

B-14

MERCADOS DE AGUA Y USO DE AGUAS REGENERADAS. ASPECTOS AMBIENTALES

Melián-Navarro, A. (1) (P), Canatario-Duarte, A. (2) Chazarra Zapata, J.P. (3), López Peñalver, F.J. (4), Ruiz-Canales, A. (5), Fernandez-Zamudio, M.A. (6)

¹ Profesora Titular Universidad. Departamento de Economía Agroambiental. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández de Elche, amparo.melian@umh.es

² School of Agriculture. Instituto Politécnico de Castelo Branco. acduarte@ipcb.pt

³ Estudiante de doctorado, Departamento de Ingeniería, Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández de Elche, jesuschazarra@gmail.com

⁴ Estudiante Master Automatización y Telecontrol para la gestión de recursos hídricos y energéticos. Universidad Miguel Hernández, franpenyalver@gmail.com

⁵ Profesor Titular de Universidad, Departamento de Ingeniería, Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández de Elche, acanales@umh.es

⁶ Investigadora, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Ctra Moncada-Náquera, km. 4,5. 46 113 Moncada (Valencia), Generalitat Valenciana, fernandez_marzam@gva.es

Resumen

Los mercados de agua son unos instrumentos habilitados desde la Administración para minorar las presiones ejercidas sobre el escaso recurso. Cuentan con una importante regulación jurídica, que ha sido objeto de análisis y estudio por diversos expertos, también se ha evaluado su impacto económico, pero no han sido analizados de forma particular con el mismo interés los aspectos medioambientales que su implementación podría ocasionar tanto sobre las cuencas cedentes como receptoras. Por otra parte, la carestía del recurso hídrico en muchas zonas de España condiciona el uso de aguas regeneradas previamente tratadas, como fuente complementaria al regadío. En este trabajo se plantean los impactos ambientales que la puesta en marcha de un mercado de agua origina con especial énfasis en la transferencia de aguas que proceden de tratamiento y por la realización de infraestructuras.

Abstract

Water markets are a fitted out instruments from the Administration in order to minimize the applied pressures over this limited resource. They include an important legal regulation. This legal regulation has been analysed and studied from different experts. Moreover, its economic impact has been evaluated. Nevertheless, the environmental aspects about its implementation in the assignment basins and the receptor basins have not been particularly analysed. In the other hand, the lack of water resources in several Spanish zones determines the use of regenerated water previously treated as a complementary source for irrigation. In this work, the environmental impacts of the start-up of a water market are presented. Specifically, the impacts about water transfer from treatment and the development of infrastructures are remarked.

1- Introducción y Objetivos

Las presiones sobre los recursos hídricos son, en prácticamente todo el mundo, muy elevadas, debido al crecimiento de las actividades económicas y de la población. Los problemas de escasez y, por ende, calidad de las aguas se agravan provocando daños cada vez mayores sobre los ecosistemas acuáticos (Albiac, J. et al., 2016). Una de las herramientas habilitadas desde la Administración para minorar estas presiones son los mercados de agua, aplicadas con mayor o menor intensidad en diversos países, como EEUU, Canadá, Chile, Australia, siendo más tímido su desarrollo en nuestro país (Bauer, C.J., 2010; Bjornlund, H. y McKay, J., 2002; Clifford, P. et al., 2004; Giannocarro, G. et al., 2013; Howitt, R.E., 1998; Kahil, M.T. et al., 2016; Lund, J.T., e Israel, M., 1995; Medellín-Azuara, J., et al., 2013; Palomo-Hierro, S. et al., 2016; Rico, M., y Gómez-Limón, J.A., 2005; Wheeler, S.A. et al., 2014). En España los mercados de agua cuentan con regulación jurídica, que ha sido objeto de análisis y estudio por diversos expertos, así como evaluado su impacto económico, pero no han sido analizados de forma particular y con el mismo interés los aspectos medioambientales que su implementación podría ocasionar. Las condiciones necesarias para que los mercados de agua funcionen bien son numerosas: una adecuada definición de los derechos de agua, un marco legal e institucional para los intercambios, inversiones en infraestructuras de transporte, y bajos costes de transacción (Dinar, A. et al., 1997). No obstante, se enfrentan al desafío de los efectos a terceros que pueden producir, en especial los medioambientales (Albiac, J. et al., 2016). Por ello para alcanzar los objetivos ambientales, establecidos en la planificación y gobernanza en materia de aguas, en los intercambios de derechos deben preservarse los volúmenes de agua mínimos que respeten el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas. La fijación y mantenimiento de cada año de los caudales ecológicos en la cuenca cedente es de especial relevancia (Magdaleno, F., 2015). Por sí mismos, los aspectos ambientales pueden incluso ser la causa que justifique la transacción y la activación del instrumento (Wheeler, S.A. et al., 2013), por ejemplo, en la recuperación de parajes de elevado valor ecológico como un rescate temporal o permanente. Esta operación consiste en la compra de derechos sin posterior reasignación de los mismos para usos consuntivos.

En este trabajo se plantean los impactos ambientales que la puesta en marcha de un mercado de agua origina con especial énfasis en la transferencia de aguas que proceden de tratamiento y por la realización de infraestructuras.

2- Los mercados de agua y el medio ambiente

La función fundamental de un mercado de aguas es favorecer la reasignación de derechos de uso del agua en países donde todos los recursos disponibles ya están asignados y siguen surgiendo nuevos usuarios que reclaman agua (incluido el medio ambiente). La propia Directiva Marco del Agua, Directiva 2000/60/CE (en adelante DMA) justifica implícitamente la creación de un mercado de aguas siempre que sirva para mejorar, en términos de calidad y cantidad, el estado de todas las masas de agua superficial y subterránea, pues fija como principal objetivo de la gestión del agua el alcance del buen estado ecológico y químico de todas las aguas. La DMA destaca que “*el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal*” y subraya que “*el uso de instrumentos económicos por los Estados miembros puede resultar adecuado en el marco de un programa de medidas*” diseñado para conseguir el buen estado de las aguas. Además transfieren la responsabilidad de reasignar los recursos hídricos desde la Administración Pública a los propios usuarios, que conocen mejor los beneficios que les genera su aprovechamiento, supliendo la falta de información por parte del Estado con la conducta de los usuarios que buscando su beneficio privado, lo emplearían de forma óptima (Calatrava, J. y Gómez-Ramos, A., 2009).

En el ámbito agrario la cuestión de los posibles efectos ambientales de los mercados de agua está sujeta a análisis y debate, tanto por las acciones que comporta la transformación de la zona regable, como por aquellas ligadas al funcionamiento del nuevo

sistema (Oñate, J.J., 2009). La agricultura de regadío es especialmente competitiva en algunas zonas del planeta, pero también es el consumidor del 80% de los recursos, generando por tanto una situación de “insostenibilidad medioambiental” pues es imposible cubrir las demandas dado que la oferta no crece al ritmo de la demanda. Esta situación de “madurez de la economía del agua” se prevé que se acentúe en un futuro próximo como consecuencia del calentamiento global (incremento de las necesidades hídricas de los cultivos) y el cambio climático (descenso de la oferta de agua por la disminución de las precipitaciones) (Montilla, N.M. et al., 2017).

La modernización de regadíos tiene efectos económicos, mejora los rendimientos y aumenta el valor de la producción (Perry, C. et al., 2014) porque permite adoptar técnicas, diversificar cultivos y explotar patrones rentables, tiene consecuencias sociales, reduce el abandono de las tierras, fija la población, e impulsa el desarrollo rural (Playán, E. et al., 2013), y climáticos (Cazcarro, I. et al., 2011; Graveline, N. et al., 2014; Iglesias et al., 2000). El regadío también permite el uso de ciertos recursos procedentes de la regeneración y reutilización de aguas (Navarro-Caballero, M.T. 2012). Tiene otros resultados “anti-ambientales” como consecuencia de su eficiencia en el uso del recurso: disminuyen los retornos y la recarga de acuíferos (Perry, C. et al., 2014) que puede ser importante para el equilibrio ambiental, pues los retornos contribuyen al mantenimiento de los caudales. Tampoco se puede ignorar el peligro del “no traslado” del ahorro de agua y los incrementos de eficiencia con la modernización a una concesión a la baja y a una revisión de los caudales, y que se aproveche para un aumento de la superficie regable (Berbel, J. et al., 2015; González-Cebollada, C., 2014; López-Gunn, E. et al., 2012). Cuando ello ocurre se manifiesta el tímido papel que ha realizado la Administración y la falta de determinación en algunas cuestiones sobre la gobernanza del agua, pues “los problemas del agua en España no se deben tanto a su escasez física, como a una gestión inadecuada y a un uso ineficiente” (Aldaya, M.M. y Llamas, M.R. 2012).

3- Impactos medioambientales de la transferencia de derechos

Los mercados de agua dotan a las administraciones responsables de su gestión de mecanismos para minimizar los problemas de escasez y mala gestión mediante la reasignación y el uso eficiente de los recursos existentes (Lago, M. et al., 2015).

Estos traspasos generan impactos positivos y negativos tanto en las cuencas cedentes como en las receptoras. Las cuencas cedentes detraen recurso de sus cauces, lo cual no es inocuo desde el punto de vista medioambiental. Entre los efectos potencialmente negativos que esta actuación supone destacan la alteración de caudales y el incremento del consumo, agravando los problemas de escasez y suministro.

Por su parte, las cuencas receptoras incrementan porque acogen recurso en sus cauces, lo cual es muy positivo, dada su escasez y necesidad, pero aunque a nivel global suponga un beneficio es también fuente de algunos resultados potencialmente perjudiciales como la alteración en los usos del suelo o del agua de retorno, y la posibilidad de que se transfieran junto con el agua especies invasoras que afecten al ecosistema de la cuenca receptora.

Los impactos positivos son muy reseñables, se generan importantes expectativas en ambos sentidos. Estas expectativas son fuente de efectos beneficiosos que en el caso de las cuencas cedentes tienen una doble vertiente, económica y ambiental, ya que por una parte se incrementan las rentas de los agricultores, y por otra se evita un despilfarro del agua no aprovechada adecuadamente, aunque sea con el fin exclusivo de mantener derechos de explotación. Por su parte en las cuencas receptoras el impacto positivo de la disponibilidad de agua reside en que se evita la explotación de nuevos recursos, en zonas ya por sí muy limitadas, se generan rentas por el valor añadido del recurso, puesto que se emplea de forma más eficiente el agua, y sobre todo se recuperan territorios ambientalmente muy castigados. La tabla 1 esquematiza las consecuencias desde las distintas perspectivas y situaciones.

Tabla 1. Impactos medioambientales de los mercados de agua.

Efectos potencialmente perjudiciales	
Sobre cuencas cedentes	Sobre cuencas receptoras
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de flujos circulantes - Cambios en el uso del suelo - Incremento de recursos consumidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la calidad de agua de retorno - Cambio en el uso del suelo - Introducción especies invasoras
Efectos potencialmente beneficiosos	
Sobre cuencas cedentes	Sobre cuencas receptoras
<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de rentas a los agricultores - Evita el consumo de agua por mantener derechos 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce búsqueda y la explotación de recursos - Exige uso eficiente del agua - Mejora del medio ambiente - Incrementa las rentas

Así pues, las consecuencias que el mercado de agua origina en las cuencas cedentes y receptoras son de índole negativo y positivo en ambas, debiendo valorarse todas.

En lo que respecta a las cuencas cedentes, la propia detracción de agua de un cauce natural, la disminución de la capa freática, y merma de las descargas de aguas subterráneas tiene en sí mismo un resultado ambiental negativo. La transferencia de los derechos de agua de las partes bajas a las partes altas de una cuenca hidrográfica puede provocar una marcada disminución de los caudales circulantes en los cauces (*Sumpsi, J.M. et al., 1998*), que afectaría negativamente a los procesos ecológicos que de ellos dependen, que requieren de unas condiciones ambientales determinadas (*Bernáldez, F.G. et al., 1993*) y que en caso de ser alterados repercuten sobre los humedales, la vegetación acuática (*Lloret, J. et al., 2005*) o la cadena trófica de las aves (*Brotos, L. et al., 2004; Martínez, J. et al., 2005; Sánchez-Zapata, J.A. et al., 2005*). Además las zonas de regadío tradicional, regadío histórico, en cuencas cedentes y que se hallan en vías de modernización, pierden el papel ambiental que desempeñan los entornos húmedos de alto valor ecológico, pues la achacada ineficiencia del regadío tradicional, denostado por ser un gran consumidor de recurso, nutre de un efecto positivo a nivel ecosistémico.

Al ceder derechos se producen cambios en el uso del suelo pues la menor disponibilidad del recurso induce cierto despoblamiento consecuente con el desplazamiento de la generación de riqueza a otras zonas de actividad (*Calatrava, J. y Gómez-Ramos, A., 2009*), también pérdida de empleo por el abandono de la actividad productiva, que se puede traducir en despoblamiento y desequilibrios territoriales (*Easter, K.W. et al., 1999; Bauer, C.J., 2010*) (externalidades sociales negativas), y degradación ambiental como consecuencia del abandono. Por su incidencia sobre el resto de elementos, el cambio de uso del suelo es el que más afecta (*Vidal-Abarca, R., 2016*) y realmente modifica y condiciona un territorio y los servicios que presta a la población que vive en él, a las especies vegetales y a la fauna.

Paradójicamente el propio mecanismo de intercambio de recurso genera unas expectativas en cuencas con poco margen para satisfacer nuevas demandas, por lo que el mercado incentiva el consumo, reactiva concesiones (“*sleeper water rights*”) que no estuviesen siendo empleadas pero a las que ahora se les asigna valor específico, incrementando el consumo. Su efecto es todavía mayor, tal y como indican *Embid, A. (2013)* y *Young, M. (2013)*, en las aguas subterráneas siendo ésta una de las principales externalidades negativas, y generadora de un alto coste ambiental. En estos casos el papel de la Administración es fundamental. Desde el momento de la transacción los flujos de retorno en la cuenca cedente se reducen de forma importante (escorrentía, infiltración).

Las cuencas receptoras aunque reciben el agua que es el objetivo fundamental, también sufren algunas alteraciones, por ejemplo los cambios en el uso del suelo, que afectan a los cultivos, cambios de especies o variedades, o desarrollo de nuevas actividades

(agroindustria, turismo, concentración de la población, urbanización). Con el agua cedida llegan otras especies que colonizan e invaden a las autóctonas, deterioran las infraestructuras y causan daños económicos. El riesgo e impacto por transferencia de agua es mayor cuando se produce entre cuencas hidrográficas distintas o entre diferentes unidades de explotación.

Los efectos positivos se perciben en las cuencas cedentes y receptoras. En las cedentes porque permite rentas adicionales a los agricultores que venden sus derechos y se fomenta el ahorro de la demanda de agua para riego en territorios cuya eficiencia económica no queda demostrada. Así un empresario agrario puede decidir si cultivar sus tierras en regadío, abandonarlas parcialmente (si no resultan rentables) o dedicarse a cultivos de secano y ceder esos derechos.

La variabilidad de escenarios y resultados es amplia siendo más importantes para situaciones de gran escasez de agua y casi nulos en los de mayor disponibilidad. El trabajo de *Calatrava, J. y Gómez-Ramos, A. (2009)* muestra ambos extremos, dado que el incremento medio de la renta agraria obtenido en diversos estudios y escenarios oscila entre cero (*Arriaza, M. et al., 2002; Gómez-Limón, J.A. y Arriaza, M., 2000*) y 15% (*Calatrava, J. y Garrido, A., 2005*) dentro de una misma zona regable, llegando hasta el 20% en un mercado entre diferentes zonas regables (*Garrido, A., 1998 y 2000*) y al 25% a nivel de cuenca (*Gómez-Limón, J.A. y Martínez, Y. 2006*).

El mercado de agua permite evitar un consumo de agua por el mero hecho de conservar derechos. Como el derecho o concesión caduca (en algunas legislaciones) cuando el concesionario de uso de aguas superficiales no la emplea durante un periodo de tiempo, se ha mantenido consumo como estrategia sin tener una necesidad real suponiendo un despilfarro. El artículo 69.2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001 (TRLA), sobre el objeto del contrato de cesión, expresa que: “*los caudales que sean objeto de cesión se computarán como de uso efectivo de la concesión a los efectos de evitar la posible caducidad del título concesional del cedente*”. Contemplarlos así, desincentiva el despilfarro de agua únicamente con el fin de mantener derechos de agua superficial.

La llegada de agua a las cuencas receptoras supone un beneficio ambiental pues se evita la búsqueda de nuevos recursos (alegales e ilegales la mayoría), y se limita la construcción de nuevas infraestructuras ya sea de captación o de regulación, salvo las que fueran necesarias por la transferencia. Los mercados constituyen una alternativa a la construcción de costosas obras hidráulicas, cuando los precios de mercado son inferiores al coste marginal de los nuevos recursos (*Bjornlund, H. y McKay, J., 2002; Lund, J.R. e Israel, M., 1995*), racionalizando las inversiones. Estos se ven sujetos a las restricciones que marca el legislador en el uso de las infraestructuras (*Navarro-Caballero, M.T., 2015*).

Los mercados de agua reducen los caudales de los ríos porque se venden derechos de agua que anteriormente no se utilizaban, pero también porque se generan ganancias de eficiencia de riego en parcela que reducen los retornos de riego de cuenca (*Quereshi, M. et al., 2010*). La razón es que se transfiere agua de zonas de baja eficiencia poco rentables a zonas de alta eficiencia más rentables, por lo que caen los retornos de riego. La literatura muestra opiniones diversas sobre la conveniencia de esta eficiencia. Por una parte y a nivel económico, el índice es positivo, pero a nivel ambiental, los retornos a cuenca atemperan los impactos ambientales y mantienen los niveles de conservación del acuífero.

Un destino propio y directo del mercado es el medioambiental *per se*, mejorar y reordenar el aprovechamiento y recuperar caudales o niveles piezométricos en masas de aguas castigadas. Así se evita la desecación de espacios de valor ambiental extraordinario, o al menos se trata la reversión en zonas sobreexplotadas, se corrigen alteraciones río-acuífero, y se recuperan caudales. En Canadá hasta el 10% de los caudales o volúmenes transferidos queda a disposición del organismo público para destinarlo a fines públicos o privados (*World Wildlife Fund, 2005*). *Clifford, P. et al. (2004)* y *O'Donnell, M. y Colby, B. (2010)*, muestran otras experiencias con finalidad ambiental: incremento de los flujos de agua de los ríos, recuperación de masas de agua subterráneas, etc. En nuestro país este objetivo medioambiental es el que tiene una menor concreción y requiere un desarrollo

normativo *ad hoc*. No obstante, en cualquiera de las transacciones y por los motivos que se produzcan, la supervisión de la Administración es fundamental para ajustar la oferta o posibilidad de intercambio de derechos de agua a una exigencia clara de optimización en el uso de la misma, que incentive acometer inversiones o prácticas ahorradoras, para que el caudal “ahorrado” tenga un destino ambiental.

El agua es fuente de riqueza. El propio mercado incrementa el valor de la misma. Las actividades por las que se opta son más eficientes con el uso del recurso, y desplazan los usos que otorgan un bajo valor económico a aquellos que más valor le aportan, sin que se incremente la disponibilidad total de agua y permitiendo incrementos de bienestar. Las transacciones de agua reducen la vulnerabilidad económica de los usuarios derivada de la variabilidad interanual de sus dotaciones (*Calatrava, J. y Garrido, A., 2005*), al tiempo que compensan a los usuarios que ceden sus derechos (*Michelsen, A.M. y Young, R.A., 1993*).

4- Infraestructuras vinculadas a los mercados de agua. Impactos de las aguas regeneradas

Las aguas regeneradas son un recurso más en la gestión hídrica (un recurso no convencional) con un interesante papel cualitativo (aunque cuantitativamente sólo representan un 3% del total de recursos disponibles), derivando caudales hacia algunas actividades como la agricultura, y liberando volúmenes de otros más exigentes. Aunque el principal destino del agua regenerada es la agricultura (70%), tiene una aplicación medioambiental (18%) ya que con la depuración del agua se evita el vertido de contaminantes a cauces fluviales, acuíferos o al mar. El uso de estas aguas está muy regulado y exige el cumplimiento de normativa al respecto, Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, aunque sea dificultosa su aplicación. Los mercados del agua pueden ayudar a que se cumplan los requisitos.

Para que sean efectivos los mercados de aguas han de disponer de las infraestructuras necesarias que permitan la cesión y transporte del agua. La ejecución y las obras de estas infraestructuras ocasionan impactos generalmente de carácter irreversible. La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación de Impacto Ambiental, obliga procedimentalmente a someter a Evaluación de Impacto Ambiental (artículo 7), entre otros a: las plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad esté comprendida entre los 10.000 y los 150.000 habitantes-equivalentes, y las instalaciones de desalación o desalobración de agua con un volumen nuevo o adicional superior a 3.000 m³/día.

La ocupación del suelo, las propias obras, la emisión de contaminantes, tanto en la fase de realización como de explotación, la inducción de riesgos naturales, o la contaminación visual genera impactos generalmente de carácter permanente que han de ser contemplados en un análisis integral. Alterar el ritmo normal de los cauces con la creación de presas, embalses, conducciones, etc. puede activar riesgos de inundación, de avenidas, deslizamientos, erosión, etc.

En la construcción de infraestructuras se consume suelo y afecta a los cauces del Dominio Público Hidráulico por modificación de márgenes, a la hidrología subterránea, a la vegetación y fauna por destrucción directa, alteración y modificación de hábitats (se impiden o limitan movimientos de especies y se crean barreras). La magnitud de los impactos dependerá de la superficie afectada en cada caso y del valor, productividad e interés de conservación de los elementos afectados, siendo especialmente sensible la posible afección a espacios naturales protegidos (*Oñate, J.J., 2016*).

La emisión de contaminantes se produce en la fase de construcción por aquellos que son vertidos de forma directa o accidental y que sobrepasen en volumen la capacidad de regeneración y asimilación natural, aceites, productos sólidos. Y en la fase de explotación, por los consumos de energía, sistemas de bombeo, y emisión de CO₂.

La contaminación visual (paisaje) y acústica generan impactos, permanentes en el caso de alteración de paisajes, y transitorios, el acústico, durante la ejecución de las obras.

5- Conclusiones

La explotación de los recursos hídricos crece para abastecer las demandas y puede alcanzar sus límites de sostenibilidad si no se establecen las medidas adecuadas. Los mercados de agua pueden ser un instrumento fundamental en la gestión de los recursos con fin agrario y ambiental, siempre que se arbitren con exquisita transparencia, y su estudio desde la perspectiva jurídica, económica y ambiental ser clave para la toma de decisiones en gobernanza del agua.

Participar en el mercado de agua es un acto voluntario (de los usuarios implicados en la transferencia, cedentes y receptores, vendedores y compradores) por lo que la operación se realiza si todos los agentes implicados obtienen una solución positiva para sus expectativas, generándose externalidades positivas.

Con la transferencia de derechos se inducen cambios en los patrones de extracción, consumo y retorno. Los efectos son mayores si la cesión de derechos es constante y recurrente, y son tanto mayores si también lo es el ámbito espacial del mercado. Se mejora la eficiencia asignativa del recurso favoreciendo transferencias de agua desde actividades de menor a mayor utilidad marginal (generando un aumento de rentas entre los implicados), pero también tiene un impacto social (en las cuencas cedentes inducen a la pérdida de empleo y despoblación, con un posible desequilibrio territorial a largo plazo) que se traslada hacia las receptoras (aumento de la población y empleo) por nuevas actividades.

Para velar por el buen cumplimiento y fin por el que se crearon, la gobernanza en materia de aguas debe prever la puesta en marcha de complejos controles administrativos que vigilen los intercambios respetando los caudales ecológicos, caudales y niveles piezométricos mínimos, los limiten a la parte utilizada de derechos, eviten el efecto contrario al que los originó, la sobre-explotación, supervisen los retornos y usos no consuntivos, y exijan un destino ambiental directo o indirecto

Está por ello plenamente justificado y oportuno realizar una evaluación ambiental antes, durante y después de cada operación de mercado de agua para velar por el cumplimiento de protección del medio ambiente y analizar los impactos que se deriven del mismo.

6- Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Fundación Séneca-Agencia de la Ciencia y la Tecnología, con cargo al Proyecto “El papel de los mercados del agua en la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas deficitarias” (Ref. 19325/PI/15).

7- Bibliografía

- Albiac, J., Kahil, M., Dinar, A. & Tapia, J.J. (2016). Cambio climático y mercados de agua. En: Gómez-Limón, J.A., Calatrava, J. (coord.). Los mercados de agua en España. Presente y perspectivas. Edita Fundación CajaMar. Almería, 343-366 (478).
- Aldaya, M.M. y Llamas, M.R. (eds). (2012). El agua en España: bases para un pacto de futuro. Fundación Botín, Santander.
- Arriaza, M., Gómez-Limón, J.A. & Upton, M. (2002). Water markets for Irrigation in Southern Spain: A Multicriteria Approach. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 46(1), 21-43.
- Bauer, J. (2010). El abanico de bancos de aguas en las Américas. Estudios de Economía Aplicada, 28, 227-236.
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho, E. & Montesinos, P. (2015). Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. Water Resources Management, 29(3), 663-678.

- Bernaldez, F.G., Rey Benayas, J.M. & Martínez, A. (1993). Ecological impact typology on wetlands produced by groundwater extraction (Douro River, Spain). *Journal of Hydrology*, 141, 219-238.
- Bjornlund, H. & McKay, J. (2002). Aspects of water markets for developing countries: Experiences from Australia, Chile, and the US. *Environment and Development Economics*, 7, 769-795.
- Brotons L., Mañosa, S. & Estrada, J. (2004). Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodiversity and Conservation*, 13, 1039-1058.
- Calatrava, J. & Garrido, A. (2005). Spot water markets and risk in water supply. *Agricultural Economics*, 33(2), 131-143.
- Calatrava, J. y Gómez-Ramos, A. (2009). El papel de los mercados de agua como instrumento de asignación de recursos hídricos en el regadío español. En: Gómez-Limón, J.A., Calatrava, J., Garrido, A., Sáez, F.J. y Xabadia, A. (eds). *La economía del agua de riego en España*. Edita Fundación CajaMar. Almería, 295-319 (528)
- Cazcarro, I., Duarte, R., Sanchez, J. & Sarassa, C. (2011). Water rates and the responsibilities of direct, indirect and end-users in Spain. *Economic Systems Research*, 23(4), 409-430.
- Clifford, P., Landry, C.J. & Larsen-Hayden, A. (2004). Analysis of water banks in the western states. Olympia, USA. Washington State University, Department of Ecology, Washington D.C. (USA).
- Dinar, A., Rosegrant, M. & Meinzen-Dick, R. (1997). Water allocation mechanisms: Principles and examples. Policy Research Working Paper, nº WPS 1779. World Bank. Washington, D.C. (USA).
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, DO L 327, de 22 de diciembre de 2000.
- Easter, K.W., Rosegrant, M.W. & Dinar, A. (1999). Formal and informal markets for water: institutions, performance, and constraints. *World Bank Research Observer*, 14, 99-116.
- Embid, A. (2013). Legal reforms that facilitate trading of water use rights in Spain. En: Maestu, J. (coord.). *Water trading and global water scarcity: International experiences*. RFF Press, Oxon (UK), pgs. 274-285, 2013.
- Garrido, A. (1998). An economic analysis of water markets within the Spanish agricultural sector: Can they provide substantial benefits?. En: Easter, K.W., Rosegrant, M. & Dinar, A. (eds.). *Markets for Water: Potential and performance*. Kluwer Academic Publishers, New York.
- Garrido, A. (2000). A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. *Annals of Operations Research*, 94, 105-123.
- Giannoccaro, G., Pedraza, V. & Berbel, J. (2013). Analysis of stakeholders attitudes towards water markets in the south of Spain. *Water*, 5, 1517-1532.
- Gómez-Limón, J.A. y Arriaza, M. (2000). Mercados locales de agua de riego. Una modelización multicriterio en el bajo Guadalquivir. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 188, 135-164.
- Gómez-Limón, J.A. & Martínez, Y. (2006). Multi-criteria modelling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study. *European Journal of Operational Research*, 173(1), 313-336.
- González-Cebollada, C. (2014). Estudio de los efectos ambientales y socioeconómicos de la modernización de regadíos en España. WWF-España (World Wildlife Fund), Madrid.
- Graveline, N., Majone, B., Van Duinen, R. & Ansink, E. (2013). Hydroeconomic modeling of water scarcity under global change: an application to the Gállego river basin (Spain). *Regional Environmental Change*, 14(1), 119-132.
- Howitt, R.E. (1998). Spot prices, option prices, and water markets: an analysis of emerging markets in California. En: Easter, K.W., Rosegrant, M. y Dinar, A. (eds.): *Markets for Water: Potential and performance*. Kluwer Academic Publishers, Nueva York.

- Iglesias, A., Rosenzweig, C. & Pereira, D. (2000). Agricultural impacts of climate change in Spain: developing tools for a spatial analysis. *Global Environmental Change*, 10, 69-80.
- Kahil, M.T., Albiac, J., Dinar, A., Calvo, E., Esteban, E., Avellá, L. & García-Mollá, M. (2016). Improving the performance of water policies: Evidence from drought in Spain. *Water*, 8, pp. 34.
- Lago, M., Mysiak, J., Gómez, C.M., Delacámara, G. & Maziotis, A.: Use of economic instruments in water policy: Insights from international. Springer, Cham (Switzerland), 2015.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación de Impacto Ambiental. BOE, núm. 296, de 11 de diciembre de 2013.
- Lloret, J., Marín, A., Marín-Guirao, L. & Velasco, J. (2005). Changes in macrophytes distribution in a hypersaline coastal lagoon associated with the development of intensively irrigated agriculture. *Ocean and Coastal Management*, 48, 828-842.
- López-Gunn, E., Rica, M. & Van Cauwenbergh, N. (2012). Taming the water chaos. En: De Stefano, J. & Llamas, R. (eds.): *Water, agricultura and the environment in Spain: Can we square the circle?* CRC Press-Balkema, Leiden (The Netherlands),
- Lund, J.R. & Israel, M. (1995). Water transfers in water resource systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 121, 23-36.
- Magdaleno, F. (2015). *Caudales ecológicos: Conceptos, métodos e interpretaciones*. Monografía CEDEX. Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, Madrid.
- Martínez, J., Esteve, M.A., Robledano, F., Pardo M.T. & Carreño, M.F. (2005). Aquatic birds as bioindicators of trophic changes and ecosystem deterioration in the Mar Menor lagoon (SE Spain). *Hydrobiologia*, 550, 221-235.
- Medellín-Azuara, J., Howitt, R.E. & Lund, J.R. (2013). Modeling economic engineering responses to drought: the California case. En: Schwabe, K., Albiac, J., Connor, J.D., Hassan, R.M. & Meza González, L. (coord.). *Drought in arid and semi-arid regions. A multi-disciplinary and cross-country perspective*. Springer, Dordrecht (The Netherlands), 341-356.
- Michelsen, A.M. & Young, R.A. (1993). Optioning Agricultural Water Rights for Urban Water Supplies During Drought. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(5), 1010-1020.
- Montilla, N.M., Gómez-Limón, J.A. y Gutiérrez, C. (2017). Los bancos de agua como instrumento económico para la mejora de la gestión del agua en España. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 247, 95-135.
- Navarro-Caballero, T.M. (2012). Cuestiones jurídico ambientales de la reutilización de aguas regeneradas. *Agua y Ciudades*, 389-425.
- Navarro-Caballero, T.M. (2015). El nuevo régimen de utilización de las infraestructuras de conexión intercuenas para la cesión de recursos hídricos. Su conexión con la reforma de las reglas de explotación del Trasvase Tajo-Segura y el impacto de la STC 13/2015. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, 30.
- O'Donnell, M. & Colby, B. (2010). *Water banks: A tool for enhancing water supply reliability*. Tucson, Arizona, USA. University of Arizona, Department of Agricultural and Resource Economics. Arizona.
- Oñate, J.J. (2009). Regadío y ecología: exigencias medioambientales. En: Gómez-Limón, J.A., Calatrava, J., Garrido, A., Sáez, F.J. y Xabadia, A. (eds.): *La economía del agua de riego en España*. Edita Fundación CajaMar. Almería, 407-428 (528).
- Oñate, J.J. (2016). Mercados de agua y medioambiente. En: Gómez-Limón, J.A. y Calatrava, J. (coord.). *Los mercados de agua en España. Presente y perspectivas*. Edita Fundación CajaMar. Almería, 179-206 (478).
- Palomo-Hierro, S., Settre, C., Loch, A. y Wheeler, S.A. (2016). Mercados de agua en Australia y California. ¿Qué podemos aprender de ellos?. En: Gómez-Limón, J.A. y Calatrava, J. (Coord.). *Los mercados de agua en España: Presente y perspectivas*. Edita Fundación CajaMar. Almería, 315-342 (478).
- Perry, C., Wichelns, D. & Steduto, P. (2014). The myth that "water efficiency" will eradicate hunger and poverty. *Waterfront*, 4, pp. 10.
- Playan, E., Lecina, S., Isidoro, D., Aragües, R., Faci, J., Salvador, R., Zapata, N. y Caverro, J. (2013). Living with drought in the irrigated agricultura of the Ebro basin (Sapin): Structural and water management actions. En: Schwabe, K., Albiac, J., Connor, J., Hassan, R. & Meza,

- L. (eds). Drought in arid and semi-arid regions. A multi-disciplinary and cross-country perspective. Springer, Dordrecht (The Netherlands).
- Quereshi, M., Schwabe, K., Connor, J. & Kirby, M. (2010). Environmental water incentive policy and return flows. *Water Resources Research*, 46. W04517.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas. BOE, núm. 176, de 24 de julio de 2001.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. BOE, núm. 294, de 8 de diciembre de 2007.
- Rico, M. y Gómez-Limón, J.A. (2005). Los mercados de agua: análisis de los condicionantes para su correcto desarrollo en España. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 206, 33-62.
- Sánchez-Zapata, J.A., Anadón, J.D., Carrete, M., Giménez, A., Navarro, J., Villacorta, C. & Botella, F. (2005). Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodiversity and Conservation*, 14, 1627-1639.
- Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M., Varela, C. y Iglesias, E. (1998). *Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Vidal-Abarca, R. (2016). Situación Actual y Perspectivas de Futuro del Regadío Tradicional. En: *Jornada Técnica sobre el futuro del regadío tradicional en la Vega Baja del Segura*. 30 de septiembre. Universidad Miguel Hernández, Orihuela, 2016.
- Wheeler, S.A., Garrick, D., Loch, A. & Bjornlund, H. (2013). Evaluating water market products to acquire water for the environment in Australia. *Land Use Policy*, 30, 427-436.
- Wheeler, S.A., Loch, A., Zuo, A., Bjornlund, H. (2014). Reviewing the adoption and impact of water markets in the Murray-Darling Basin, Australia. *Journal of Hydrology*, 518, 28-41
- World Wildlife Fund (2005). Los mercados de agua y la conservación del medio ambiente. Oportunidades y retos para su implantación en España. www.wwf.es.
- Young, M. (2013). Trading into and out of trouble: Australia's water allocation and trading experience. En: Maestu, J., (ed). *Water trading and global water scarcity: International experiences*. RFF Press, Oxon (UK).