

# **ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LOS PRECIOS DEL AGUA EN LA REASIGNACIÓN DEL RECURSO ENTRE SECTORES A ESCALA DE CUENCA HIDROGRÁFICA: EL CASO DEL GUADALQUIVIR (SUR DE ESPAÑA)**

**María M. Borrego-Marín**

Grupo WEARE, Universidad de Córdoba

**Alfonso Expósito**

Universidad de Sevilla

**Julio Berbel**

Grupo WEARE, Universidad de Córdoba

## **RESUMEN**

A medida que aumenta la escasez de agua en todo el mundo, la actual asignación de los recursos hídricos disponibles y las crecientes presiones para que las nuevas actividades utilicen recursos "adicionales" no existentes, han agravado la competencia por el agua entre usos alternativos. En este contexto, las políticas de precios parecen ser una medida adecuada para reasignar el recurso escaso con el fin de maximizar los rendimientos económicos globales. Este estudio evalúa los impactos potenciales de las políticas de fijación de precios del agua en la reasignación del recurso entre usos alternativos dentro de una cuenca hidrográfica. El modelo propuesto tiene en cuenta todos los sectores económicos relevantes, incluidos la agricultura, la industria y los hogares, y plantea cuatro escenarios distintos de fijación de precios. Los resultados muestran que los cambios en las políticas de precios afectan fundamentalmente al sector agrícola, mientras que los usos no agrícolas manifiestan una respuesta más inelástica.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La escasez de agua y la creciente competencia intersectorial por los recursos disponibles agravan la necesidad de una asignación eficiente y sostenible del agua. En este contexto, las políticas de fijación de precios del agua se han considerado un instrumento económico adecuado para garantizar una gestión eficiente del recurso y para hacer frente a las crecientes presiones socioeconómicas. Una gran cantidad de literatura ha explorado la efectividad de las políticas de fijación de precios del agua para

gestionar la demanda en sectores alternativos (hogares, industria, agricultura, etc.) y lograr ciertos objetivos de conservación (ver ejemplo, Espey et al. 1997; Dinar, 2000; Olmstead y Stavins, 2007). La mayoría de los economistas del agua sostienen que los enfoques basados en el precio para promover un uso más eficiente de los recursos hídricos (especialmente en aquellos lugares que sufren de escasez de agua) y/o alcanzar objetivos de conservación, son más rentables que los enfoques no basados en el precio (Olmstead y Stavins, 2009). Sin embargo, las reformas de precios diseñadas explícitamente para estos fines rara vez se observan. El trabajo de Dinar (2000) contiene varios estudios de caso de reformas de los precios del agua en sectores agrícolas, industriales y residenciales, llegando a la conclusión de que los factores de la economía política impiden la implementación de reformas de precios teóricamente eficientes.

A nivel de la Unión Europea (UE), la Directiva Marco del Agua (European Union, 2000) requiere que los Estados miembros de la UE implementen instrumentos económicos para administrar los recursos hídricos y lograr un buen estado ambiental de las aguas superficiales y subterráneas. Específicamente, la Directiva destaca la importancia de estimar el valor económico de los usos del agua, el coste de los servicios de agua asociados y la cantidad de ese coste que se recupera de los usuarios, alentando el uso del precio del agua como una herramienta para lograr un uso eficiente del recurso. Sin embargo, poco se ha avanzado en esta dirección. Según el Informe de cumplimiento de la Comisión (CE, 2007), una de las principales deficiencias en la implementación de la DMA es la evaluación económica de las medidas de fijación de precios y los problemas de recuperación de costes. Específicamente, destaca la falta de métodos para calcular los costes (incluidos los costes ambientales y del recurso) y los beneficios (incluidos los servicios de los ecosistemas). De lo contrario, no será posible para ella garantizar la implementación de políticas de precios efectivas ni evitar medidas desproporcionadas e inadecuadas.

Los precios son cruciales porque son señales poderosas para desencadenar cambios en el comportamiento, y la relación entre los precios del agua y el uso eficiente del recurso es cercana (Cabezas et al. 2008). En ciertas regiones, como el sur de España, se dice que el uso del agua subterránea es cuatro veces más eficiente que el del agua superficial, ya que los agricultores buscan ser altamente productivos para cubrir todos los costes directos (en términos de inversión en infraestructura y energía) (Corominas y Del Campo, 2000; Buchberger y Cabrera, 2010). Esto rara vez ocurre en el caso de las aguas superficiales, donde el riego es extremadamente subsidiado por los precios públicos del agua y no se recuperan los costes financieros (ni ambientales ni del recurso): “En más de un tercio de los Estados Miembros, los agricultores no pagan por sus extracciones de agua” (EC 2012: 45). Este fenómeno prevalece en los Estados del sur de Europa con estrés hídrico, donde el precio del agua está de forma sistemática por debajo del precio eficiente (especialmente en el sector agrícola), por lo que, debido a las curvas de demanda con pendiente descendente, el uso del agua tiende a ser mayor que el nivel eficiente (Olmstead y Stavins, 2007).

Además, la DMA establece que la recuperación de costes de los servicios de agua debe analizarse para diferentes usos del agua, que deben estar al menos desagregados en hogares, industria y agricultura. Por lo tanto, los intentos de evaluación de los impactos de los precios del agua a escala de cuenca deberían adoptar un enfoque multisectorial. En este sentido, encontrar maneras de lograr resultados económicos positivos en la gestión de los recursos hídricos requiere la ayuda de herramientas de modelado para analizar el impacto de escenarios de políticas alternativas (George et al. 2007). A través del uso de un modelo simple para estimar las funciones de la demanda de agua sectorial, este estudio analiza los impactos potenciales de las políticas de fijación de precios del agua (en diferentes escenarios) en el uso y consumo intersectorial del agua, así como la eficacia de estas políticas en la reasignación de agua entre usos alternativos dentro de la cuenca.

La metodología propuesta simula cambios en el uso del agua para todos los sectores relevantes en la cuenca del Guadalquivir (GRB) como consecuencia de diversos cambios en las políticas de fijación de precios del agua. GRB es un ejemplo de una cuenca madura y cerrada, con la mayoría de los recursos hídricos ya asignados entre los usos agrícolas y no agrícolas, y las crecientes presiones para que las nuevas actividades usen recursos "adicionales". Entre los factores clave que influyen en esta situación está el sector agrícola, que es el mayor usuario de agua (la agricultura de regadío representa alrededor del 85% de las extracciones totales de agua dulce en la cuenca). Debido a su alta eficiencia de riego (como resultado de una intensa modernización del regadío durante las últimas décadas), la agricultura tiene retornos netos relativamente bajos en comparación con otros usos en la cuenca.

## **2. METODOLOGÍA**

Los métodos para evaluar los impactos de la reasignación de los recursos hídricos como resultado de ciertas medidas de política económica (como la fijación de precios del agua) son numerosos en la literatura científica (ver Brouwer y Pearce, 2005; Young, 2005; entre otros). Sin embargo, los estudios existentes generalmente han representado pequeñas áreas espaciales y/o han abordado usos específicos (Booker et al., 2012). Por lo que sabemos, no hay estudios que analicen los efectos de las políticas de fijación de precios del agua en el uso y consumo del agua desde un enfoque multisectorial y en una cuenca donde los recursos hídricos disponibles se agotan. En este sentido, este estudio pretende ayudar a llenar este vacío.

La metodología presentada en este estudio circunscribe a un enfoque determinista, ya que considera un conjunto único de condiciones de límites fijos (por ejemplo, condiciones hidrológicas) y parámetros (por ejemplo, elasticidad constante de los precios de la demanda de agua). Por lo tanto, no se consideran variables estocásticas determinadas en el modelo.

El modelo propuesto estima las curvas de demanda específicas por sector. Por lo tanto, el objetivo principal es evaluar las demandas en competencia entre los diferentes usos a escala de cuenca. Adicionalmente, en el análisis se aplicará un enfoque económico estricto a la evaluación de los efectos derivados de los escenarios de precios del agua alternativos, donde las demandas de agua limitan el uso total de los recursos disponibles en el análisis de un periodo (por lo tanto, con una naturaleza estática).

Los sectores económicos se clasifican según la importancia y las características del uso del agua. Los sectores propuestos para los servicios de agua en la cuenca son:

- [1] Agricultura
- [1a] Agricultura de secano
- [1b] Agricultura de regadío
- [1c] Ganadería
- [2] Energía (termosolar)
- [3] Energía (hydroeléctrica)
- [4] Energía (refrigeración)
- [5] Industria
- [6] Servicios
- [7] Navegación
- [8] Hogares

Siguiendo a Gibbons (1986), la valoración del agua se puede estimar de manera diferente si el recurso se considera un bien intermedio o final. Cuando el agua es un insumo para un proceso de producción (es decir, la agricultura de regadío), la demanda de agua se puede derivar del aislamiento de la contribución marginal del agua al valor de la producción total (por ejemplo, el método del valor residual), por lo que se utiliza un enfoque de estimación deductiva. Cuando el agua es un bien final (es decir, la demanda urbana), las técnicas de valoración inductiva basadas en el análisis econométrico o estadístico de los datos observados para estimar el precio y la respuesta pueden ser más apropiadas. En nuestro caso específico, ambos tipos de enfoques analíticos se utilizan según el sector analizado. Con respecto al sector agrícola, una metodología de valor deductivo se ha considerado más apropiada para evaluar las diferencias de cultivos y de ubicación a lo largo de la cuenca. Con respecto al resto de los sectores económicos, una valoración basada en las elasticidades estimadas de los precios de la demanda de agua nos permite obtener funciones de respuesta al uso del agua ante cambios en los precios del agua.

Por lo tanto, la metodología utilizada en este trabajo está organizada en las siguientes fases:

- (1) Definición de línea de base: una caracterización adecuada de los sectores económicos en la cuenca en términos de uso del agua, consumo de agua y coste actual del agua.

- (2) Estimación de las funciones de respuesta con respecto a los cambios en el precio del agua para los diferentes sectores económicos.
- (3) Análisis de los cambios en el uso y la asignación del agua como consecuencia de los cambios en las políticas de fijación de precios del agua.

La evaluación económica de escenarios simulados puede proporcionar información sobre los beneficios e ineficiencias de las decisiones de políticas alternativas en una etapa *ex ante* (Harou et al., 2009). Además, desarrollar diferentes escenarios es valioso porque proporciona una base para la discusión y un marco para la planificación estratégica (George et al., 2007). Con el fin de evaluar los impactos globales de los precios del agua en el uso del agua y el consumo entre los diferentes sectores económicos, nuestros escenarios de precios del agua serán los siguientes:

- 1) Escenario actual: precios corrientes (CP).
- 2) Recuperación total de costes financieros (FFCR).
- 3) FFCR + 0.06 Euro/m<sup>3</sup>.
- 4) FFCR + 0.12 Euro/m<sup>3</sup>.

La metodología propuesta presenta varias limitaciones. Una relevante viene del hecho de que no se hace ninguna consideración sobre los costes de transacción, así como los beneficios y costes sociales derivados de la reasignación de los recursos, ya que su estimación implica dificultades considerables (Davidson et al, 2009), quedando fuera del ámbito de este estudio.

### **3. CASO DE ESTUDIO**

El río Guadalquivir es el más largo del sur de España, con una longitud de alrededor de 650 km. Su cuenca abarca una superficie de 57.527 km<sup>2</sup>, y una población de 4,1 millones de habitantes. La cuenca tiene un clima mediterráneo con una distribución de precipitación heterogénea, la temperatura promedio anual es de 16.8 ° C, y el promedio de precipitación anual es de 573 mm, con un rango entre 260 mm y 983 mm (desviación estándar de 161 mm). El promedio de recursos renovables en la cuenca asciende a 5.078 hm<sup>3</sup>/año (mediana). En un año normal, un volumen potencial de alrededor de 8.500 hm<sup>3</sup> se puede almacenar en un sistema complejo e interconectado de 65 presas. Los principales usos de la tierra en la cuenca son el uso forestal (49,1%), el uso agrícola (47,2%), las zonas urbanas (1,9%) y los humedales (1,8%) (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2015).

La Autoridad de la Cuenca del río Guadalquivir declaró una moratoria en las nuevas tierras de regadío en 2005. Desde entonces no ha habido un aumento de la oferta y la demanda ha estado bajo control. Sin embargo, se ha producido cierta reasignación de agua durante la última década con la ayuda de un conjunto de instrumentos

complementarios. GRB es un ejemplo de uso combinado de un conjunto de herramientas de reasignación, que operan con algunas limitaciones y está fuertemente condicionado por las preferencias históricas y los patrones de uso. La reasignación en GRB ha sido posible mediante el uso combinado de: a) Administración pública, b) Mercados de agua, c) Asignación basada en el usuario, d) Precio del agua y e) Innovaciones tecnológicas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Modelización de la demanda de agua como respuesta a los incrementos en el precio del agua

La Figura 1 muestra la integración de las funciones de respuesta en los usos del agua ante los incrementos de precios marcados en los distintos escenarios tanto para la agricultura de regadío como para el resto de los sectores económicos, así como la función de respuesta global (integrada) de la cuenca. La función de demanda agregada para el resto de sectores de la economía presenta una respuesta más inelástica ante los incrementos de precios que la agricultura de regadío.

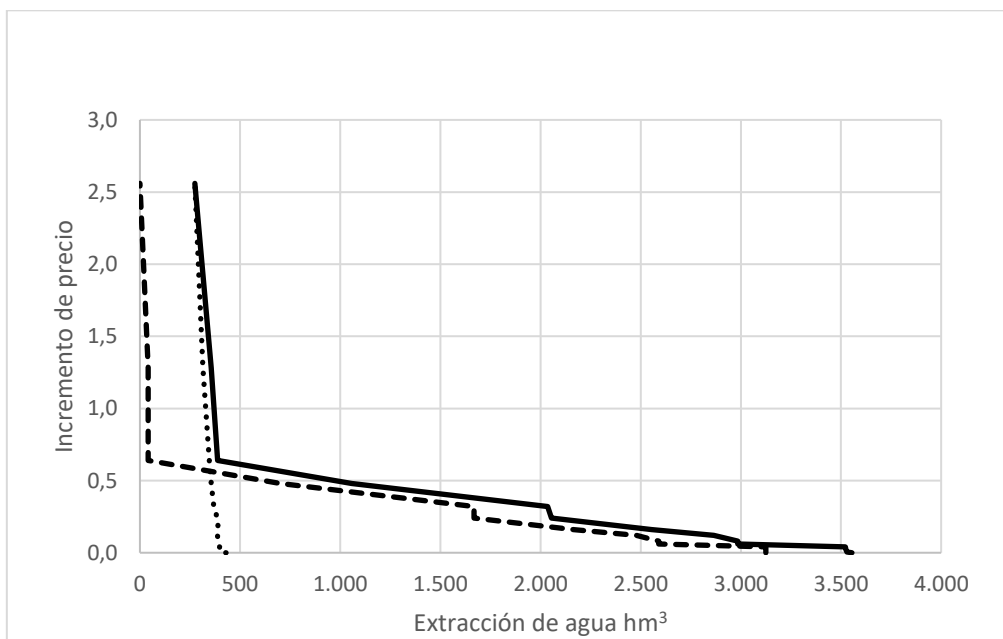


Figura 1. Funciones de respuesta. Fuente: elaboración propia. Nota: La línea discontinua es la demanda agregada de agua de riego, la línea de puntos es la demanda agregada del resto de sectores y la línea continua es la demanda total de agua con la integración de ambos (riego y resto de sectores económicos).

En este caso, no se incluyen los usos del agua para la generación de energía hidroeléctrica y los usos para la navegación. La energía hidroeléctrica tiene una prioridad más baja en el GRB, ya que el agua solo se turbinada y se libera para el interés de los otros usos, incluidos los usos ambientales. Por lo tanto, el agua disponible para la energía hidroeléctrica debe considerarse como una consecuencia de las decisiones

tomadas por el regulador para suministrar agua al resto de la economía y al medio ambiente. En el caso de la navegación, este uso está limitado a la parte inferior del RB (desde el océano Atlántico, cerca del Parque Nacional Natural de Doñana, hasta el puerto interior de la ciudad de Sevilla).

#### **4.2. Evaluación de la efectividad de los precios del agua: cambios en el uso del agua por sector**

La Tabla 1 refleja la evolución en el uso del agua en los diferentes sectores ante los cambios en los precios del agua. La reducción en el uso del agua se debe principalmente al ahorro de agua en la agricultura, mientras que los usos no agrícolas manifiestan una respuesta más inelástica.

Tabla 1. Uso del agua (hm<sup>3</sup>) por sector en diferentes escenarios de precios.

Sector	CP	FFCR	FFCR + 0,06	FFCR + 0.12
Agricultura	3.145	3.141	2.604	2.176
<i>Agricultura de secano</i>	-	-	-	-
<i>Agricultura de regadío</i>	<i>3.126</i>	<i>3.125</i>	<i>2.590</i>	<i>2.164</i>
<i>Ganadería</i>	<i>19</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>12</i>
Energía (termosolar )	9	9	9	9
Energía (hidroeléctrica )	10.139	10.139	9.913	9.741
Energía ( refrigeración )	10	9	9	8
Industria	68	66	65	63
Servicios	63	59	59	58
Navegación	250	250	250	250
Hogares	261	246	243	241
Provisión total	13.945	13.919	13.152	12.546
Agua extraída (no hidroeléctrica y no navegación)	3.556	3.530	2.989	2.555

## **5. CONCLUSIONES**

La Directiva Marco Europea del Agua (DMA) (European Union, 2000) adopta un enfoque integrado para la gestión del agua y otorga un papel fundamental a los instrumentos económicos, incluido el uso de los "precios del agua" y la "recuperación total de los costes" (Art. 9) como una medida eficiente para lograr los objetivos ambientales.

En lo que respecta al uso del precio del agua como un instrumento para inducir el ahorro de agua en el sector doméstico una revisión de ocho países de la UE (EEA, 2013) concluye que:

“(..) en Francia, Alemania y España, los resultados para el sector de los hogares sugieren que los precios establecidos tienen un efecto relativamente menor en la cantidad de agua demandada (es decir, la demanda de agua es inelástica al precio)”.

En el caso de la agricultura de regadío, para aumentos moderados de los precios (es decir, los aumentos del coste del agua para alcanzar la recuperación total de los costes financieros), la respuesta es limitada, y es necesario un aumento desproporcionado de los precios para inducir un ahorro significativo de agua. Esto es consistente con los hallazgos de (De Fraiture y Perry, 2002) o (Expósito y Berbel, 2017), por citar algunas referencias.

Esperamos que este análisis (y su método asociado) sirva para que las autoridades de cuenca (RBA) evalúen de manera sencilla los efectos potenciales de las políticas de fijación de precios del agua en el agua utilizada y el consumo desde un enfoque intersectorial.

## REFERENCIAS

BOOKER, J.F., HOWITT, R.E., MICHELSEN, A.M. and YOUNG, R.A. (2012). Economics and the modeling of water resources and policies. *Natural Resource Modeling* 25(1), 168-218.

BROUWER, R. and PEARCE, D. (2005). *Cost-benefit analysis and water resources*. Cheltenham: Management, Edward-Elgar.

BUCHBERGER, S. and CABRERA, E. (2010). Water and city in the 21<sup>st</sup> century. A panoramic vision. In Cabrera, E. and Arregui, F. eds. *Water engineering and management through time. Learning from history*. CRC Press Balkema.

CABEZAS, F., CABRERA, E. and MORELL, I. (2008). El agua: una cuestión de Estado. Perspectiva desde la Comunidad Valenciana, Asociación Valenciana de Empresarios, Valencia, Spain.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, 2015. Proyecto de Revisión del Plan Hidrológico de la Demarcación del Guadalquivir (2º ciclo).

COROMINAS, J. and DEL CAMPO, A. (2000). El papel económico de las aguas subterráneas en Andalucía. Papeles de la Fundación Botín, nº 8. Available from: <http://www.fundacionbotin.org/file/10455/>

DAVIDSON, B., HELLEGERS, P. and SAMAD, M. (2009). Assessing the economic impact of redistributing water within a catchment: a case study on the Musi catchment in the Krishna basin in India. IWMI working paper 134, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.



DE FRAITURE AND PERRY (2002). Why irrigation water demand is inelastic at low prices ranges. Irrigation Water Policies: Micro and Macro Considerations Agadir, Morocco, 15-17 June, 2002, 2002.

DINAR, A. ED. (2000). The Political Economy of Water Pricing Reform. New York: Oxford University Press.

DINAR, A. and SALETH, R.M. (2005). “Issues in water pricing reforms: from getting correct prices to setting appropriate institutions.” In Folmer, H. and Tietenberg, T. eds. International Yearbook of Environmental and Resource Economics, Cheltenham: Edward Elgar.

EC (2007). Towards sustainable water management in the European Union. First stage in the implementation of the Water Framework Directive 2000/60/EC. Accompanying document to the Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. COM (2007) 128 Final, European Commission, Brussels.

EC (2012). The role of water pricing and water allocation in agriculture in delivering sustainable water use in Europe- Final Report. European Commission, Brussels.

EEA (2013). Assessment of cost recovery through pricing of water. EEA Technical Report n° 16/2013.

ESPEY, M., ESPEY, J. and SHAW, W.D. (1997). Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis. Water Resources Research 33, 1369-1374.

EUROPEAN UNION. DIRECTIVE 2000/60/EC; European Union: Brussels, Belgium, 2000.

EXPÓSITO, A., and BERBEL, J. (2017). Agricultural irrigation water use in a closed basin and the impacts on water productivity: The case of the Guadalquivir river basin (Southern Spain). Water, 9(2), 136.

GEORGE, B.A., MALANO, H.M. and DAVIDSON, B. (2007). Integrated water allocation-economic modeling at a catchment scale International Congress on Modelling and Simulation, Christchurch, Dec 10–14, 2007, 322-329.

GIBBONS, D.C. (1986). *The economic value of water*. Resources for the Future, Washington, DC.

HAROU, J.J., PULIDO-VELÁZQUEZ, M., ROSENBERG, D.E., MEDELLÍN-AZUARA, J., LUND, J.R. and HOWITT, R.E. (2009). Hydro-economic models: concepts, design, applications, and future prospects. Journal of Hydrology 375, 627-643.

OLMSTEAD, S.M. and STAVINS, R.N. (2007). Managing water demand: price vs. non-price conservation programs. Pioneer Institute White Paper, n°. 39. Boston, MA: Pioneer Institute.

OLMSTEAD, S.M. and STAVINS, R.N. (2009). Comparing price and non-price approaches to urban water conservation. *Water Resources Research*, 45(4), 1944-1973.

YOUNG, R.A. (2005). *Determining the economic value of water: concepts and methods*. Resources for the Future, Washington DC.