebra es discutible. Igualmente nula es la repercusión en las tomas industriales por bombeo desde el embalse de Ribarroja.

- En el Canal de la Margen Derecha del Ebro, la toma del canal se ubica en el estribo derecho del azud de Xerta. A la Comunidad General de Regantes de la Derecha del Ebro no se le han planteado problemas ni gastos con motivo del mejillón cebra. No ha sido detectado, y lo atribuyen al vaciado periódico del canal para su reparación y mantenimiento. Sus afecciones están más relacionadas con las algas, los materiales de arrastre del río o los desperfectos por erosión que origina el cangrejo rojo.

- En el Canal de la Margen Izquierda del Ebro, la toma del canal se ubica en el estribo izquierdo del azud de Xerta. Esta comunidad de regantes, al igual que ocurre con la Comunidad de Regantes de la margen derecha, no se le han presentado problemas con el mejillón cebra y coinciden en los mismos problemas en la toma y red de canales.

- En cuanto al Consorcio de Aguas de Tarragona, la toma de agua del denominado “minitrasvase” del Ebro, origen de los caudales que distribuye el consorcio, se ubica en los canales de las márgenes derecha e izquierda del Ebro. Desde el primero, mediante sifón por debajo del cauce del Ebro, lo que permite la toma indistinta de agua para mayor seguridad y la posibilidad de cierre alternativo de los canales para su mantenimiento.

- Carbonífera del Ebro, S.A. es una empresa minera con toma de agua en el embalse de Ribarroja. No ha tenido ningún coste inherente a la presencia del mejillón cebra en el embalse.

- Arbora & Ausonia, SLU es una industria multinacional ubicada en Mequinenza, en la confluencia Ebro-Segre, con toma en el embalse de Ribarroja. No ha detectado la presencia del mejillón cebra en los alrededores de la toma de agua.

2.2.4 Usos deportivos y lúdicos

En este apartado se reúnen aquellos usos en los que la presencia del mejillón cebra puede originar costes financieros a los agentes y empresas de carácter lúdico-deportivo que utilizan las aguas del Ebro. Los costes detectados corresponden a los incurridos en acciones preventivas como las estaciones de lavado y desinfección. Las tomas de agua en el río o embalses de campings, establecimientos para pescadores etc. por su reducida importancia, originan costes irrelevantes o de difícil imputación exclusivamente a la presencia del mejillón cebra. Igualmente ocurre en la empresa de navegación y ocio/aventura más importante.

- Badia Tucana es una empresa que posee una flota de embarcaciones de recreo de permanente estancia en el agua. La detección de algún mejillón cebra en el casco junto al musgo, hace que la cadencia de revisión reglamentaria del casco y las normales para su mantenimiento y pintado no se vea alterada. Al día de hoy no se puede imputar incrementos de costes de repaso y limpieza de casco.

- en la zona de estudio se localizan cuatro estaciones de lavado y desinfección (La Reixaga (Fayón), Náutica Fontoba (Caspe), Camping Lake Caspe (Caspe) y Automoto Center (Mequinenza))

En 2003, la construcción de la obra civil de la estación de lavado y desinfección de *La Reixaga*, en Fayón, corrió a cargo de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los terrenos y la maquinaria corrieron a cargo del Ayuntamiento (4.348 €), y de la Sociedad Deportiva de Pescadores Fayonense “La Reixaga” (11.143 €) que, a su vez, corre con los gastos de explotación y mantenimiento de la citada estación por un importe anual de 600 €.

En el mismo año 2003, la inversión en la estación de lavado y desinfección de *Náutica Fontoba*, en Caspe, supuso un montante de 4.000 €, sin cooperación de Organismos Oficiales. Los gastos de explotación y mantenimiento a partir de ese año, se pueden establecer en una media de 1.500 €.

Igualmente, en 2003, en el *Camping Lake Caspe* se limitó el acceso al embalse de Mequinenza mediante control de acceso por instalación de barrera deslizante (8.000 €), arreglándose el acceso al embalse (30.000 €). Desde entonces los gastos de mantenimiento

del lavado y desinfección ascienden a 1.000 €/año de materiales y 11.550 €/año de personal.

Por último, en *Automoto Center*, en Mequinenza, la adecuación de las instalaciones para poder ofrecer el servicio de limpieza de vehículos y embarcaciones ascendió, en 2003, a 350 € y la maquinaria específica de desinfección fue facilitada por la Sociedad de Pesca “El Siluro”, 2.000 €.

Por otra parte, las consultas en campings de la zona en Ribarroja (Camping Pinyer, Angelreisen), Mequinenza (Camping Bellavista, Rancho Río Ebro) y Fayón (Wels Camp), inciden en la prácticamente nula imputación de costes referentes al mejillón cebra. Es mayoritaria la opinión de que, aún existiendo preocupación por el desarrollo futuro de la expansión del mejillón cebra, no repercute en el nivel de aceptación de la zona como zona de pesca de primer orden de especies autóctonas como el siluro, que representa la máxima atracción para pescadores, fundamentalmente foráneos. Parecida situación puede desprenderse de clubes deportivos y de pesca: Capri Club de Mequinenza y Sociedad deportiva de pescadores Fayonense “La Reixaga”

2.2.5 Síntesis de los costes

La síntesis de los costes detectados para cada uno de los agentes afectados se recogen en la Tabla 3. De su análisis se constata un incremento del año 2001 al 2004, de 28.880 € a 828.307 €, para descender en 2005 a 598.616 €. El montante de los costes totales durante todo el periodo 2001-2005 asciende a 2.680.325 €. La distribución de costes por años pasó de representar el 1 por ciento en el primero, al 31 por ciento en 2004, para acabar representando el 22 por ciento en 2005.

Al día de hoy, al ser prácticamente despreciables los costes motivados por el mejillón cebra en regadíos e industrias, los tipos de agentes afectados se reducen a cuatro, y dado que los abastecimientos son de responsabilidad de la Administración Local, así se le denomina. Se atiende así a los respectivos campos de actuación y responsabilidades:

- Administraciones Estatal y Autonómica y sus Organismos autónomos.
- Administración local: Mancomunidades y Ayuntamientos.
- Empresas energéticas.
- Empresas dedicadas a los usos lúdico-deportivos en los embalses ubicados en este tramo del río Ebro.

Tabla 3**Costes financieros para los agentes sociales provocados por el mejillón cebra en el periodo 2001-2005 (€corrientes)**

	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Ministerio de Medio Ambiente (DGCN)	12.000					12.000
Confederación Hidrográfica del Ebro			88.876	144.296	64.957	298.129
Servicio Prov. M. A. Zaragoza (Gov. Aragón)		18.053	14.991	53.790	52.599	139.433
Instituto Aragonés del Agua				61.519		61.519
Dep. Medi Ambient (Gen. Cat.)		24.020	2.230	2.122	10.338	38.710
Agencia Catalana de l'Aigua					14.000	14.000
IRTA	5.880	6.910	2.304			15.094
Ayuntamiento Fayón		2.998	3.058	3.150	24.290	33.496
Mancomunidad Fabara-Nonaspe	5.000	4.000	4.000	4.000	4.000	21.000
Asociación Nuclear de Ascó	6.000	128.628	197.830	226.930	117.250	676.638
ENDESA Generación		360.612	321.171	317.850	296.532	1.296.165
Estaciones de lavado y desinfección			44.841	14.650	14.650	74.141
Total	28.880	545.221	679.301	828.307	598.616	2.680.325

Fuente: Elaboración propia

Si los costes se agrupan según los agentes sociales afectados (Tabla 4), puede observarse que el mayor coste total para el periodo 2001-2005 incidió sobre las empresas energéticas (74 por ciento), seguido por las Administraciones estatal y autonómica, (22 por ciento). Tanto la administración local, como las empresas dedicadas a usos deportivos y lúdicos apenas alcanzan el 3 por ciento de los costes totales del periodo considerado

Tabla 4**Costes financieros anuales por tipo de agentes sociales afectados (€corrientes, 2001-2005)**

	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Administraciones estatal y autonómica	17.880	48.983	108.401	261.727	141.894	578.885
Administración Local	5.000	6.998	7.058	7.150	28.290	54.496
Empresas energéticas	6.000	489.240	519.001	544.780	413.782	1.972.803
Empresas lúdico-deportivas			44.841	14.650	14.650	74.141
Total	28.880	545.221	679.301	828.307	598.616	2.680.325

Fuente: Elaboración propia

Para analizar los costes en función de los usos del agua y la finalidad de dichos costes o inversiones, se han delimitado cuatro categorías:

Organismos de las AAPP: las inversiones y costes responden fundamentalmente estudios, investigación del mejillón cebra, así como a la toma de medidas de comunicación sensibilización etc.

– Usos energéticos en energía hidráulica y nuclear.

- Usos de abastecimiento, donde confluyen tanto las inversiones y costes de mantenimiento de ayuntamientos como las subvenciones de las Administraciones Autonómicas a los ayuntamientos.
- Usos deportivos y lúdicos, centrados los costes en las políticas para evitar la expansión mediante medidas de desinfección y limpieza de embarcaciones.
- Se introduce el apartado de Regadíos e Industrias, al existir tomas de agua en el río y embalses aunque de la prospección realizada se deduzca una cantidad insignificante.

Tabla 5
Costes financieros totales por tipos de uso (€corrientes, 2001-2005)

Organismos para estudios, investigación, comunicación, sensibilización...	491.833
Energía hidráulica y nuclear	1.972.803
Abastecimientos	116.015
Usos lúdico-deportivos	99.675
Regadío e industria	0
Total	2.680.325

Fuente: Elaboración propia

Del análisis efectuado se desprende que los máximos costes totales del periodo considerado se localizan en la central nuclear de Ascó y la central hidroeléctrica de Ribarroja 1.972.803€ (74 por ciento). Los Organismos Estatales y Autonómicos figuran en segundo lugar con 491.833 € (18 por ciento). Los abastecimientos figuran en tercer lugar con 116.05 € (4 por ciento). Los usos deportivos y lúdicos con 99.675 € alcanzan aproximadamente otro 4 por ciento, y como se ha significado anteriormente ni en riegos o industrias se han localizado, hasta esta época costes imputables al mejillón cebra. (Tabla 5)

Tabla 6
Costes financieros totales por usos energéticos

Energía hidráulica	1.296.165
Energía nuclear	676.638
Total	1.972.803

Fuente: Elaboración propia

Con referencia al mayor coste analizado, el energético (74 por ciento), cabe distinguir entre energía hidráulica y nuclear, representando la primera el 66 por ciento de los costes totales energéticos y, la segunda, el 34 por ciento (Tabla 6).

2.3 Análisis comparativo con otras invasiones y previsiones de evolución en el futuro

Con las limitaciones propias de este tipo de estudios, podrían compararse, dentro de lo posible, los datos obtenidos para el Bajo Ebro con los de los estudios similares efectuados en otras áreas geográficamente distintas y, por lo tanto, con una problemática y condiciones socio-económicas diferentes, pero que reflejaran la variación de los costes económicos en función del tiempo partiendo de situaciones parecidas a la que nos ocupa, es decir, al principio de la invasión del mejillón cebra.

2.3.1 Estudios en EEUU

De entre los estudios y antecedentes consultados merecen la pena destacar dos estudios realizados en Estados Unidos que, basados en parecida metodología y misma área geográfica, llegan a conclusiones finales coherentes con el método utilizado y, en parte, coherentes entre sí.

El primer estudio, ya mencionado, de O'Neill (1997) representa una aproximación a la evaluación del impacto económico del mejillón cebra en el noreste de EEUU en los primeros años de su expansión, después de que, en 1988, el mejillón cebra fuera introducido inadvertidamente en el lago St. Clair, y que rápidamente se extendiese en los denominados Grandes Lagos, frontera entre Canadá y EEUU, y otros ríos y afluentes así como a través de los canales de navegación.

El periodo abarcado por el estudio es de siete años, de 1989 a 1995, reflejando los resultados de una encuesta a una muestra aleatoria inicial de 766 empresas con infraestructuras fluviales y organismos involucrados, con una tasa de respuestas del 57 por ciento. De la muestra finalmente obtenida, 339 empresas, se estimó un coste en el periodo de 69 millones de dólares, pasando de 234.140 dólares en el primer año a 17,7 millones de dólares en el último. El estudio desglosa los costes motivados por el mejillón cebra entre categorías de usuarios y, dentro de ellos, por tipología del gasto efectuado.

Una segunda aproximación al impacto económico del mejillón cebra lo constituye el estudio de Hushak (2001) que estima los costes de las industrias con tomas de agua en los Grandes Lagos, así como las inversiones efectuadas por los diversos agentes públicos y privados. De un universo inicial de 1.412 empresas, se dispuso de información procedente de 420 usuarios de aguas superficiales y posteriormente de otros 100. Los resultados muestran que en el periodo 1989-1994, los gastos de la muestra fueron de 60,2 millones de dólares. La simple extrapolación de estos resultados al universo eleva dicha cantidad a 120,4 millones de dólares. Otro dato significativo que aporta el estudio es que en 1995 se contabilizaron 72 programas de investigación, cuyos costes ascendían a 18,7 millones de dólares.

Hay que indicar que la cifra de 120 millones de dólares del estudio de Hushak (2001) es la que probablemente fundamenta la aseveración de la U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A), que establece que los municipios y grandes industrias ubicados en los Grandes

Lagos pagan cada uno una media de 360.000 dólares por año para el control del mejillón cebra, con unos costes para el total de la cuenca, en el periodo 1989-1994, de 120 millones de dólares.

Por otra parte hay que indicar que el Great Lakes Science Center del U.S. Department of the Interior y del U.S. Geological Survey, recoge en su documentación la estimación del U.S. Fish and Wildlife Service sobre el impacto económico potencial del mejillón cebra para los usuarios estadounidenses y canadienses de la región de los Grandes Lagos cifrada en 5.000 millones de dólares para los próximos 10 años.

2.3.2 Comparación de resultados con los estudios analizados

El estudio de O'Neill (1997) es el que probablemente mejor se presta a una posible comparación con el que hemos llevado a cabo en el Bajo Ebro, salvando las distancias en cuanto a profundidad del análisis por el muestreo efectuado.

Tabla 7
Costes del mejillón cebra en Noreste EEUU y en Bajo Ebro

Año	Noreste EEUU (7 años)		Noreste EEUU (5 años)		Año	Bajo Ebro (5 años)	
	\$	%	\$	%		€	%
1989	234.140	0,34	234.140	0,64	2001	28.880	1,08
1990	3.000.000	4,34	3.000.000	8,17	2002	545.221	20,34
1991	8.900.000	12,88	8.900.000	24,23	2003	679.301	25,34
1992	14.300.000	20,70	14.300.000	38,93	2004	828.307	30,90
1993	10.300.000	14,91	10.300.000	28,04	2005	598.616	22,33
1994	14.600.000	21,13			2006		
1995	17.751.000	25,69			2007		
Total	69.085.140	100,00	36.734.140	100,00	Total	2.680.325	100,00

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra para los cinco primeros años un comportamiento similar de incremento de costes motivados por el mejillón cebra tanto en el Noreste EEUU como en la Bajo Ebro. Curiosamente, en el quinto año se produce un quiebro en la tendencia ascendente. Observando en el mismo gráfico los valores correspondientes al total de los 7 años en Noreste EEUU, en que se produce la recuperación de la tendencia creciente a partir del sexto año.

Al ser periodos temporales de diferentes tamaños, cronología distinta y monedas diferentes, hay que delimitar un periodo común, como pueden ser los cinco primeros años desde la aparición del mejillón cebra en el Noreste de EEUU y en la Bajo Ebro, y la variable a comparar el coste relativo anual del periodo de referencia y por categorías de usuarios. Así, los resultados del estudio de Bajo Ebro puede compararse con los obtenidos por O'Neill (1997), y cuyos principales resultados se recogen en la Tabla 7.

Otro aspecto que merece la pena comparar es la variación de la importancia de los costes, por categorías de usos del agua. Se han homogeneizado los costes según categorías en ambas zonas, como se recoge en la Tabla 8

Tabla 8
Costes del mejillón cebra en EEUU y en el Bajo Ebro, por usos del agua.

	Zona Noreste EEUU		Bajo Ebro	
	\$ (1989-1995)	%	€ (2001-2005)	%
Deport. + Ocio	20.000	0,03	99.675	3,72
Esclusas	484.800	0,70	0	0
Navegación	563.000	0,82	0	0
Organismos	4.574.000	6,62	491.833	18,35
Indust.+Riegos	5.846.000	8,46	0	0
Abastecimientos	21.435.610	31,03	116.015	4,33
Energía	35.274.020	51,07	1.972.803	73,60
Otros	873.350	1,26	0	0
Total Costes	69.070.780	99,00	2.680.325	100,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Costes del mejillón cebra en Noreste EEUU y Bajo Ebro en el sector energético.

	Zona Noreste EEUU		Bajo Ebro	
	\$ (1989-1995)	%	€ (2001-2005)	%
Nuclear	18.093.400	51,29	676.638	34,30
Térmica	11.067.200	31,37	0	0,00
Hidroeléctrica	1.759.000	4,99	1.296.165	65,70
Asoc. Elec.	4.354.420	12,34	0	0,00
Total Costes	35.274.020	100,00 €	1.972.803	100,00

Fuente: Elaboración propia

Con las precauciones debidas, las diferencias en los resultados obtenidos son fácilmente explicables dada la distinta caracterización de las zonas de estudio. El Bajo Ebro se caracteriza por su baja población e industrialización pero, por el contrario, presenta una alta concentración de centrales productoras de energía eléctrica. Destacan también los costes incurridos por las distintas administraciones públicas en la prevención de la expansión del mejillón cebra, así como los costes para las empresas u asociaciones privadas en medidas de limpieza y desinfección que atañen al uso lúdico-deportivo.

El sector energético es el que soporta los mayores los costes, tanto en la Zona Noreste de EEUU (51 por ciento) como en el Bajo Ebro (73,6 por ciento). La diferencia radica en la alta participación en los costes totales de los abastecimientos e industrias en la zona Noreste de EEUU en comparación con el Bajo Ebro, dada su débil estructura poblacional e industrial. Por otro lado, se constata el diferente peso de las centrales nucleares e hidráulicas (Tabla 9) ya que, hasta el momento, no existen afecciones en las centrales térmicas en el río Ebro

ubicadas aguas arriba del embalse de Ribarroja, principal foco de la invasión del mejillón cebra. Tampoco se constatan afecciones en asociaciones del sector eléctrico, al concentrarse los costes en prácticamente una sola empresa.

2.3.3 Estimación de posibles costes futuros en la Cuenca del Ebro

La extrapolación de resultados es muy difícil en este tipo de situaciones. La situación en el futuro dependerá no sólo de la propia evolución de la invasión del mejillón cebra por sus características intrínsecas de adaptación al nuevo hábitat, sino también tanto de las posibles acciones de control de la población que puedan realizarse para reducir su expansión, como de las que inadvertidamente la favorecen, si no se cumplen exhaustivamente las medidas preventivas. Indudablemente el desarrollo socioeconómico de la Cuenca del Ebro influirá en el incremento del número y tipo de infraestructuras que pueden verse afectadas por la invasión.

El impacto económico de un incremento de la actual colonización en la Cuenca del Ebro, dependerá de la forma en que se produzca la expansión, del área afectada, así como de las infraestructuras de todo tipo que puedan encontrarse en dicha área. En cuanto a la forma de producirse, es diferente la expansión del mejillón cebra remontando los ríos de la cuenca a contracorriente por interconexión de caudales y usos cercanos, a la rápida expansión que podría darse si se produjera la introducción inadvertida del mejillón cebra en embalses de cabecera o intermedios de los ríos afluentes al cauce principal, efectuándose la expansión a favor de la corriente. En cuanto a las infraestructuras afectadas, dependería de la adopción de medidas preventivas en las actualmente construidas, con costes de separada contabilización, o introducción de las mismas en fase de proyecto o construcción en las futuras, lo que produciría un incremento del coste de construcción al adoptar dichas medidas ya en fase de proyecto (sistemas, métodos de construcción, materiales...), cuyo coste se incluiría en presupuestos globales y, por lo tanto, más difíciles de cuantificar *a posteriori*.

En consecuencia, la prudencia en la obtención de estimaciones económicas al respecto hace que tengan que ser matizadas por las hipótesis, presunciones, y consideraciones efectuadas al hallarlas. Muestra de lo indicado puede encontrarse en las distintas y dispares valoraciones de los impactos económicos de especies invasoras, al no haberse establecido una metodología contrastada y comúnmente aceptada.

Una primera aproximación podría obtenerse, siguiendo con la línea de actuación de este estudio basada en los costes actuales anuales, aceptando la hipótesis de efectividad de las medidas de limpieza y desinfección que provocase una cierta estabilización de la invasión. Como resultado, la progresión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro, en un escenario estabilizado, puede producir unos costes adicionales mínimos a los agentes involucrados de aproximadamente 0,7 millones de euros anuales, el coste medio anual de los tres últimos años. Esta cifra tiene que considerarse como media mínima, ya que las distintas inversiones a efectuar en las infraestructuras existentes se generarán de una manera

escalonada en función de las decisiones de actuación en cada una de ellas y, hasta el momento, sólo se ha dado un caso de obra nueva -la red de abastecimiento de la población de Fayón- que incorpora medidas protectoras contra la expansión del mejillón cebra en su presupuesto inicial.

Otra aproximación a los posibles costes de la invasión en la Cuenca del Ebro podría basarse en los costes potenciales para los distintos afectados en distintos horizontes y escenarios, de acuerdo con la experiencia de otras recientes invasiones, en especial en EEUU. La complejidad de hipótesis a manejar que incluyen variables de desarrollo socioeconómicas fundamentalmente, se escapa al alcance de este estudio. Sin embargo, en consonancia con el trabajo efectuado, los datos disponibles y unas hipótesis y criterios sobre el alcance futuro de la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro, nos permiten aproximar el impacto económico de la invasión a partir del análisis de los diversos usos actuales del agua y su previsible futuro desarrollo.

La hipótesis que permite aproximarse al potencial impacto económico de la invasión consiste en extrapolar los costes actuales medios para los agentes afectados, asumiendo que la invasión afectará a las infraestructuras de los distintos usos en algún momento de los próximos veinte años, considerados como el periodo de vida útil de los mecanismos de la mayor parte de las infraestructuras susceptibles de verse afectadas por la invasión.

Por tanto, asumimos que en 2025 se habrán producido afecciones a las infraestructuras de los distintos usos, aunque no podemos saber en qué momento del tiempo se producirán. Es decir, podemos estimar cuales serán en 2025 los costes de la invasión del mejillón cebra para los distintos agentes y usos considerados.

- Energía eléctrica

Los mayores costes se presentan en las infraestructuras nucleares e hidráulicas, pero es preciso considerar también las centrales térmicas convencionales ya construidas y en proyecto de construcción.

La Cuenca del Ebro, además de los grupos nucleares 1 y 2 de la central nuclear de Ascó, cuenta con la central nuclear de Santa María de Garoña, en el municipio burgalés de Valle de Tobalina, con una potencia de 466 MW y refrigerada en circuito abierto, con caudales del río Ebro, en la cola del embalse de Sobrón. Según la planificación energética nacional actual, el desarrollo de plantas nucleares para producción de electricidad está paralizado, aunque se está ampliando en el tiempo la vida útil de las mismas. Considerando los costes anuales medios derivados de la invasión en la central de Ascó de los últimos cuatro años (167.660 €), que hacemos extensible a la central de Garoña en el periodo considerado, estimamos que en 2025 un coste, en términos corrientes, para ambas centrales nucleares será de 335.320 €.

A las centrales térmicas convencionales de carbón de Andorra, Escucha y Escatrón, hay que añadir las centrales de ciclo combinado de la Cuenca del Ebro susceptibles de verse

invasión durante los próximos veinte años, como son la de Castejón en Navarra (419 + 400 MW), la de Arrúbal en La Rioja (400 + 400 MW), los cuatro ciclos combinados planificados y una central térmica de aprovechamiento de residuos de lignitos en Bajo Ebro¹¹. Dados los caudales de agua usados en los circuitos de refrigeración de los ciclos combinados y la posibilidad de actuar en los futuros grupos actualmente en fase de proyecto, se puede suponer un coste medio de 16.500 €/año para los doce grupos térmicos, lo que nos permite estimar un coste en 2025 de 198.000 €¹².

En infraestructuras hidroeléctricas, según la Confederación Hidrográfica del Ebro, la cuenca del Ebro tiene en explotación 360 centrales, 121 en Régimen Ordinario (3.396,7 MW) y 239 en Régimen Especial (497, 8 MW). Si se considera la posible afección del mejillón cebra en hábitats como los actualmente establecidos en el río Ebro, nos llevaría a la consideración de las centrales con embalse de regulación como candidatas con grandes posibilidades de darse las condiciones adecuadas para la adaptación del mejillón cebra. Teniendo en cuenta las centrales de bombeo y las dotadas de embalse, nos encontraríamos con 34 centrales, con una potencia instalada de 2.576,5 MW. El resto de la potencia instalada corresponde a centrales fluyentes que presentan una menor vulnerabilidad al mejillón cebra, por la discontinuidad de los caudales y accesibilidad a los mecanismos para su limpieza. Extrapolando los costes de la central de Ribarroja al resto de centrales con embalse de regulación estimamos un coste en 2025 de 1.638.416¹³ €, para este tipo de centrales en la Cuenca del Ebro.

Para el conjunto del sector eléctrico, el impacto económico estimado asociado al control contra la invasión y desarrollo del mejillón cebra superaría los 2,1 millones € en 2025.

- Administraciones estatal y autonómicas

Las costes soportados por los Organismos oficiales de dichas Administraciones dependerán, en gran medida, de la amenaza que suponga la invasión del mejillón cebra para los intereses medioambientales y económicos, centrándose su actuación en labores de investigación, comunicación, sensibilización, medidas de control etc. Si se les suponen unas actuaciones como las hasta ahora desarrolladas, sin ninguna acción extraordinaria motivada por una situación que se pueda calificar de grave, y considerando de nuevo la media de los costes incurridos en los últimos tres últimos años, estimamos el coste para las Administraciones estatal y autonómica el coste en 2025 será de 170.674¹⁴ €.

- Abastecimientos

La continuidad del funcionamiento de las tomas de los caudales de abastecimiento urbano es uno de los hechos que favorecen la colonización de las tomas y de las redes de

¹¹ Al ser el gas natural la fuente de energía por la que apuesta la planificación energética nacional para centrales de gran potencia.

¹² 16.500x12

¹³ (1.296.165€/4años/635,2MW)*(2.576,5MW+635,2MW)

¹⁴ (108.401+ 261.727+ 141.894)/3

distribución por el mejillón cebra. Los costes inherentes en la lucha contra la expansión del mejillón cebra recae en este uso del agua sobre las Administraciones Locales principalmente, si los servicios de abastecimientos no están privatizados. En consecuencia, y a la vista de la experiencia adquirida en abastecimientos como el de Fayón (Zaragoza), hay que considerar en las tomas directas de los cauces fluviales medidas de filtraje y descontaminación adecuadas. El tratamiento de los abastecimientos de las grandes zonas urbanas emplazadas en la cuenca requerirán medidas adicionales al estar relacionados con embalses de regulación que, como se ha indicado, suelen ser los focos principales de invasión del mejillón cebra. Considerando una media de 75 tomas de abastecimiento que cubren la mayor parte de la población de la cuenca y los costes incurridos por los abastecimientos estudiados en la modificación de infraestructuras y su mantenimiento anual (13.624 €/año) -teniendo en cuenta que en los grandes abastecimientos el factor de economía de escala puede modificar al alza la media considerada-, en 2025 el coste lo estimamos en 1.021.800¹⁵ €

- Usos lúdicos y deportivos

Como se ha indicado, si se consideran las medidas de limpieza y desinfección como la mejor vía para evitar la rápida propagación del mejillón cebra, los costes de instalación y seguimiento aumentarán si se quiere controlar la invasión. Sólo en casos de intensa colonización de áreas fluviales de baño y esparcimiento, podrían dar lugar a medidas urgentes y drásticas, cuyas repercusiones habría que analizar y estudiar de forma más específica. De la experiencia actual de estaciones de limpieza y desinfección, se deduce la necesidad de aumentar su número en los principales embalses y tramos de ríos accesibles y de uso lúdico y deportivo. Considerando el aumento a 30 estaciones y el gasto media de gastos en instalación y explotación en los últimos tres años por estación de lavado y limpieza, el coste en 2025 se estima en 185.352¹⁶ €.

- Regadío e Industrias

En general, la continuidad de los caudales de las tomas es una de las principales características que determina la vulnerabilidad de las mismas a la colonización del mejillón cebra. Dado que el regadío utiliza las tomas de caudales de los ríos en épocas de riego, pudiendo desecar la instalación el resto del año, las medidas de prevención contra la colonización de los sistemas de regadío son fáciles de aplicar, máxime si los mecanismos de toma son extraíbles, lo que garantiza una limpieza y mantenimiento adecuado.

No ocurre lo mismo en tomas de uso industrial continuo, donde las medidas preventivas pueden ser idénticas a las de los abastecimientos en cuanto a la continuidad de los caudales, dependiendo del tipo de industria de que se trate

¹⁵ $((33.496 + 21.000)/4) \times 75$

¹⁶ $(74.141/3/4) \times 30$

La inexistencia de muestra suficientemente representativa a la que referirse, tanto en regadío como en uso industrial, hace que los resultados de cualquier estimación haya que tomarlos con extrema precaución.

Como se ha indicado, la desecabilidad de las infraestructuras de transporte de caudales de riego hace que las medidas de control de la invasión puedan llevarse a cabo con facilidad fuera de la época de riego. No sucede lo mismo con las tomas de los grandes sistemas de riego en embalses de regulación, o aquéllas que permanecen inaccesibles por cota de agua. El impacto económico estaría entre el considerado con cambio de mecanismos, cuyo principal coste es el cambio de rejillas y mecanismos por otros fabricados con materiales que impidan la fijación de la larva del mejillón cebra, y la limpieza de las infraestructuras por medios manuales cada cierto tiempo, aprovechando la mayor comercialización y aplicación hoy día de las técnicas de buceo en las construcciones implantadas en el medio acuático.

Para las labores de limpieza de los sistemas de regadío se estima un coste potencial medio de 12.000¹⁷ €/año, considerando 45 tomas de los principales embalses en las partes medias y bajas de las cuencas de los ríos más importantes (Ebro, Aragón, Gállego, Cinca, Noguera-Ribagorzana, Segre, Jalón y Guadalupe), donde también se encuentran los principales sistemas de regadío (Bajo Ebro, Lodosa, Tauste, Najerilla, Imperial, Bardenas, del Alto Aragón, Aragón y Cataluña y Urgell). Para el conjunto del periodo de estudio, el coste global acumulado en 2025 alcanzaría los 540.000 € en términos corrientes. En las tomas industriales, con toma directa en los cauces fluviales al margen de las redes de abastecimiento, aunque tampoco se han producido afecciones significativa como en los sistemas de riego, consideramos un coste potencial medio de 18.000 €/año. Para el conjunto de las 25 tomas de las principales industrias existentes en las citadas zonas, el coste en 2025 se puede estimar en 450.000€.

En resumen el potencial impacto económico de una posible expansión de la actual invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro superaría en 2025 los 4,5 millones de €. Esto supone multiplicar por 8,5 los costes anuales medios del periodo 2001-2005 y que durante los próximos 20 años, un coste acumulado podría superar los 40¹⁸ millones de euros.

¹⁷ Aunque de momento no se han detectados costes significativos en los sistemas de riego, es más que probable que, de avanzar la invasión, sí se produzcan en el futuro, por lo que, de acuerdo con la literatura consultada y adaptando las cifras a la realidad de la Cuenca del Ebro, estimamos que el coste de limpieza podría alcanzar dicha cantidad.

¹⁸ Asumiendo, a partir de 2005, un coste anual medio para los distintos agentes equivalente a su media de los tres últimos años y que crece a una tasa anual media acumulativa real del 3 por ciento.

3. Conclusiones

La aparición de especies invasoras es un importante problema que afecta a la conservación de la biodiversidad, que además puede conllevar importantes consecuencias económicas en las áreas donde se expande. Sin embargo, la preocupación por la economía de las especies invasoras es bastante reciente y también es reducido el número de estudios empíricos existentes en la literatura especializada.

Entre los trabajos disponibles destacan los realizados -fundamentalmente en EEUU y Canadá- por el US-OTA (1993), O'Neill (1997), Pimentel *et al.* (2000), CBIN (2004) o Pimentel *et al.* 2005. Desafortunadamente, la variedad de aproximaciones metodológicas utilizadas hace que los resultados obtenidos sean difícilmente comparables entre sí y poco realista su extrapolación a otros ámbitos socio-económicos.

Por estas razones, en la primera parte de este trabajo, se hace una propuesta metodológica de carácter eminentemente teórico, cuya estricta aplicación permitiría clasificar y cuantificar los costes financieros, económicos y ambientales ligados a la prevención, control y lucha contra la expansión de las especies invasoras, entendidos como costes de oportunidad para la sociedad.

Desde el punto de vista empírico, se recogen a continuación en ocho apartados los principales resultados obtenidos y se reflexiona sobre sus limitaciones, teniendo siempre en cuenta que por lo que las estimaciones obtenidas no pretenden ser una medida exacta de la magnitud del problema ecológico, económico y social, sino tan sólo una orientación sobre la magnitud económica del impacto para los distintos agentes económicos de la invasión del mejillón cebra en la Cuenca del Ebro.

1. La valoración del impacto económico y social una especie invasora como el mejillón cebra es difícil, fundamentalmente por la falta metodologías suficientemente contrastadas, por la escasez de información disponible así como por la necesidad de dedicar una gran cantidad de recursos necesarios para la modelización del proceso en sus diversas facetas. Los estudios analizados para conocer el “estado del arte” a nivel mundial así lo atestiguan.

2. La propuesta de metodología a aplicar en los estudios se basa tanto en la perspectiva individual de los agentes económicos implicados como en la perspectiva social de la conservación de la biodiversidad. Es preciso considerar las Administraciones públicas, productores y consumidores, así como las externalidades que se producen.

3. En la aplicación empírica no se ha contemplado la posible transferencia de resultados de otros estudios foráneos al Bajo Ebro. Por el contrario, se ha llevado a cabo una aproximación “botton-up” o “de abajo a arriba” analizando, mediante contacto directo, los

comportamientos llevados a cabo por los distintos agentes sociales afectados por la invasión, lo que ha permitido valorar y agregar posteriormente las medidas defensivas llevada a cabo por los distintos agentes implicados: Administraciones públicas diversas, empresas, asociaciones, particulares, etc.

4. Las limitaciones -principalmente de tiempo y de recursos- ha hecho que el estudio empírico sea consecuente con las limitaciones que impone la información disponible. Por el contrario, el contraste de resultados con los de otros estudios efectuados demuestra una coherencia consecuente con las distintas características de las zonas analizadas.
5. 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.
6. Del análisis comparativo de la situación en el Bajo Ebro con la zona de los Grandes Lagos en EEUU y Canadá, puede deducirse que la tendencia del gasto durante los cinco primeros años desde la detección de la invasión sigue la misma pauta creciente, con inflexión en el quinto año. Probablemente, en los primeros años los costes son mayores como consecuencia del grado de colonización que se alcanza antes de tomar medidas correctoras. Posteriormente, el incremento de costes sigue el ritmo de la posible expansión del mejillón cebra, en función de la efectividad de las medidas preventivas y correctoras que se adopten.
7. La estimación de los posibles costes en el futuro no es tarea fácil, pues dependerá no sólo de la propia evolución de la invasión del mejillón cebra en función de sus características intrínsecas, sino también de las acciones que se tomen para control de la población y de la evolución del desarrollo socioeconómico en la Cuenca del Ebro. En consecuencia, la estimación de los costes para los distintos agente en el horizonte del año 2025 debe ser sometida a revisión en función de que se confirmen o no las hipótesis y consideraciones tenidas en cuenta en el estudio.
8. Es posible considerar que durante los próximos 20 años pueda pasarse de los 2,7 millones de € de coste del periodo 2001-2005, hasta alcanzar los 4,5 millones de euros en 2025. El coste estimado global de la expansión de la invasión del mejillón cebra en el periodo 2006-2025 podría alcanzar los 40 millones de euros.

BIBLIOGRAFÍA

- BARBERÁN, R., EGEA P., PÉREZ y PÉREZ, L. (2002): "Los costes de la red Natura 2000 en Aragón. Metodología y estimación para Monegros y Los Valles". CITA-*Documento de Trabajo 2002-01*, Zaragoza.
- BARBERÁN, R., EGEA P., PÉREZ y PÉREZ, L., (2005): "The cost of Natura 2000 in Spain". *European Environment* ,15, 161-174 pp.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2003): "*Inventario de embarcaderos y accesos a las zonas afectadas y de riesgo por el mejillón cebra*". Zaragoza
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2004): "*Estudio de los efectos ambientales del descenso temporal de la cota del embalse de Ribarroja como medida de control de la invasión del mejillón cebra*" (*Dreissena polymorpha*). Zaragoza
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2004): "*Estudio de las comunidades faunísticas del entorno del embalse de Ribarroja en la zona afectada por el mejillón cebra*" (*Dreissena polymorpha*). Zaragoza.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2005): "*Proyecto de regulación de la cota del embalse de Ribarroja para el control de la población del mejillón cebra*". Zaragoza.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2005): "*Estudio de la supervivencia del mejillón cebra en la zona emergida en el embalse de Mequinenza*". Zaragoza.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, (2005): "*Proyecto de regulación de la cota del embalse de Ribarroja para el control de la población del mejillón cebra*". Documento interno.
- CANADIAN BIODIVERSITY INFORMATION NETWORK (CBIN) (2004): "*An invasive alien species strategy for Canada*". Disponible en: <http://www.cbin.ec.gc.ca/primers/ias.cfm?lang=e>
- GENERALITAT DE CATALUNYA (2001): "*Plan estratégico de actuaciones medio-ambientales en relación al Mejillón Cebra,*" (Delegació de Medi Ambient de les Terres de l'Ebre)
- GENERALITAT DE CATALUNYA (2002): "*Localització i avaluació de l'extensió de la invasió biològica per musclo zebra (Dreissena polymorpha) a l'Ebre a l'any 2002*". Departament de Medi Ambient. Barcelona
- GENERALITAT DE CATALUNYA (2003): "*Proposta d'estudis i actuacions de recerca i gestió al riu Ebre,* (Delegació Territorial del Departament de Medi Ambient a les Terres de l'Ebre)
- HUSHAK, J.L., (2001): "*Present and Expected Economic Costs of Zebra Mussel Damages to water Users with Great Lakes Intakes*", Project Number: R/ZM-12, Completion Report. Ohio Sea Grant College Program. Ohio State University
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, (2001): "*Localización y evaluación de una nueva invasión biológica: el mejillón cebra (Dreissena polymorpha) en el Ebro*", Dirección General de la Naturaleza, Miman. Madrid

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE - GENERALITAT DE CATALUNYA (2002): "*Plan de prioridades de actuación en relación al mejillón cebra*", (Consortio para la Protección Integra del Delta del Ebro. Mimam y Gen. Cat.),
- O'NEILL, C R (1997): "Economic impact of zebra mussels. Results of the 1995 national zebra mussel information clearinghouse study". *Great Lakes Research Review*, Vol 3, 1April.
- PERRINGS C., WILLIANSON M., DALMAZONE S. (Eds) (2000): "The economics of biological invasions. Edward Elgar". *Cheltenham. United Kingdom*. 249 pp.
- PIMETEL, D., LACH, L., ZÚÑIGA, R., MORRISON, D. (2000): "Environmental and economic cost of non-indigenous species in the United States". *BioScience*, 53, Vol 50 (1), January.
- PIMETEL, D., ZÚÑIGA, R., MORRISON, D. (2005): "Update on the environmental and economic cost associated with alien-invasive species in the United States". *Ecological Economics*, 52 (2005), 273-288 pp.
- RNT CONSULTING INC.- CLAUDI, R, (2002): "Environmental and economic cost of alien invasive species in Canada. Comunicación a la 12th International Conference on Aquatic Invasive Species. Ontario (Canada)
- UNITED STATES - OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (US-OTA) (1993), *Harmful non-indigenous species in the United States*, OTA-F-565, NTIS order #PB9-107679, September, 397 pp.
- U.S. ARMY (2002): Economic impact of zebra mussel infestation. Disponible en: http://el.erd.c.usace.army.mil/zebra/zmis/zmishelp/economic_impacts_of_zebra_mussel_infestation.htm

Fundación Economía Aragonesa (Fundear) ha sido creada por el **Gobierno de Aragón, Ibercaja y Caja Inmaculada** con el objeto de:

- Elaborar estudios sobre economía aragonesa o sobre el territorio aragonés, por iniciativa propia o por encargo.
- Organizar y supervisar equipos de investigación solventes científicamente, que realicen trabajos sobre economía y de carácter territorial encargados a través de la Fundación.
- Promover un debate informado sobre las alternativas a que se enfrenta la economía aragonesa y la política de organización del territorio. En especial organizará periódicamente encuentros, seminarios o jornadas sobre temas relevantes.
- Publicar o dar difusión por cualquier medio a los trabajos que realice, las conclusiones de los seminarios así como otros trabajos de interés para Aragón.
- Formar economistas especializados en temas relativos a la economía y política territorial aragonesa.

Patronato:

D. Amado Franco Lahoz, (Ibercaja), *Presidente*.
D. Tomás García Montes (CAI), *Vicepresidente*.
D. José Angel Biel Rivera (Gobierno de Aragón), *Vocal*.
D. Alberto Larraz Vileta (Gobierno de Aragón), *Vocal*.

Director:

D. José María Serrano Sanz

Publicaciones de Fundear:

Documento de trabajo 1/2003.

Aproximación a los servicios a empresas en la economía aragonesa.

Eva Pardos. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Ana Gómez Loscos. Fundear.

Documento de trabajo 2/2003.

Índice Fundear: un sistema de indicadores sintéticos de coyuntura para la economía aragonesa.

María Dolores Gadea Rivas. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Antonio Montañés Bernal. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Domingo Pérez Ximénez de Embún. Fundear.

Documento de trabajo 3/2003.

Servicios a empresas y empleo en Aragón.

Mª Cruz Navarro Pérez. Universidad de La Rioja y Fundear.

Eva Pardos. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Ana Gómez Loscos. Fundear.

Documento de trabajo 4/2003.

Los servicios a empresas en la estructura productiva aragonesa.

Eva Pardos. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Ana Gómez Loscos. Fundear.

Documento de trabajo 5/2004.

La localización de los servicios empresariales en Aragón. Determinantes y efectos.

Eva Pardos. Universidad de Zaragoza y Fundear.

Fernando Rubiera Morollón. Universidad de Oviedo

Ana Gómez Loscos. Fundear.

Documento de trabajo 6/2004.

Factores de localización y tendencia de población en los municipios aragoneses

Luis Lanaspa. Universidad de Zaragoza.

Fernando Pueyo. Universidad de Zaragoza.

Fernando Sanz. Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 7/2004.

Determinantes del crecimiento económico. La interrelación entre el capital humano y tecnológico en Aragón

Blanca Simón Fernández. Universidad de Zaragoza.

José Aixalá Pastó. Universidad de Zaragoza.

Gregorio Giménez Esteban. Universidad de Zaragoza

Gema Fabro Esteban. Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 8/2004.

Determinantes de la siniestralidad laboral

Inmaculada García. Universidad de Zaragoza.

Victor Manuel Montuenga. Universidad de La Rioja.

Documento de trabajo 9/2004.

Evolución y perspectivas de la productividad en Aragón

Marcos Sanso Frago. Universidad de Zaragoza.

Pedro García Castrillo. Universidad de Zaragoza.

Fernando Pueyo Baldellou. Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 10/2004.

Las razones del saldo de comercio exterior: competitividad versus ventaja comparativa

Carmen Fillat Castejón. Universidad de Zaragoza.

Carmen López Pueyo. Universidad de Zaragoza.

Documento de trabajo 11/2004.

El consumo de drogas entre los jóvenes aragoneses: evidencia de un proceso secuencial en varias etapas

José Alberto Molina. Universidad de Zaragoza.

Rosa Duarte. Universidad de Zaragoza.

José Julián Escario. Universidad de Zaragoza.

Documento de trabajo 12/2004.

La industria aragonesa en el contexto europeo. Capacidad de reacción ante shocks externos

Jose Luis Gallizo Larraz. Universidad de Zaragoza.

Manuel Salvador Figueras. Universidad de Zaragoza.

Paloma Apellaniz Gómez. Universidad de Zaragoza.

Isabel Bueno Montañés. Universidad de Zaragoza.

Pilar Gargallo Valero. Universidad de Zaragoza.

Javier Savi Marcano. Universidad de Zaragoza.

Carlos Serrano Cinca. Universidad de Zaragoza.

Documento de trabajo 13/2004.

Análisis económico financiero de las Cajas de Ahorros: su contribución al desarrollo económico de Aragón

Vicente Condor López. Universidad de Zaragoza.

José Ángel Ansón Lapeña. Universidad de Zaragoza.

M^a Pilar Blasco Burriel. Universidad de Zaragoza.

Isabel Brusca Alijarde. Universidad de Zaragoza.

Isabel del Cerro Gómez. Universidad de Zaragoza.

Alicia Costa Toda. Universidad de Zaragoza.

Margarita Labrador Barrafón. Universidad de Zaragoza.

Begoña Pelegrín Martínez de Pisón. Universidad de Zaragoza.

Documento de trabajo 14/2005.

La demanda de servicios empresariales avanzados en la economía aragonesa

Eva Pardos. Universidad de Zaragoza y FUNDEAR.

Ana Gómez Loscos. FUNDEAR.

Gemma Horna. FUNDEAR.

Documento de trabajo 15/2005.

Las Empresas de Inserción en Aragón: características, evolución y futuro

Carmen Marcuello. Universidad de Zaragoza.

Ana Bellostas. Universidad de Zaragoza.

Juan Camón. Universidad de Zaragoza.

Chaime Marcuello. Universidad de Zaragoza.

José Mariano Moneva. Universidad de Zaragoza.

Documento de trabajo 16/2005.

Rentabilidad social de las nuevas infraestructuras de abastecimiento de agua a Zaragoza

Luis Pérez y Pérez, CITA del Gobierno de Aragón y Universidad de Zaragoza.
Jesús Barreiro Hurlé, IFAPA – Junta de Andalucía

Documento de trabajo 17/2005.

Análisis de las Estrategias de Protección del medioambiente de la empresa industrial aragonesa.

Concepción Garcés Ayerbe, Universidad de Zaragoza
Pilar Rivera Torre, Universidad de Zaragoza
Josefina Lucia Murillo Luna, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 18/2005.

Pensiones de la Seguridad Social y financiación privada de la dependencia de Aragón.

Antonio Sánchez Sánchez, Universidad de Zaragoza
Angelina Lázaro Alquezar, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 19/2005.

Efectos del gasto en defensa en la producción y el empleo de Aragón

Claudia Pérez Fornies, Universidad de Zaragoza
Jaime Jesús Sanaú Villarroja, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 20/2005.

Determinantes de la confianza del consumidor aragonés hacia la compra a través de Internet. Un estudio confirmatorio del comportamiento de compra

Carlos Flavián Blanco, Universidad de Zaragoza
Vidal Díaz de Rada Izuzquiza, Universidad Pública de Navarra
Javier Lozano Velázquez, Universidad de Zaragoza
Eduardo Torres Moraga, Universidad de Bío Bío, Chile
Raquel Gurrea Sarasa, Universidad de Zaragoza
Miguel Guinalú, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 21/2005.

Determinantes de no-visita a Ferias profesionales. Aplicación al comercio minorista aragonés

Carmen Berné Manero, Universidad de Zaragoza
Marta Pedraja Iglesias, Universidad de Zaragoza
Pilar Rivera Torres, Universidad de Zaragoza
Mercedes Marzo Navarro, Universidad de Zaragoza
Esperanza García Uceda, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 22/2005.

La Demanda de Bienes de Consumo en Aragón

José Alberto Molina, Universidad de Zaragoza
Rosa Duarte, Universidad de Zaragoza
Ana Isabel Gil, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 23/2005.

Relaciones dinámicas y predicción de precios en el complejo agroganadero en Aragón

Monia Ben-Kaabia, Universidad de Zaragoza

José M^a Gil Roig, Universidad Politécnica de Cataluña

Josefina Cabeza Laguna, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 24/2005

Incidencia territorial de los ingresos públicos de la Comunidad Autónoma de Aragón

Ramón Barberán Ortí, Universidad de Zaragoza

María Laura Espuelas Jiménez, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 25/2006

El sector turístico en las comarcas aragoneas

Ana Gómez Loscos, FUNDEAR

Gemma Horna, FUNDEAR

Documento de trabajo 26/2006

El sector turístico en las comarcas aragonesas

Ana Gómez Loscos, FUNDEAR

Vanessa Azón Puértolas, FUNDEAR

Documento de trabajo 27/2006

How many regional business cycles are there in Spain? A MS-VAR approach

Maria Dolores Gadea, Universidad de Zaragoza

Ana Gómez Loscos, FUNDEAR

Antonio Montañés, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 28/2006

La empresa aragonesa ante la reforma contable. Un estudio empírico de sus implicaciones

Vicente Cándor López, Universidad de Zaragoza

M^a Pilar Blasco Burriel, Universidad de Zaragoza

José Ángel Ansón Lapeña, Universidad de Zaragoza

Isabel Brusca Lijarde, Universidad de Zaragoza

Isabel del Cerro Gómez, Universidad de Zaragoza

Alicia Costa Toda, Universidad de Zaragoza

Margarita Labrador Garrafón, Universidad de Zaragoza

Begoña Pelegrín Martínez de Pisón, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 29/2006

El Mercado de trabajo en Aragón: análisis y comparación con otras Comunidades Autónomas

Inmaculada García Mainar, Universidad de Zaragoza

Agustín Gil Sanz, Universidad de Zaragoza

Víctor Manuel Montuenga Gómez, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 30/2006

Análisis de las potenciales ventajas competitivas del comportamiento estratégico medioambiental de las empresas industriales en Aragón

Conchita Garcés Eyerbe, Universidad de Zaragoza

Pilar Rivera Torres, Universidad de Zaragoza

Josefina Lucía Murillo Luna, Universidad de Zaragoza

Documentos de trabajo 31/2006

Orden de entrada y salida de las empresas en el mercado: análisis de supervivencia de franquicias operativas en Aragón

M^a Victoria Bordonaba Juste, Universidad de Zaragoza

Olga Urbina Pérez, Universidad de Zaragoza

Jesús Cambra Fierro, Universidad Pablo de Olavide

Teresa Montaner Gutiérrez, Universidad de Zaragoza

Laura Lucía Placios, Universidad de Zaragoza

Francisco Javier Sesé Oliván, Universidad de Zaragoza

Documentos de trabajo 32/2006

La contribución de las empresas creadas a través de ayudas públicas y de las empresas gacela al empleo y desarrollo económico de la Comunidad Autónoma de Aragón

Carmen Galve Górriz, Universidad de Zaragoza

Maria Jesús Alonso Nuez, Universidad de Zaragoza

Alejandro Hernández Trasobares, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 33/2006

Proyecto de análisis de la cadena de suministro en las empresas de Aragón y la ventaja competitiva

M^a Jesús Sáenz, Universidad de Zaragoza

Carolina García, Zaragoza Logistics Center

Jesús Royo, Universidad de Zaragoza

Pilar Lambán, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 34/2006

Recursos humanos y turismo en Aragón: análisis del impacto socioeconómico de la EXPO-2008

Raquel Ortega, Universidad de Zaragoza

José Alberto Molina, Zaragoza Logistics Center

Ana Garrido, Universidad de Zaragoza

Documento de trabajo 35/2006

Estimación de los costes económicos de la invasión del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en la Cuenca del Ebro

Luis Pérez y Pérez, CITA del Gobierno de Aragón y Universidad de Zaragoza

Carlos Chica Moreu, Consultor