





EL AGUA EN ESPAÑA: BASES PARA UN PACTO DE FUTURO

EDITORES

Maite M. Aldaya y M. Ramón Llamas

AUTORES

Maite M. Aldaya, Enrique Cabrera, Emilio Custodio,
Lucia De Stefano, Alberto Garrido, Elena López-Gunn,
M. Ramón Llamas, Fermín Villarroya y Bárbara A. Willaarts

CON APORTACIONES DE

María del Carmen Cabrera, Daniel Chico, Javier Calatrava, Carmen Coletto,
Aurélien Dumont, Nuria Hernández-Mora, Rosa Huertas, Luis Martínez Cortina,
Pedro Martínez-Santos, Beatriz Mayor, Insa Flachsbarth, Dolores Rey,
Marta Rica, Gloria Salmoral, Nora Van Cauwenbergh, Pedro Zorrilla

Septiembre de 21012



FUNDACIÓN
BOTÍN

ÍNDICE

- x PRÓLOGO
- x SÍNTESIS
- x INTRODUCCIÓN
- x **CAPÍTULO 1. CUANTIFICACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA**
- x 1.1. ¿POR QUÉ LA METRIFICACIÓN DEL AGUA ES NECESARIA PARA SU MEJOR GESTIÓN?
- x 1.2. CONTABILIDAD Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
- x 1.3. GESTIÓN Y USOS DEL AGUA EN ESPAÑA
 - x 1.3.1 HUELLA HÍDRICA EXTENDIDA EN ESPAÑA
 - x 1.3.2 GESTIÓN Y USO DEL AGUA EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
 - x 1.3.3. RECURSOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA
 - x 1.3.4 EL NEXO AGUA-ENERGÍA
- x **CAPÍTULO 2. LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LOS USOS DEL AGUA**
- x 2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MASAS DE AGUA
- x 2.2 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA
 - x 2.2.1. EL CAMBIO CLIMÁTICO
 - x 2.2.2 LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO Y LA GESTIÓN FORESTAL
 - x 2.2.3 EL SECTOR URBANO: NECESIDAD DE UN AMBICIOSO PLAN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN
 - x 2.2.4 EL SECTOR AGRARIO COMO USUARIO DE AGUA Y FUENTE DE CONTAMINACIÓN
- x **CAPÍTULO 3. EL CONTEXTO QUE ENMARCA LAS POLÍTICAS DEL AGUA DEL FUTURO**
- x 3.1. LA EVOLUCIÓN DE LOS CONCEPTOS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA E HÍDRICA Y SUS IMPLICACIONES PARA ESPAÑA
- x 3.2. LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA Y SU IMPLICACIÓN Y EFECTOS EN LA POLÍTICA DEL AGUA EN ESPAÑA
- x 3.3. LA REFORMA DEL MARCO INSTITUCIONAL ESPAÑOL EN LA GESTIÓN Y POLÍTICA DE AGUAS
- x 3.4. DE LA CONFRONTACIÓN A LA COOPERACIÓN O SOBRE CÓMO PRIORIZAR EN LA CREACIÓN DE UN MARCO INSTITUCIONAL ROBUSTO
- x **CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS DE MEJORA**
- x 4.1 LA POLÍTICA DE PRECIOS Y DE RECUPERACIÓN DE COSTES
- x 4.2 LOS MERCADOS DE AGUA
- x 4.3 LA MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS
- x 4.4 LA ACCIÓN COLECTIVA DE LOS USUARIOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- x 4.5 TRANSPARENCIA EN LA GESTIÓN DEL AGUA
- x 4.6 SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA
- x CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- x REFERENCIAS
- x GLOSARIO



PRÓLOGO

OBSERVATORIO DEL AGUA DE LA FUNDACIÓN BOTÍN
JULIO DE 2012

Esta monografía resume las principales aportaciones conceptuales y conclusiones prácticas del libro *“Water, agriculture and the environment in Spain: Can we square the circle?”* [Agua, agricultura y medio ambiente en España: ¿Es posible cuadrar el círculo?], publicado en 2012 por la editorial Taylor and Francis.¹ Este nuevo título ha sido precedido por una veintena de libros y otros documentos científicos y de trabajo sobre recursos hídricos que la Fundación Botín (FB) ha producido desde 1998, y que se pueden descargar desde la página web de la FB (www.fundacionbotin.org/agua.htm). Lo que sigue es una breve historia de actividades de la Fundación Botín en el área de los recursos hídricos.

En 1998, en respuesta a la propuesta de Emilio Botín O’Shea, miembro de su Patronato, la FB inició un análisis multidisciplinar de los problemas de las aguas subterráneas en España. El estudio, dirigido por el Prof. M.R. Llamas, culminó, tras casi cinco años de intenso trabajo, con una presentación en el Foro Mundial del Agua en

Kioto, en marzo de 2003. La monografía (PAS nº 13; Llamas, 2003) es un resumen de este proyecto, que tuvo, entre otros resultados importantes, un claro impacto en las normas relativas a la gestión de las aguas subterráneas, que se incluyeron en el Plan Hidrológico Nacional aprobado en 2001.

Entre los años 2004 a 2008, los programas de investigación de la FB en relación con los recursos hídricos se centraron principalmente en la organización del Segundo y Tercer Seminario Internacional sobre el Agua, celebrados en Santander en los años 2005 y 2007. Las ponencias presentadas en estos talleres fueron publicadas en dos libros: *“Water Crisis: Myth or Reality?”* (Rogers *et al.*, 2006) y *“Water Ethics”* (Llamas *et al.*, 2009), que pueden ser descargados gratuitamente desde la web de la FB.

El Observatorio del Agua de la Fundación Botín (FB-OA) fue creado formalmente en el año 2008 para dedicarse inicialmente a realizar estudios y difundir la metodología de la huella hídrica. En la actualidad, las actividades del FB-

¹ **Editores:** Lucía De Stefano, M. Ramón Llamas; **Autores:** Elena López-Gunn, Lucía De Stefano, Bárbara A. Willaarts, Alberto Garrido, Emilio Custodio, M. Ramón Llamas, Maite M. Aldaya, Daniel Chico, Gloria Salmoral, Aurélien Dumont, Enrique Cabrera, Marta Rica, Laurent Hardy, Jerónimo Rodríguez; **Colaboradores:** María del Carmen Cabrera, Javier Calatrava, Carmen Coletto, Nuria Hernández-Mora, Rosa Huertas, Luis Martínez Cortina, Pedro Martínez-Santos, Beatriz Mayor, Niemeyer Insa, Dolores Rey, Nora Van Cauwenbergh, Fermín Villarroja, Pedro Zorrilla.



OA incluyen tres líneas principales, (i) un *think-tank* para la innovación en gestión de recursos hídricos, (ii) un lugar de encuentro de expertos nacionales e internacionales en este campo y (iii) la transferencia de nuevos conocimientos a la sociedad en general y a los gestores del agua, con énfasis en la gobernanza y el uso eficiente del agua, compatible con la conservación de los recursos naturales.

Desde 2008, el OA ha publicado ocho monografías (Papeles del Agua Virtual o PAV), cuatro monografías llamadas documentos SHAN (Seguridad Hídrica y Alimentaria y Cuidado de la Naturaleza) y un libro con el título *Water Fo-*

otprint and Virtual Water Trade in Spain: Policy Implications [Huella Hídrica y Comercio de Agua Virtual en España: implicaciones políticas] (Garrido *et al.*, 2010), también de libre acceso en la web del OA. En cierto modo, la obra que aquí se resume es una continuación de este último libro, ya que en el momento en que se terminó no había sido posible tener en cuenta algunos datos importantes, sobre todo en cuanto al papel de las aguas subterráneas, debido a los retrasos en la publicación de los nuevos planes hidrológicos de cuenca.

Al mismo tiempo, el Observatorio del Agua ha continuado sus relaciones y actividades in-

ternacionales. En 2008 se celebró en Santander el Cuarto Seminario de la FB *Re-thinking Water and Food Security* [Reconsiderando el Agua y la Seguridad Alimentaria]. El correspondiente libro (Martínez-Cortina *et al.*, 2011) se presentó en la Semana Mundial del Agua de Estocolmo de 2010. También en 2010 tuvo lugar en Santander el Quinto Seminario de la FB titulado *Water and Food Security in a Globalized World: Cooperation vs. Confrontation* [Agua y Seguridad Alimentaria en un Mundo Globalizado: la Cooperación Frente a la Confrontación], cuyas aportaciones se han incluido en un número especial de la revista *Water Policy* (Vol. 14, Sup. 1, 2012).

El libro "*Water, agriculture and the environment in Spain: Can we square the circle?*" [Agua, agricultura y medio ambiente en España: ¿Es posible cuadrar el círculo?], que se resume y comenta en esta monografía, es el resultado del esfuerzo conjunto del FB-OA, en colaboración con varios expertos en recursos hídricos. Gracias al apoyo de la FB, el OA constituye hoy un *think-tank*, es decir un grupo de reflexión, formado por 15 personas cuyos *currícula* pueden verse en la web del OA. El objetivo de este grupo es analizar los problemas relacionados con los recursos hídricos, con independencia de pensamiento y siguiendo un enfoque interdisciplinar.

Desde el comienzo sus objetivos principales se han centrado en el caso español. Sin embargo, en este mundo globalizado, los problemas del agua en España no se pueden analizar desvinculados del resto del planeta. Por lo tanto, desde los primeros trabajos en 1998, el OA siem-

pre ha considerado el caso español enmarcado en una perspectiva internacional. Así, desde 2011 ha ampliado su labor trabajando en América Latina en colaboración con instituciones nacionales de investigación. Los siete países participantes en el proyecto son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú.

Este proyecto de investigación, titulado *Water, food and energy security and care of nature in Spain and Latin America* [Seguridad hídrica, alimentaria y energética y cuidado de la naturaleza en España y América Latina], fue presentado en Estocolmo durante la Semana Mundial del Agua de 2011. Los resultados preliminares del proyecto se presentaron en Marsella en marzo de 2012 durante el Sexto Foro Mundial del Agua. Se espera que cada país complete su análisis en 2013 y que el OA resuma los resultados de los siete países en un libro.

Desde su nacimiento el OA se ha distinguido por el clima de libertad de pensamiento, huyendo de lo "políticamente correcto" y por su esfuerzo para encontrar con rigor científico soluciones útiles para la sociedad española, en primer lugar, pero también para la "aldea global" que es hoy este planeta azul.



SÍNTESIS

Esta monografía se inspira en la afirmación: “*Los problemas de agua del mundo se deben, en general, a una mala gestión o gobernanza, y no a su escasez*”. En concreto, analiza si esta afirmación se aplica al caso de España, uno de los países más áridos de la Unión Europea. La conclusión, cuyos resultados aquí se resumen, apoya claramente la idea de que los problemas del agua de España no se deben a su escasez física sino a una gestión inadecuada y a un uso ineficiente.

En la mayoría de los países, la cuantificación sistemática del uso del agua, tanto desde el punto de vista de la producción como del consumo, se encuentra en sus albores, aunque se está desarrollando rápidamente. Esta monografía contribuye a cuantificar los flujos de agua dentro de la economía, las necesidades del medio ambiente, la productividad económica del uso del agua y los impactos relacionados. El objetivo es elaborar sistemas de información que permitan definir criterios de asignación y de gestión del agua que sean capaces de sustentar una *economía verde*, una economía capaz de mejorar el bienestar del ser humano y la equidad social, y comprometida con la reducción de los riesgos ambientales.

La cuantificación o “metrificación” de los usos del agua y su valor monetario es un primer paso que es necesario para explorar las posibles reasignaciones de *agua azul* (superficial y subterránea) entre usuarios y entre usuarios y el medio ambiente, y así contribuir a la resolución de muchos de los conflictos hídricos de España. Cuanto mejor informados estén los políticos, los grupos de interés y los responsables de la toma de decisiones, más fácil será avanzar hacia soluciones duraderas. Esta cuantificación permite a los gestores del agua tener información fiable sobre dónde, cómo y cuándo el agua está disponible, con qué calidad, y cómo se utiliza, qué ocurre con las aguas residuales, qué cantidad de agua se utiliza para producir bienes (*agua virtual*) para la exportación, qué cantidad se adquiere con las importaciones y, por último, valorar los impactos sociales, económicos y ambientales de los distintos usos del agua.

En España, alrededor del 85% del consumo de *agua verde* (agua de lluvia que se almacena en el suelo) y azul en las actividades humanas es para la producción de alimentos, fibras y otros productos agrarios, como los biocombustibles. Dentro del sector agrario, el agua verde supone una parte muy importante del consumo de agua.

Sin embargo, la relevancia del agua verde normalmente se ignora en las estadísticas tradicionales internacionales y también en la mayoría de las estadísticas nacionales y en la planificación hidrológica.

La importancia del agua para el abastecimiento humano, urbano, turístico, industrial, energético y minero es muy grande, pero buena parte de los problemas de su disponibilidad en cantidad, calidad, momento y lugar son de relativa fácil solución tecnológica si se dispone de agua, aunque puede conllevar costes elevados y suponer importantes obras de infraestructura. Sin embargo en países semiáridos con condiciones climáticas y suelos apropiados para la agricultura, como en España, la mayor parte del agua es demandada por la agricultura. Por eso en esta monografía el énfasis se pone en esta última, dado que es probablemente la agricultura el sector con mayor peso en la problemática actual española del agua y en la posibilidad de encontrar soluciones que beneficien a todos.

Con relación al uso consuntivo de agua azul (superficial y subterránea), el 10% de la misma sustenta alrededor del 90% del valor económico de la producción agrícola de regadío. El consumo total de agua de los sectores agrarios en los que España es realmente competitiva (olivar, vino, frutas y hortalizas) es muy inferior al que se usa en la producción de muchos otros en los que no es tan competitiva (cereales, oleaginosas, algodón, tabaco, patata o forrajes). Esto quiere decir que con reasignaciones relativamente pequeñas de agua otorgada a usos agrarios para riego, se podrían atender las necesidades para el abastecimiento, la industria y el

turismo, así como una mejor conservación de los ecosistemas acuáticos.

Sin embargo, esta redistribución del agua es una tarea no exenta de dificultades. Además de los argumentos económicos, hay que tener en cuenta otros elementos importantes. Hay que equilibrar los valores utilitarios (cuantificables) y los intangibles (no siempre cuantificables, pero que es necesario tener en cuenta para formular soluciones aceptables para la sociedad), como los valores culturales, espirituales o de equidad inter-generacional. Si se ignoran o subestiman estos elementos intangibles, la gestión del agua puede desembocar en situaciones de muy difícil resolución, lo que desgraciadamente ocurre con frecuencia.

Esta monografía intenta dar un paso adelante al analizar de modo realista la complejidad de la gestión del agua en España y su uso eficiente, y sugiere posibles caminos para conseguir a corto y medio plazo una mejor gobernanza del agua, al identificar sus elementos esenciales.

Por ejemplo, el comercio global de alimentos y fibras, y por tanto del agua usada para producir esos bienes o productos –agua virtual– contribuye notablemente a reducir drásticamente las crisis de escasez hídrica y alimentaria, tanto “estructurales” como las asociadas a las sequías, y también mejora la eficiencia en el uso económico del agua. Esto es ya una realidad en diversas regiones españolas, donde no sería posible el gran desarrollo agropecuario actual sin el aporte de agua virtual –en forma de materias primas agrarias con las que se fabrican los piensos para el ganado– procedente de otros países.

En buena medida, España depende de las importaciones de productos de bajo valor económico y alto contenido de agua virtual. Entre estos productos destacan los cereales y la soja y sus derivados, importados de Brasil, Argentina, Europa oriental y EE.UU. principalmente, para ser transformados en productos de exportación de alto valor, sobre todo carne y productos elaborados.

Otro elemento clave de la ‘ecuación de la buena gobernanza’ son las aguas subterráneas, que siguen sin recibir la debida atención y consideración. En algunos casos se olvida que desempeñan un papel crucial como fuente de agua y de seguridad hídrica, tanto en los abastecimientos como en los regadíos, y su papel esencial para el medio ambiente.

Por último, también hay una clara relación bidireccional entre agua y territorio, con múltiples implicaciones técnicas, legales y de gestión. El incremento de la superficie de regadío pero también el abandono y la forestación de muchas tierras antes cultivadas, tienen importantes implicaciones para la planificación hidrológica de las cuencas. De hecho los cambios forestales parecen tener una influencia determinante en la reducción observada de caudales de muchos ríos. Los cambios de uso del suelo constituyen un aspecto clave desde un punto de vista práctico, con un impacto que puede ser similar o mayor que el posible efecto del cambio climático y por tanto influye en la planificación del agua a corto y medio plazo.

Por otro lado no se puede descuidar la clara relación que existe entre agua y energía: el agua es necesaria para producir energía –como

demanda y como consumo– y hace falta energía a lo largo de todo el sistema hídrico, desde el abastecimiento de agua, hasta la captación y el tratamiento de las aguas residuales. Es una relación que opera en ambos sentidos, y que además tiene una incidencia negativa en la producción de gases de efecto invernadero si los recursos de agua no se usan de forma eficiente.

La monografía tiene en cuenta la creciente necesidad de compatibilizar el uso humano del agua con la conservación del medio ambiente. En España –un país semiárido de clima mediterráneo– la tradición y el peso de la historia son muy importantes en el uso del agua. Los intereses de grupos sociales, el uso político del agua para conseguir votos, la rivalidad entre regiones, la obsesión por ocultar los fallos, la creciente percepción ciudadana sobre el valor ambiental del agua y otros muchos elementos intangibles pueden determinar las decisiones finales en cuanto a la gestión del agua y su uso eficiente. Se necesita normativa y además voluntad política para aplicarla y salvar los escollos en el camino. Esto va a requerir paciencia y una intensa labor de educación para que los nuevos conceptos o paradigmas calen en la sociedad española. El Observatorio del Agua de la Fundación Botín quiere contribuir a esta tarea de divulgación y abrir el debate con la realización de esta monografía.

La implementación de la Directiva Marco del Agua (DMA) europea ha supuesto un “antes y después” en la política del agua en España, por ejemplo al exigir una mejora sustancial del estado de los recursos hídricos, al requerir una política de precios que transmita señales de es-

casez, a la llamada a una mayor participación de la sociedad civil en la gestión y planificación del agua y en la necesidad de la recuperación de los costes o de los servicios del agua.

España dispone de varios mecanismos para mejorar la eficiencia y gestión de los recursos hídricos. De una parte, los mercados de agua, que tienen la doble función de transmitir una señal de escasez del recurso y de facilitar la reasignación de derechos de agua mediante su intercambio entre usuarios o entre usuarios y el Estado para reforzar las funciones ambientales. De otra, la modernización de regadíos, en la que el nivel tecnológico del sistema productivo y empresarial español está en la vanguardia, entre los diez primeros países del mundo. Otros logros notables son los planes y políticas de preparación para los períodos de sequía –un modelo en la Unión Europea–, la acción colectiva de los usuarios de aguas subterráneas –en la que hay ya una experiencia apreciable– o la mejora paulatina en la transparencia de los organismos de cuenca responsables de la gestión del agua.

En el contexto del presente cambio de época, el aumento de la población, la globalización, la creciente urbanización, el cambio climático y global y las reformas en el sector económico y financiero marcan y condicionan el futuro. Parece necesario adecuarse al momento actual porque lo que era razonable hace pocas décadas, tal vez hoy ya no lo sea. Algunas visiones tradicionales, fuertemente enraizadas en la cultura y el sentir de las personas, en estos momentos dificultan que la sociedad española sintonice con una nueva política del agua que responda a las cambiantes realidades.

Para esto hace falta una nueva actitud por parte de los partidos políticos, que con cierta frecuencia han venido utilizando el agua como arma para conseguir votos. Afortunadamente, desde hace ya unos pocos años, algunos influyentes políticos reconocen la necesidad de llegar a un Pacto de Estado sobre el Agua. En el Observatorio del Agua de la Fundación Botín tenemos la convicción de que ese Pacto no es difícil de alcanzar y que la base sólida sobre la que debe asentarse es concienciar a la sociedad española de que la gestión del agua tiene que adaptarse a las nuevas realidades y a los retos futuros. Esta monografía aporta unas primeras bases que demuestran que es posible construir el Pacto de Estado sobre el Agua que se está reclamando social y políticamente.

INTRODUCCIÓN

Los problemas del agua en el mundo son debidos a la mala gobernanza y no a su escasez física

Esta monografía se inspira en la afirmación precedente y explora hasta qué punto es aplicable a España, el país con mayor superficie semiárida y árida de la Unión Europea. Una conclusión práctica y trascendente es que en España buena parte de los conflictos por el agua entre las regiones podrían ser resueltos o mitigados con relativa facilidad.

Los trabajos aquí presentados tienen como punto de partida las numerosas publicaciones realizadas por el Observatorio del Agua y de modo especial el libro *Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain: Policy Implications* [Huella Hídrica y Comercio de Agua Virtual en España: Implicaciones Políticas] (Garrido *et al.*, 2010). En este libro se propuso un importante cambio en el planteamiento de las relaciones entre los usos del agua y la producción de alimentos en España, al destacar los siguientes aspectos de la agricultura española:

- A.** Con sólo el 10% del agua azul (superficial y subterránea) consumida para regadíos se produce el 90% del valor económico del sector agrícola.
- B.** España importa masivamente productos de bajo valor económico y con intenso uso de agua (esencialmente materias primas agrarias para producir piensos y concentrados para alimentación del ganado) y los transforma en

otros de alto valor económico, especialmente productos cárnicos, y los exporta, sumándolos a sus productos tradicionales (frutas y hortalizas, vino y aceite de oliva).

- C.** El comercio internacional de agua virtual permite compensar la reducción de la producción agrícola durante las sequías.

- D.** Aunque la reasignación de recursos basada en criterios económicos puede resolver muchos problemas de escasez de agua, es también necesario considerar los denominados valores “intangibles” del uso de agua, según la terminología del COMEST (UNESCO World Commission on Ethics of Science and Technology).

Sin embargo, en el libro de Garrido *et al.* (2010) no se trataron algunos aspectos relevantes de la gestión del agua en España. En los dos últimos años el OA ha avanzado en el camino, empezado con el libro de 2010, abordando algunos de estos temas. Los resultados de estos nuevos trabajos se presentan en detalle en el libro *“Water, Agriculture and the Environment in Spain: Can we square the circle?”* [Agua, Agricultura y Medio Ambiente en España, ¿Es posible cuadrar el círculo?] (De Stefano y Llamas, 2012), cuyos resultados más importantes se resumen en esta monografía.

CUANTIFICACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA EN ESPAÑA

El debate del agua en España en las últimas dos décadas ha estado marcado por mezclar los valores tangibles (medibles o cuantitativos) y los intangibles (difíciles de cuantificar, tales como los valores culturales, espirituales o de equidad inter- e intra-generacional). En un contexto de creciente competencia por el agua es fundamental no yuxtaponer las dimensiones y valores intangibles con los aspectos económicos y técnicos más fundamentales para su gestión.

El cambio de modelo que ha supuesto la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE, DMA) europea frente al modelo tradicional español de decisión participativa restringida a los usuarios y administraciones implicadas, es precisamente un mecanismo que puede ayudar a que la sociedad en su conjunto pueda expresar sus preferencias por los valores intangibles al mismo tiempo que informa con objetividad y transparencia sobre los valores “metrificables” (cuantificación de los agua consumida, valor económico relacionado y empleo). Al abrir los debates, hacer accesibles los datos, los informes y los detalles de los proyectos a realizar, se ha otorgado un papel a la sociedad civil para que pueda influir y defender sus ideas y objetivos.

Este capítulo presenta un resumen de la

evaluación cuantitativa o “metrificable” de varios aspectos de los usos del agua en España y su eficiencia. Se muestran los resultados de aplicación de la huella hídrica extendida al conjunto nacional, donde se aprecia la marcada importancia de la agricultura como primer consumidor de agua. El mismo enfoque se aplica al análisis de dos cuencas: Guadiana y Guadalquivir. También se presenta una primera aproximación al estado y uso de las aguas subterráneas en España, poniendo de manifiesto tanto los retos para conseguir alcanzar los objetivos de la DMA, como las lagunas de datos que todavía es necesario rellenar para conseguir una visión clara y fiable del papel de este recurso hídrico en la economía española. Finalmente, el binomio agua-energía ofrece posibilidades de mejoras recíprocas: el ahorro y uso eficiente del agua ahorra energía, y el de la energía ahorra agua.

1.1. ¿POR QUÉ LA METRIFICACIÓN DEL AGUA ES NECESARIA PARA SU MEJOR GESTIÓN?

En la gestión del agua hay una creciente necesidad de mantener el medio ambiente –capital natural y fuente de servicios a la sociedad– y tener en cuenta el componente humano, que integra

aspectos tan variados como las necesidades reales de las personas, los intereses de grupos sociales, el uso del agua como arma política para obtener votos, las rivalidades entre regiones, la aversión a los fracasos, y otros. Estos elementos, en muchos casos “intangibles”, a menudo son determinantes en la toma de decisión final y, a veces, llevan la gestión del agua a situaciones enfrentadas y aparentemente sin salida, en contra de lo que parecen indicar con claridad los datos “metrificables”.

Para que los valores intangibles conformen una base sólida para un Pacto del Agua, es fundamental propiciar su formulación y debate, al mismo tiempo que se ponen encima de la mesa los factores que sí se pueden medir y cuantificar. En estos procesos hay que buscar que las fuerzas resultantes sean equilibradas, evitando posiciones extremas, pero facilitando su evolución al compás del cambio en los valores de la sociedad.

1.2. CONTABILIDAD Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En la mayoría de los países, los sistemas de contabilidad del agua desde la perspectiva de la producción y del consumo están evolucionando rápidamente. Esto se debe a que hay una conciencia cada vez mayor de la necesidad de cuantificar los flujos de agua y su calidad dentro de la economía de un país o región, estimar las necesidades del medio ambiente y evaluar los impactos relacionados con las actividades económicas. Esta información es fundamental para poder mejorar la asignación, uso eficiente y ges-

tió de los recursos hídricos, y en definitiva su gobernabilidad.

Cuanto mejor informados estén los responsables de las decisiones, los grupos de interés y los políticos, más probabilidades hay de avanzar por ese camino. Para los gestores del agua esto significa tener acceso a información fiable acerca de dónde y cuándo el agua está disponible, con qué calidad, dónde y cómo se utiliza, qué coste y precio tiene el agua, qué ocurre con las aguas residuales, qué cantidad de agua se emplea para producir los bienes que se exportan y qué cantidad de agua entra en el país con las importaciones de productos, los impactos sobre los sectores sociales, económicos y ambientales, y, por supuesto, los valores intangibles.

Por el momento, y casi en todo el mundo, el análisis de la huella hídrica (HH, ver **Recuadro 1.1**) se ha centrado en los aspectos hidrológicos, es decir, las unidades físicas consumidas o empleadas. Una innovación importante de este trabajo es considerar también los aspectos económicos, sociales, y ambientales del uso del agua.

1.3. GESTIÓN Y USOS DEL AGUA EN ESPAÑA

La gestión del agua, a diferencia de la de otros recursos, exige un enfoque que combine aspectos locales, regionales y globales. Pero la mayor parte de la gestión se ha orientado hasta épocas muy recientes a las condiciones locales o regionales de las cuencas y está gobernada por estructuras e instituciones regionales o locales que tratan de poner en práctica las políticas gubernamentales, así como potenciar las actividades

Recuadro 1.1. Los conceptos de agua virtual y huella hídrica

El agua virtual es un concepto acuñado en la década de los noventa por el Prof. Allan (Allan, 2011), y se refiere al volumen de agua dulce utilizada para producir un producto o servicio. La huella hídrica es un indicador del uso del agua que incluye el consumo directo e indirecto de agua de un consumidor o productor (Hoekstra, 2003). Se puede calcular para un proceso, producto, consumidor, grupo de consumidores (por ejemplo, municipio, provincia, estado o nación) o para un productor (por ejemplo, una organización pública, empresa privada). Todos los componentes de la huella hídrica se especifican tanto geográfica como temporalmente (Hoekstra et al., 2011). La huella hídrica azul se refiere al consumo de los recursos de agua azul (aguas superficiales y subterráneas) a lo largo de la cadena de valor de un producto. La huella hídrica verde se refiere al consumo de los recursos de agua verde (agua de lluvia almacenada en el suelo). La huella hídrica gris toma en consideración la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de los contaminantes existentes basados en las normas ambientales de calidad del agua. Este último concepto es uno de los indicadores existentes para medir la contaminación debida a los usos del agua. Se trata de un indicador sin duda interesante, pero complejo y, por ello, todavía bastante controvertido. Por ello, apenas se considera en esta monografía.

Tradicionalmente, los países formulan planes hidrológicos nacionales mediante la evaluación orientada a cuantificar las demandas de los usuarios del agua y de los ecosistemas acuáticos y por lo general sólo referidas al agua azul. En la planificación se suelen considerar opciones para reducir esa demanda de agua y también para aumentar la oferta. Sin embargo, por lo general no se tiene en cuenta el comercio del agua virtual que incluye tanto el agua azul como el agua verde del propio país y de los países de los que se importan o a los que se exportan como productos. Como luego se explica, esto constituye una limitación con consecuencias prácticas y de política del agua.

del sector privado. Además, la gestión del agua tiene también una dimensión global, que es más sutil de entender. Algunos aspectos de la gestión del agua azul dependen directamente de los acuerdos y la cooperación en las cuencas hidrográficas transfronterizas y están relacionados con las transferencias de agua entre cuencas. En cambio, otros aspectos cada día más importantes se refieren al comercio de agua virtual (azul y verde), que depende de los acuerdos internacionales de comercio entre los países, con poca o nula relación con la gestión del agua en las cuencas hidrográficas. Por tanto, toda la gestión local y regional se debe analizar en un contexto

pan-regional e incluso global. De hecho, el factor probablemente más importante en el cambio de paradigmas en la política del agua es la globalización en general y concretamente el gran cambio que se ha producido en las últimas décadas en el comercio internacional de alimentos y fibras (agua virtual).

En este sentido, es importante llamar la atención sobre un aspecto que suele ser olvidado: la conveniencia de considerar cuidadosamente los efectos ambientales y sociales que pueden producirse en las regiones exportadoras de las mercancías (agua virtual), tanto positivos como negativos, y entre ellos cabe mencionar la

contaminación o la degradación de los ecosistemas. En definitiva, es esencial evaluar en la medida posible todos los efectos de los usos del agua, tanto desde el punto de vista local como global, y tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Esto es un aspecto básico de la economía verde (UNEP, 2012).

1.3.1 HUELLA HÍDRICA EXTENDIDA EN ESPAÑA

España es el quinto país con mayor huella hídrica (HH) del mundo: 2.461 m³ de agua al año por persona. Por delante quedan solo Níger, Bolivia, EEUU y Portugal. La huella hídrica media del mundo es de 1.385 m³/año y persona en el periodo 1996-2005. Se estima que de los 2.461 m³/año y persona de España, 338 m³ son de agua gris, 321 de agua azul y 1.802 de agua verde. Por comparar, de los 1.385 m³ al año por persona en el mundo, 216 m³ corresponden al color gris, 153 al azul y 1.015 al verde (Mekonnen y Hoekstra, 2011; Hoekstra y Mekonnen, 2012). No obstante, debido a las asunciones y simplificaciones en los datos de entrada, los cálculos nacionales clásicos de la HH deben interpretarse con cautela.

La agricultura española es el principal sector consumidor de agua azul y verde, con casi el 85% del total de la HH, pero en cambio tiene una importancia relativamente menor para la economía (2,3% del PIB en 2009) y el empleo (4,3% de la fuerza laboral en 2009) (Tabla 1.1). El abastecimiento urbano representa el 8% del agua consumida. La industria alcanza el 7% del total de agua consumida, contribuye con un 14% al PIB y emplea al 16% de la población activa (Garrido et al., 2010). Dentro del sector agrícola-ganadero, la

producción vegetal representa el 60% del PIB y los productos de origen animal el 35%; el 5% restante procede de la producción forestal y la pesca. Aunque la agricultura tiene una importancia pequeña en términos económicos para el conjunto del país, no pueden olvidarse otros efectos muy importantes que la actividad agraria puede proporcionar, como son el sustento de la vida rural, el mantenimiento del paisaje y su contribución a la seguridad alimentaria de cada país o región.

Dentro de la agricultura, los cereales (38%) y el olivar (20%) representan la mayor parte de la HH agrícola nacional, seguidos de los cítricos, frutas y cultivos industriales (Tabla 1.2). Las producciones de cereales y aceituna emplean mayoritariamente agua verde, es decir, se obtienen en producciones de secano. Sin embargo, el agua azul, a medida que aumenta la superficie de regadío, cobra cada vez más importancia. Por ejemplo, tanto el olivar como el viñedo duplicaron su superficie de regadío entre los años 2000 y 2010. Esto plantea un tema importante: ¿hasta qué punto es interesante para España dedicar agua azul para el regadío de cereales que tienen un bajo valor económico y pueden importarse? Es probable que la propia dinámica económica produzca ese cambio pues la situación actual proviene de una política de autosuficiencia alimentaria que hoy en día tiene un sentido relativo al estar dentro de la Unión Europea.

La Figura 1.1 muestra la HH del sector agrario español. La huella hídrica de los cultivos entre 1995 y 2009 aumentó un 5% hasta los 30.000 hm³/año²; la HH del sector ganadero (incluyen-

² 1 hm³ = un millón de metros cúbicos.

Tabla 1.1. Importancia relativa de la economía y de la ocupación de los sectores de la economía española y consumos de agua (azul y verde; nacional e importada) relacionados con cada sector.

Sector	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
% DEL PIB										
Agricultura, ganadería y pesca	3,8	3,7	3,5	3,4	3,1	2,7	2,4	2,5	2,3	2,3
Industria	18,8	18,3	17,7	17,2	16,7	16,3	15,8	15,6	15,6	14,6
Construcción	9,3	9,9	10,5	10,9	11,4	12,1	12,6	12,4	12,5	12,1
Turismo	11,6	11,5	11,1	11,0	10,9	10,8	10,9	10,8	10,5	10,0
Servicios*	46,9	47,3	48,0	47,8	47,8	47,4	47,2	48,6	50,8	53,2
% EMPLEO										
Agricultura, ganadería y turismo	6,1	5,8	5,8	5,6	5,4	5,1	4,7	4,5	4,4	4,3
Industria	19,4	19,0	18,5	17,9	17,3	16,8	16,3	15,8	15,6	13,6
Construcción	11,2	11,8	12,1	12,5	12,8	13,3	13,6	13,8	12,6	11,1
Turismo	11,6	11,5	12,0	12,12	12,37	12,78	13,3	13,6	13,8	10,8
Servicios*	51,8	51,8	51,6	51,9	52,1	52,0	52,1	52,3	53,6	53,8
CONSUMO DE AGUA (hm ³ /AÑO)										
Producción de cultivos	27.206	28.855	28.795	29.126	30.899	21.037	25.819	30.681	33.077	25.145
Ganadería	40.839	42.301	42.952	43.733	44.343	44.008	42.969	49.331	42.995	42.563
Industrial y Construcción	2081	1874	1870	1892	2007	1366	1677	1993	2148	1633
Turismo	518	467	466	471	500	340	418	496	535	407
Servicios (Urbanos*)	1735	1874	2012	2078	2047	2178	2077	1983	1921	1965

* Exceptuando al turismo, el sector servicios incluye un conjunto amplísimo de actividades: banca, seguros, abogacía, ingeniería, gestorías, atención médica, consultoría y otros.
1 hm³= un millón de metros cúbicos.

Tabla 1.2. Porcentaje de la HH nacional (%), HH por unidad (m³/t), productividad aparente del agua (PAA) (€/m³ de agua verde y azul, a precios nominales) y PAA del agua azul (€/m³) por tipo de cultivo (medias de 1995-1996 y 2007-2009).

Tipo de cultivo	MEDIA (1995-1997)				MEDIA (2007-2009)			
	% HH nacional	HH por unidad de producción (m ³ /t)	PAA (€/m ³)	PAA de agua azul (€/m ³)	% HH nacional	HH por unidad de producción (m ³ /t)	PAA (€/m ³)	PAA de agua azul (€/m ³)
Cereales	33,9	555	0,27	0,96	39,7	534	0,33	0,84
Legumbres y tubérculos	2,7	196	0,84	1,75	2,1	283	0,82	1,63
Cultivos industriales	10,3	297	0,30	0,47	4,9	273	0,33	0,59
Forrajes	4,8	46	2,22	4,79	7,2	69	1,44	2,68
Hortalizas	4,8	123	2,92	3,58	5,1	123	3,71	4,30
Cítricos	5,4	301	0,92	1,28	6,6	330	0,70	1,11
Otros frutales	8,2	674	0,60	1,33	7,4	685	0,78	1,59
Viña	7,2	454	1,00	10,23	6,9	357	1,03	3,98
Olivos	22,6	1.801	0,36	7,27	20,1	955	0,45	3,65

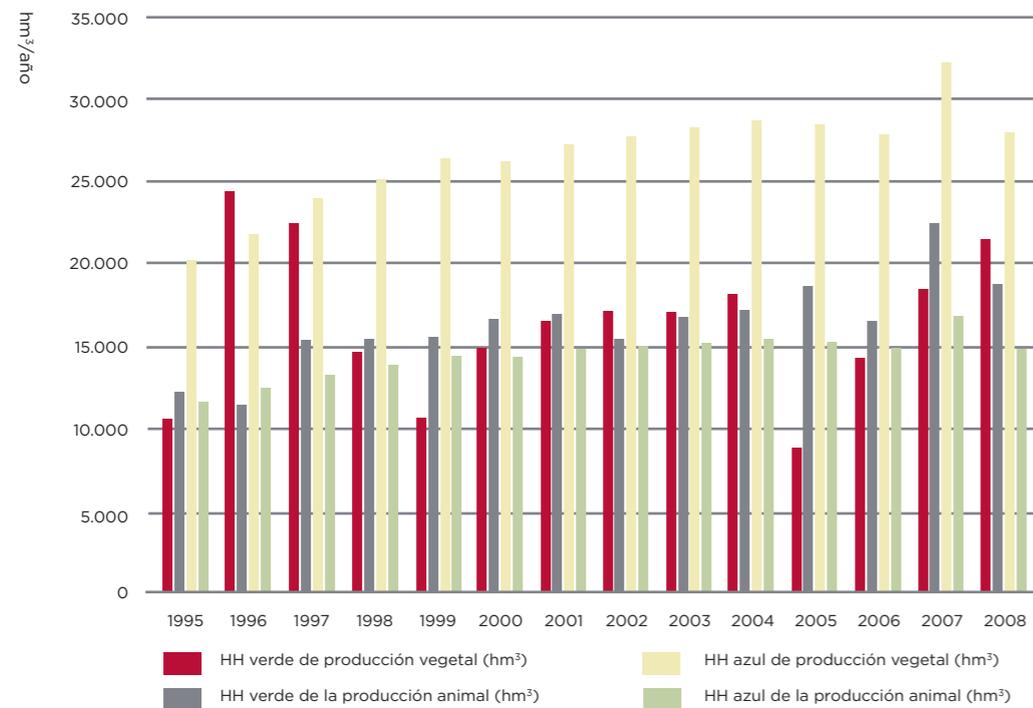


Figura 1.1. HH interna verde y azul de los cultivos y producción animal (año).

do la huella de los forrajes y piensos) en el mismo periodo aumentó un 30%, hasta los 45.000 hm³/año. Tanto las Tablas 1.1. y 1.2 como la Figura 1.1. muestran otro aspecto de gran interés: la rapidez en los cambios de usos del agua. Ello indica que no se puede tener una visión estática de la política del agua y que las variaciones futuras dependerán en buena parte de la política global.

Los productos que integran la mayor parte de la HH nacional (cereales y aceite de oliva), particularmente los cereales, tienen una menor productividad aparente del agua (PAA, €/m³), definida como el valor económico de los bienes producidos por unidad de consumo de agua, mientras que los cultivos hortícolas, viñedos y

forrajes presentan las mayores PAA. En cuanto a su tendencia, la PAA ha tenido un comportamiento diferente al de la HH. Los árboles frutales, cereales, hortalizas y aceitunas han aumentado su PAA (32% en el caso de los árboles frutales), mientras que la de las legumbres, cítricos y forrajes ha disminuido. Finalmente, la viña ha mantenido unos valores de PAA parecidos en los dos periodos considerados (Tabla 1.2).

Aunque el sector agrícola, es el sector que más agua consume, el valor económico que genera es pequeño. Con relación al uso consuntivo de agua azul, el 10% del agua sustenta alrededor del 90% del valor económico de la producción



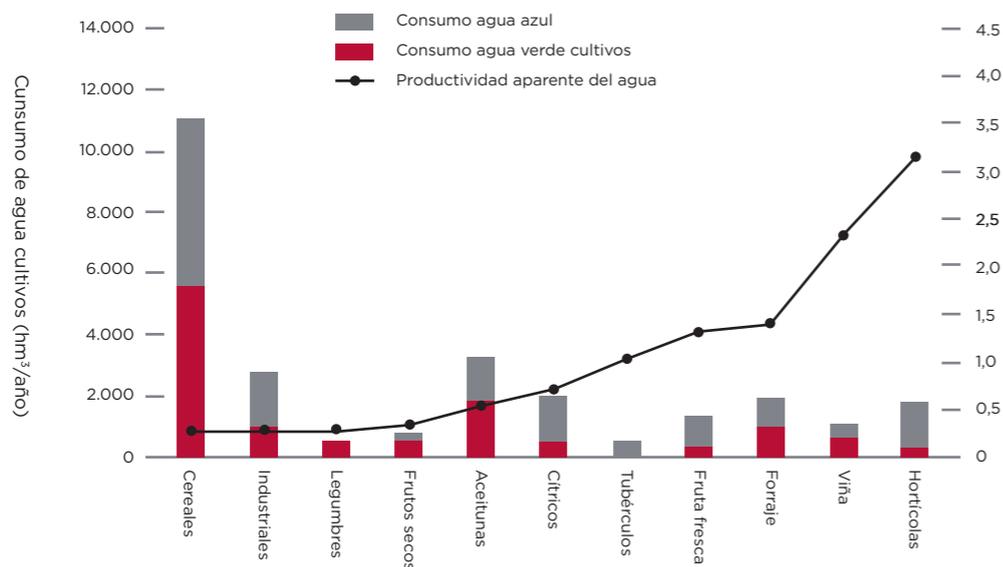


Figura 1.2. Productividad aparente del agua y huella hídrica azul y verde de la producción de cultivos en la agricultura española (año 2006). Fuente: Garrido *et al.* (2010)

agrícola de regadío (Figura 1.2). Esto quiere decir que con pequeñas reasignaciones del agua adjudicada al regadío se podrían atender todas las necesidades de abastecimiento, industria, energía y turismo. Es necesario trabajar con los agricultores para encontrar sinergias y soluciones de compromiso que satisfagan las necesidades humanas y ambientales y no supongan para ellos un deterioro económico, sino una mejora en su renta.

COMERCIO DE AGUA VIRTUAL

España es un importador neto de agua virtual: en un año España importa más agua virtual en materias primas agrarias de la que consumen todos sus sectores, incluido el estrictamente agrí-

cola, es decir la producción de las cosechas. Esta importación, principalmente de cereales y oleaginosas (soja y sus derivados), es casi exclusivamente de agua verde (más del 90%), y está relacionada con la producción de carne y las exportaciones, ya que muchos de los cereales y semillas oleaginosas importados se utilizan para la fabricación de piensos y concentrados empleados en la alimentación animal. España es un país con un saldo neto exportador de su industria cárnica de 1.600 millones de euros/año. En cuanto a la evolución en el tiempo, las importaciones y exportaciones de agua virtual aumentaron año a año (Figura 1.3). Las importaciones alcanzaron los 35.000 hm³/año, llegando a ser casi el doble de las exportaciones (12.000 hm³/año).



Figura 1.3. Flujos de agua virtual (AV) con relación a los cultivos (hm³/año).

La exportación de cultivos representa una pequeña parte de la producción total que es consumida en el país, pero es significativa en términos económicos. Los principales productos exportados son cítricos, hortalizas, trigo, vino, productos olivareros (aceite y aceituna) y carne de cerdo. El consumo total de agua de los sectores en los que España es realmente competitiva (olivar, vino, frutas y hortalizas) es inferior al que se usa en la producción de muchos otros en los que es muy poco competitiva (cereales, oleaginosas, algodón, tabaco, patata o forrajes). Por ello, parece probable que en un futuro próximo se vayan a producir importantes cambios en la asignación de agua azul para regadíos, en parte como efecto de los acuerdos en el marco de la Organización Mundial del Co-

mercio y de la reforma de la Política Agraria Comunitaria.

Al mismo tiempo, las exportaciones de productos nacionales están aumentando y se están exportando productos cada vez más valiosos y con menos contenido de agua virtual mientras que aumentan las importaciones. Esto permite reducir la presión sobre el agua al tiempo que aumenta el empleo –en parte más cualificado– ya que la industria y el comercio asociado son notables. España ha logrado desacoplar el crecimiento económico del consumo de agua y de los flujos de agua virtual: cada vez se utiliza menos agua por euro de valor añadido (Garrido *et al.*, 2010). La economía española ha crecido y progresado durante 1996-2008, consumiendo menos recursos hídricos propios por

euro de riqueza producida. Esta situación también se da en otros países industrializados y probablemente también se dará en los países emergentes (BRIC - Brasil, Rusia, India y China) y permite ver el futuro con cierto optimismo.

1.3.2 GESTIÓN Y USO DEL AGUA EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Desde la Declaración de Dublín sobre Agua y Desarrollo Sostenible en 1992, existe consenso sobre la utilización de la cuenca hidrográfica como unidad adecuada para analizar la disponibilidad y el uso del agua azul ya que en Dublín no se mencionan los conceptos de agua verde y/o huella hídrica que solamente se desarrollaron con posterioridad.

La DMA presenta un marco coherente y eficaz que puede ayudar a superar las limitaciones que aparecen a la hora de enlazar los aspectos ecosistémicos y económicos relevantes para la gestión del agua a nivel de cuenca. El objetivo último de la Directiva es alcanzar un “buen estado” ecológico y químico de todas las aguas comunitarias para el año 2015. La DMA constituye un marco normativo integrado porque obliga a redactar planes de gestión concretos y participativos que implican a las instituciones y a la ciudadanía.

Desde la aprobación de la DMA, en España se han dado pasos importantes en la superación de atrasos en la gestión económica del agua. Hoy resulta ya incuestionable la idea de que la racionalidad económica y la eficiencia del uso son elementos fundamentales de la administración del agua y, en consecuencia, hacer

bien las cuentas es una exigencia irrenunciable. En este contexto, la Comisión Europea ha recordado insistentemente al gobierno español que las tarifas de agua son demasiado bajas, lo que en parte incide en los conflictos hídricos entre las regiones. Se ha realizado un gran progreso en la protección del agua en España. Sin embargo en los balances aún no se consideran explícitamente los efectos que la importación de agua virtual (en forma de mercancías y productos) pueden tener para satisfacer las necesidades de agua dentro de las cuencas.

España ha sido el primer país del mundo en adoptar formalmente la huella hídrica para contabilizar el agua y para la elaboración de políticas de planificación en el contexto de la DMA. El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha publicado recientemente una monografía con el cálculo de la huella hídrica para cada cuenca española (MARM, 2011). Sin embargo, es dudosa la integración efectiva del concepto de HH en los nuevos planes hidrológicos de cuenca, en parte quizás porque es algo nuevo para muchos de los planificadores y probablemente porque su incorporación requiere coordinación con otras políticas.

La aplicación de la huella hídrica en las cuencas del Guadiana y el Guadalquivir muestra resultados interesantes en relación con el consumo de agua verde y azul y su valor económico asociado. En el caso del Guadalquivir se observa que el 80% de las precipitaciones se convierten en agua verde y sólo el 20% está disponible como agua azul en los ríos y acuíferos en la parte baja de la cuenca (Figura 1.4). La mayoría del agua verde (74%) es consumida en zo-

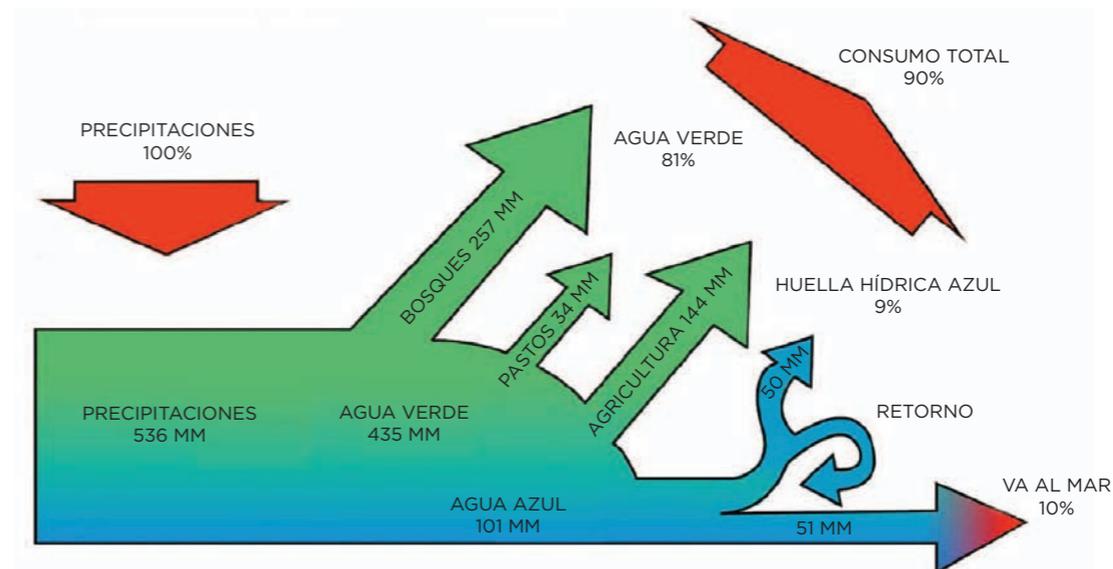


Figura 1.4. La huella hídrica de la cuenca del Guadalquivir dentro del ciclo hidrológico. Fuente: Salmoral *et al.* (2012)

nas forestales, mientras que el 26% restante es apropiación humana directa de agua verde (HH de la agricultura y los pastizales). El 50% del total de agua azul se consume en usos humanos (regadío, abastecimiento, e industria) y la otra mitad contribuye a sostener el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos hasta su desembocadura en el mar. Es probable que el análisis del Guadalquivir (Salmoral *et al.*, 2012) sea de los primeros estudios donde se analiza de manera conjunta los usos consuntivos del agua (azul y verde) y las necesidades hídricas de los sistemas forestales.

Tanto en la cuenca del Guadiana como en la del Guadalquivir, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua, con el 95% y 93% de la huella hídrica azul y verde total, respectivamente. La productividad económica del agua varía entre 0,4 €/m³ para los cultivos tradicio-

nales (cereales, maíz, algodón y arroz), 2 €/m³ para la aceituna y más de 4 €/m³ para las hortalizas. Pero la mayor productividad económica la presentan el turismo (más de 200 €/m³) y la energía termosolar (50 €/m³).

Este análisis muestra que se podría alcanzar una mejor gestión del agua a través de la reasignación de los recursos hídricos entre los distintos usos. Esta reasignación podría ocurrir sin conflicto social con los agricultores ya que las cantidades de agua azul requeridas para determinados usos de alto valor, por ejemplo producción de hortalizas, turismo y generación de energía termosolar, son una pequeña cantidad del consumo total de agua azul actual. Al mismo tiempo, el Gobierno debería promover una solución tipo ‘win-win’ (en la que todos ganen), lo que facilitaría a los agricultores el cambio hacia cultivos más productivos y menos contaminan-

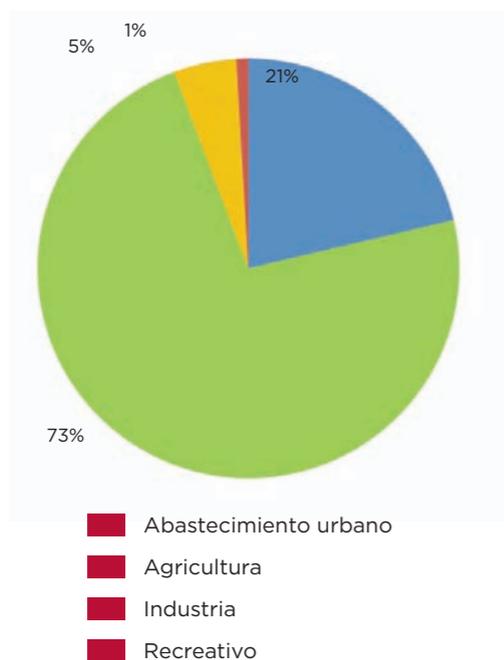


Figura 1.5. Demanda total estimada de agua subterránea por sector en España.

tes. Esta es la estrategia a seguir para que una política de “más beneficios económicos y cuidado de la naturaleza por gota de agua” dé unos resultados óptimos.

1.3.3. RECURSOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA

En España, como en la mayoría de los países áridos y semiáridos, durante el último medio siglo la explotación de las aguas subterráneas se ha realizado de forma poco controlada e individual, principalmente liderada por la iniciativa privada. Esto es un caso típico de la denominada

“revolución silenciosa” del uso intensivo de las aguas subterráneas, que ha producido importantes beneficios sociales y económicos, pero que en ocasiones ha dado lugar a una serie de efectos negativos sobre el medio ambiente (véase Recuadro 1.2). Sin embargo, todavía se suele prestar poca atención al agua subterránea y a su contabilidad.

En conjunto, hoy en día las aguas subterráneas casi satisfacen el treinta por ciento de los usos consuntivos de España, principalmente agrícolas (**Figura 1.5**). Los datos disponibles parecen indicar que el uso de las aguas subterráneas ha seguido aumentando en los últimos años, pasando de 5.000 hm³/año a finales de la década de 1990 a unos 7.000 hm³ en la actualidad.

El fuerte desarrollo del uso de las aguas subterráneas, a menudo fuera del control de las autoridades competentes, ha contribuido al deterioro de este recurso, que es esencial y merece y requiere la mayor protección. En los inicios de 2012, sólo el 54%³ de las masas de agua subterránea se encuentran en buen estado, debido a la explotación intensiva o la contaminación. Si las medidas previstas en los planes hidrológicos de cuenca definidos en el marco de la DMA se aplican con éxito, este deterioro se podrá reducir y se conseguirá que en 2027 (el tercer periodo de planificación) por lo menos el 80% de las masas de agua subterráneas estarán en buen estado.

El regadío con aguas subterráneas tiene un valor de unos 4.700 M€/año, es decir el 30% del valor de la agricultura regada en España. Si bien

³ Estos datos no incluyen Canarias, Ceuta y Melilla.

Recuadro 1.2. Caso de las Islas Canarias

Las Islas Canarias conforman un conjunto de pequeñas islas volcánicas en un entorno que va desde sub-húmedo a árido, con grandes diferencias de una isla a otra e incluso dentro de una misma isla. Las pueblan unos dos millones de habitantes. Estas condiciones producen unas circunstancias específicas de disponibilidad de agua que se abordan en cada una de las islas a través de los Consejos Insulares de Aguas.

Este archipiélago, con una disponibilidad de agua de alrededor de 300 m³/cápita/año, debería estar en una situación catastrófica si se analizara a través del prisma de los indicadores tradicionales de escasez de agua, ya que está por debajo del umbral de los 500 m³/cápita/año, considerado como escasez de agua extrema. Aunque las Islas Canarias están entre las regiones españolas en el cuartil más bajo de renta per cápita, no han sufrido graves problemas económicos y sociales en el último medio siglo ligados a sus recursos hídricos. Esto ha sido posible gracias a dos factores principales: a) el uso intensivo de las aguas subterráneas y la existencia de mercados de agua de gestión privada, y b) la desalación de agua de mar. No obstante, el uso intensivo de las aguas subterráneas ha tenido un fuerte impacto en la hidrología, en los servicios ambientales y en la consideración social del agua en el archipiélago, variables según las características específicas de cada isla, y que parecen demandar la necesidad de un claro cambio en los principios de gestión.

En las Islas el agua es cara, pudiendo superar 1 €/m³ en el caso del agua superficial (allí donde es posible tenerla), y del agua subterránea para regadío en momentos de alta demanda y del agua desalinizada, pero a un precio mantenido en las últimas décadas en unidades monetarias constantes. Aunque el agua es escasa y costosa, su uso ha permitido el desarrollo económico y social y la transición de una economía basada en la agricultura hacia el turismo y los servicios. Actualmente se está evolucionando hacia una situación hídrica más equilibrada, con menor consumo de reservas de agua subterránea y un papel creciente de la desalinización y posiblemente de la reutilización de aguas regeneradas (a veces con reducción de la salinidad), pero con altos costos de producción y algún daño ambiental. Esto lleva nuevamente a considerar con una perspectiva más amplia lo que se entiende por desarrollo sostenible.

en algunas regiones, como en Andalucía, se ha observado que el regadío con agua subterránea tiene una productividad más elevada que el regadío que utiliza aguas superficiales, el análisis de otras regiones españolas parece indicar que esta tendencia no es generalizable ya que hay diferentes variables que influyen.

El proceso de planificación exigido por la DMA ha supuesto importantes avances en el conocimiento de las aguas subterráneas y su utilización. Sin embargo, aún no se dispone de una visión de conjunto del agua subterránea y sus

usos a escala nacional. Además, todavía existen deficiencias en los datos disponibles, sobre todo en relación con a) el inventario (aguas públicas) y el catálogo (aguas privadas) de captaciones; b) el consumo real de agua; y c) valor económico de la agricultura de regadío diferenciados por el origen del agua.

1.3.4 EL NEXO AGUA-ENERGÍA

El nexo agua-energía presenta dos vertientes diferenciadas. Por un lado está la energía que es

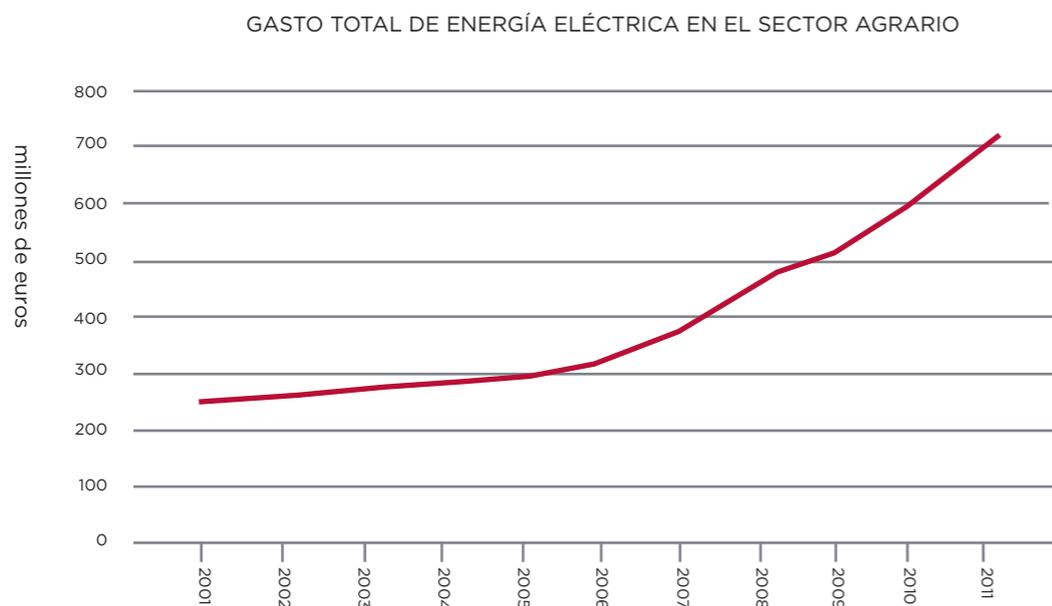


Figura 1.6. Gasto total de energía eléctrica en millones de euros en el sector agrario (Fuente: MAGRAMA, 2012a)

necesario incorporar en el ciclo del agua y en todos sus usos, por ejemplo para el transporte y la elevación masiva de agua, y la aplicación de procesos físicos y químicos para tratar las aguas blancas o potables y las aguas residuales urbanas o industriales. Por otro lado, el sector de la energía emplea el agua en las centrales hidroeléctricas y en los sistemas de refrigeración de todas las centrales térmicas (nucleares, de combustión de carbón, gas y fuel) y en las termosolares.

ENERGÍA PARA EL AGUA

En la **Tabla 1.3** se presenta un desglose del ciclo del uso del agua en España que permite identificar las etapas y su coste energético asociado.

Las captaciones o extracciones totales de agua alcanzan 35.000 hm³/año, incluyendo las consuntivas y las no consuntivas –algunas de las cuales son aguas marinas; el coste energético relacionado con la captación, tratamiento, distribución y depuración del agua es de 16.500 GWh/año. El coste energético en España está estimado en 0,45 kWh por cada m³ captado. Los datos de la tabla presentan la electricidad utilizada para captar, tratar, distribuir y descontaminar el agua utilizada en las distintas actividades económicas. No se ha incluido la componente de gas o petróleo del consumo energético en el sector agrario porque los últimos datos disponibles respecto a esta componente son de 1995, si bien se publica anualmente el gasto total en euros que se refiere

Tabla 1.3. Uso de energía relacionada con el agua en España para el año 2008

ETAPAS DEL CICLO	AGUA* (hm ³ /A)	ELECTRICIDAD (GWh/año)	PORCENTAJE DEL CICLO O ETAPA (%)
Etapa "Captación, abastecimiento + tratamiento de agua" (1)	34.940	10.418	66
Urbano	4.343	5.457	33,4
(Parte de desalación)	(694)	(2.275)	(13,9)
Agrícola	20.360	4.141	25,4
Energía**	8.683	521	3,2
Industria	1.554	299	1,8
Etapa "Distribución de agua" (2)	25.588	3.374	20,6
Residencial	2.540	440	2,7
Comercio	833	144	0,9
Municipal y otros	359	62	0,38
Industrial	286	49	0,3
Agrícola	20.360	2.469	15,1
Agua no registrada	1.210	210	1,29
Etapa "Tratamiento de aguas residuales" (3)	2.842	2.530	15,5
Recogida de agua	3.788	189	1,16
Depuración de agua	2.842	1.454	8,90
Agua reciclada	1.510	887	5,4
Total (Etapas (1)+(2)+(3))*** (GWh)		16.322	
Demanda eléctrica en España (GWh)		279.392	
Porcentaje		5,8%	

Notas: *La columna 'agua' da el volumen anual de agua involucrado en cada etapa del ciclo. **En energía se incluyen aguas marinas de refrigeración de centrales nucleares en zonas costeras. ***Total (Etapas) (1)+(2)+(3) suma los totales de energía de cada etapa. No se incluye la energía empleada *in situ* en los sectores industriales, energía u hogares.
Fuente: Hardy et al. (2012)

exclusivamente al gasto en energía eléctrica (ver **Figura 1.6**) (MARM, 2011). Tampoco están incluidos los usos finales del agua (por ejemplo calentar el agua en el hogar o en industrias), pero sí se contabilizan los usos energéticos del tratamiento y depuración del agua de las empresas y organismos que lo realizan.

Las etapas más costosas en términos de energía del ciclo del uso del agua en España son

la captación y el tratamiento previo al uso, que representan conjuntamente el 64% de la demanda total de electricidad relacionada con el agua (ver esquema representado en la Figura 1.7). Entre los años 2002 y 2009, la agricultura de regadío ha experimentado una transformación muy rápida. Hoy en día este sector representa el 40% de la demanda total de electricidad relacionada con el agua. El tratamiento de las

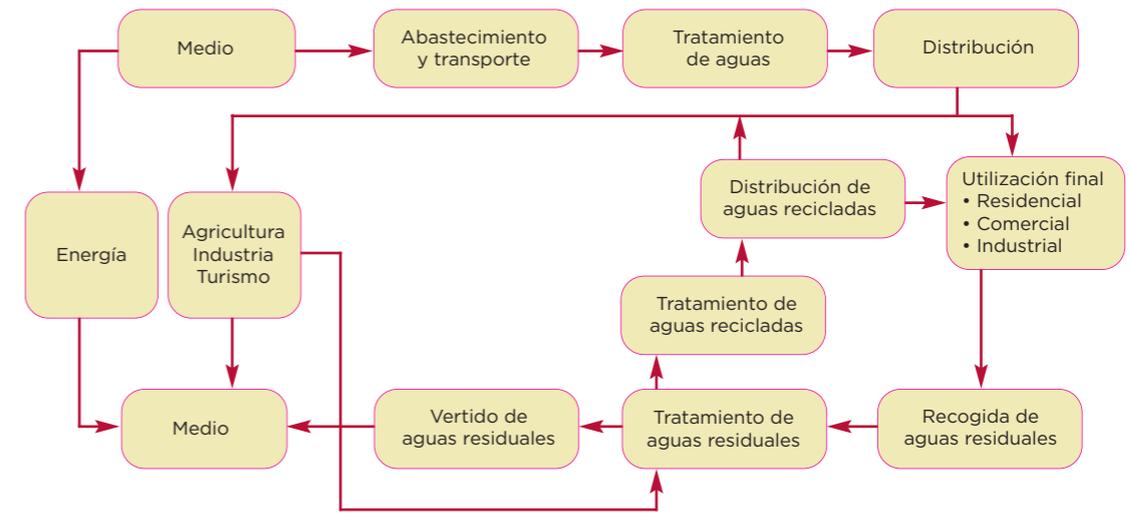


Figura 1.7. Ciclo de utilización del agua en España (Fuente: Hardy et al., 2012)

aguas residuales representa el 16% de la demanda total de electricidad relacionada con el agua, contando con que en el año 2008 el 83% del volumen de aguas residuales desde los sectores domésticos e industriales estaba tratado en plantas de depuración (EuroStat, 2008).

¿Qué significa que el 5,8% de la demanda total de electricidad en España (Tabla 1.3) esté relacionada con el agua? Un estudio realizado en California (CEC, 2005), con una metodología similar, estimó que el 19% de la demanda total de electricidad en California está relacionada con el agua. Este valor tan elevado es debido a que, a diferencia de lo que refleja la Tabla 1.3, el estudio sobre California tuvo en cuenta centenares de procesos dentro de los hogares (CEC, 2005). El sector urbano consume 28.000 GWh³ al año en California y sólo 5.500 GWh en España, siendo la población española un 21% mayor. Hay que te-

ner presente que en California existen 12 trasvases de agua que permiten trasvasar 10.000 hm³ al año –algunos con elevaciones de más de 1.000 m.–, mientras que en España el Acueducto Tajo-Segura, con diferencia el más grande de los que existen, tiene una capacidad de 1.000 hm³/año, pero en sus más de treinta y tres años de historia, solo en seis anualidades ha trasvasado más de 500 hm³. Por otro lado, los procesos del agua en los hogares podrían explicar también la diferencia de consumo de electricidad relacionada con el agua entre California y España: en base al estudio de IDAE (2010), el 21% de la energía primaria consumida en los hogares está asociada al agua caliente sanitaria, pero esto representa tan solo el 3% de la electricidad total producida (2.200 GWh/año).

AGUA PARA LA ENERGÍA

En el nexo agua-energía cobra cada vez más importancia la cantidad de agua que consumen o usan las plantas generadoras de energía. En primer lugar, cada tecnología generadora tiene unas necesidades diferentes. El sector de la energía sólo representa el 3,2% del consumo total de agua, pero en términos de volumen de agua usada alcanza el 25%.

La energía hidroeléctrica usa 24.000 hm³/año de agua y consume 1.250 hm³/año (Hardy y Garrido, 2010). Se pueden atribuir a la energía hidroeléctrica unas pérdidas de 2.600 hm³ por evaporación. Sin embargo, estas pérdidas se producen en embalses que ayudan a regular los caudales de las cuencas, sin los cuales se tendrían significativamente menos recursos

disponibles. Por ello, hay autores que no consideran recomendable sumar las pérdidas por evaporación en embalses en el cómputo de consumo de agua.

La energía nuclear representa el 50% de los usos totales de agua del sector español de la energía. No obstante, buena parte del agua captada en las centrales nucleares es devuelta a los cauces, aunque una fracción se evapora después; además hay que distinguir entre centrales nucleares de ciclo abierto de las de ciclo cerrado, y considerar que las de emplazamiento costero tienen un impacto pequeño sobre las aguas continentales.

Dentro de los usos consuntivos, la energía termosolar es una de las más eficientes entre las renovables en términos de necesidades de agua, por detrás de la energía eólica y fotovoltaica.

Recuadro 1.3. Transacciones de agua entre regantes y plantas termosolares: un ejemplo de gestión de la demanda y de flexibilidad de asignación sin aparentes perjudicados.

En la cuenca del Guadalquivir se contemplan unas necesidades totales de agua para el sector de las plantas termosolares de unos 50 hm³/año, que podrían provenir de la adquisición de derechos de agua o de tierras de riego por parte de las empresas promotoras. Los derechos de agua adquiridos por los promotores normalmente tienen uso agrícola en origen. El volumen concedido para la nueva actividad es un 36% menor a cambio de una mejora en la garantía de acceso al agua, que es esencial para asegurar el buen funcionamiento de esas plantas termosolares. Como en la Ley de Aguas los usos agrarios tienen prioridad sobre los industriales, y las plantas termosolares precisan mayor garantía de acceso, los derechos de agua asignados a usos termosolares, previamente ligados al riego, se modifican reduciendo su cuantía y aumentando la garantía de acceso. Este es un ejemplo de gestión de la demanda que incorpora flexibilidad y permite una adaptación a las características diferenciadas de cada uso final.

LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LOS USOS DEL AGUA

En pleno el siglo XXI, la política de un país semiárido, como España, puede y debe preocuparse por la gestión y conservación de sus ecosistemas e invertir en los esfuerzos necesarios. Por eso, el tradicional enfoque orientado a satisfacer la demanda de agua sin tener en cuenta el estado de los ríos y acuíferos resulta insuficiente, entre otros motivos porque los cada vez más frecuentes problemas de contaminación, condicionan la disponibilidad de agua según sean los costes de utilización y las necesidades de tratamiento. Como se verá a continuación, el reto es significativo ya que el cambio climático apunta hacia mayores dificultades en el futuro.

De igual forma, el uso del suelo, tan crucial desde la perspectiva de la valoración del agua verde, se ve fuertemente condicionado por los cambios en la Política Agrícola Común de la Unión Europea (PAC), que para el periodo 2014-2020 da una mayor consideración al agua y a la contaminación que produce la actividad agraria. Nunca antes la PAC se había acercado tanto a los objetivos de la Directiva Marco del Agua (DMA) europea como ahora. Tal vez, porque de lo contrario se volvería a caer en los graves errores del pasado y el hacerlo supone encontrar espacios *win-win* (en los que todos ganen). Por úl-

timo, la cuestión ambiental del agua es inseparable del régimen de tarifas, tanto para regantes como para usuarios de redes urbanas, en el primer caso porque el regadío debe internalizar más la escasez del agua y en el segundo porque un ambicioso plan de saneamiento requiere una fuerte financiación por parte de los usuarios.

2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MASAS DE AGUA

Uno de los objetivos más novedosos planteados en la DMA ha sido tratar de conciliar los usos del agua con la mejora ambiental de las masas de agua. Con esta finalidad, en cada demarcación los nuevos planes hidrológicos han incluido un detallado estudio sobre el estado ambiental de todas las masas de agua subterráneas. La gran novedad con respecto a ejercicios anteriores es que, además de analizarse el estado químico y los posibles problemas de contaminación, se ha evaluado también el estado cuantitativo, así como la calidad de las comunidades biológicas y en algunos casos el régimen hidromorfológico de las masas de agua superficiales. La inclusión de esta diversidad de criterios permite obtener una visión más completa sobre la funcionalidad

de los sistemas acuáticos y, en caso necesario, determinar los objetivos ambientales y el programa de medidas necesarias para su mejora.

De acuerdo con la información recopilada de los borradores de planes hidrológicos publicados o aprobados hasta el momento (junio 2012), en la mayoría de las cuencas el 50% de las masas de agua no alcanza el buen estado ecológico (Figura 2.1). Esta situación de deterioro

co en las distintas demarcaciones. En las cuencas meridionales, donde existe un uso intensivo en agua, apenas el 50% de los ríos, lagos, humedales y acuíferos alcanza el buen estado. En las cuencas del norte, donde existen menos problemas de escasez, las masas se encuentran en mejor estado, probablemente porque el elevado régimen de precipitaciones contribuye al mantenimiento de un mayor caudal, lo que favorece la oxi-



Figura 2.1. Situación actual de las masas de agua superficiales (izquierda) y subterráneas (derecha) en España. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los 18 borradores y planes demarcación disponibles hasta la fecha (Junio 2012)

afecta tanto a aguas superficiales como subterráneas, y es particularmente importante en el sur peninsular. Las cuencas del norte peninsular presentan una situación algo mejor, con una media por encima del 50% de masas superficiales en buen estado y superior al 75% en el caso de las aguas subterráneas.

Estos resultados evidencian que el estado ecológico actual de las masas de agua guarda una estrecha relación con el régimen de estrés hidri-

genación y renovación de las aguas y por tanto el desarrollo de comunidades biológicas de mejor calidad. En las cuencas septentrionales la intensidad de explotación de las aguas subterráneas también es considerablemente menor que en el sur.

Tal y como muestra la tabla 2.1, para el conjunto nacional apenas el 48% del total de masas de agua superficiales se encuentra en buen estado en este momento (2012). En el caso de las

Tabla 2.1. Resumen sobre el estado ecológico de las masas de agua superficiales (ríos, lagos, masas de agua de transición, y costeras) y estado cuantitativo y cualitativo de las masas de agua subterráneas en España. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos disponibles de los planes aprobados o en consulta pública a fecha actual (Junio 2012). No se incluyen los datos de las demarcaciones de Canarias, Segura, Júcar, Tajo, Ceuta y Melilla.

	BUEN ESTADO	MASAS SUPERFICIALES	MASAS SUBTERRÁNEAS
Estado Biológico/Hidromorfológico¹	Cumple	1964	n.a.
	No cumple	1487	n.a.
	S/E ³	863	n.a.
Estado Cuantitativo	Cumple	n.a.	431
	No cumple	n.a.	95
	S/E	n.a.	9
Estado Químico	Cumple	2702	367
	No cumple	220	166
	S/E	1392	2
Estado Conjunto²	Cumple	2075 (48%)	347 (64%)
	No cumple	1537 (36%)	186 (35%)
	S/E	702 (16%)	2 (1%)

¹ En la mayoría de las Demarcaciones sólo se ha evaluado el estado biológico y no el hidromorfológico.

² El estado de las masas de agua superficiales viene determinado por su estado biológico, hidromorfológico y químico. El estado de las masas de agua subterráneas está condicionado por su estado cuantitativo y químico o cualitativo.

³ Masas sin evaluar.

aguas subterráneas, apenas el 64% las masas de agua se encuentra en buen estado (54% si se consideran también los datos provisionales en las cuencas donde no hay plan disponible, ver página 27). Por encima de los problemas de explotación intensiva y a veces excesiva, la contaminación constituye el factor más importante responsable del mal estado de las masas de agua subterráneas en España (Tabla 2.1). En el caso de las aguas superficiales, los problemas están principalmente relacionados con el mal estado biológico e hidromorfológico, fruto de la sobrerregulación a la que están sometidos la mayor parte de los grandes ríos. España es el cuarto país del mundo con mayor número de grandes pre-

sas por habitante (aproximadamente 1.500), tema que está en estudio y debate.

2.2 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA

2.2.1. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Según los datos extraídos de los borradores y planes de cuenca disponibles, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX el régimen de aportaciones medio en muchas cuencas españolas se ha visto reducido entre un 10% y un 20%. En cuencas del Duero, el Guadalquivir, el Guadiana y el Júcar, esta reducción de aportaciones coin-

cide con una disminución de entre un 2 y un 8% de las precipitaciones anuales. Esta tendencia a la baja de precipitaciones pone de manifiesto que, a pesar de la variabilidad inherente del clima mediterráneo, se está produciendo una aridificación del clima en España, con importantes repercusiones para la gestión del agua. En otras cuencas, como las del Ebro, Ter y Llobregat, el régimen de aportaciones a los ríos y acuíferos también se ha visto disminuido, sin que la reducción de precipitaciones haya sido significativa. Por consiguiente, la reducción en el caudal de muchas masas de agua no se puede atribuir únicamente a una reducción de la lluvia en el ámbito peninsular. El incremento de la superficie de regadío y por consiguiente del régimen de extracciones, junto con los cambios de uso del suelo y el abandono del monte, son en opinión de muchos expertos algunos de los principales factores responsables de la paulatina reducción en el régimen de caudales (Lorenzo-Cruz *et al.*, 2012).

Los escenarios regionales de cambio climático publicados recientemente por el CEDEX (2011) indican que la tendencia de reducción de aportaciones registrada en las últimas cinco décadas es probable que continúe a lo largo del siglo XXI (Figura 2.2). Se prevé que las mayores reducciones en aportaciones superficiales ocurran en las cuencas meridionales: Guadiana, Cuencas Mediterráneas del Sur, Segura, Guadalquivir, Júcar y especialmente en Canarias. La capacidad de recarga de los acuíferos asociada vinculada directamente con el régimen de precipitaciones también se verá mermada entre un 10% y un 15% en las cuencas del sur y sudeste

peninsular.

De cumplirse estas proyecciones, el problema del mal estado de muchas masas de agua meridionales podría agravarse. Sin embargo, conviene matizar que las predicciones hidrológicas elaboradas por el CEDEX a partir de los escenarios A2 y B2 del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) todavía presentan un elevado nivel de incertidumbre.

Otra dimensión de importancia para garantizar la seguridad hídrica de España está relacionada con el posible aumento del número de eventos hidrológicos extremos. La probabilidad de sequías y sucesos extremos se ha incrementado desde mitad de los años cincuenta en algunas regiones, como el Valle del Ebro. Sin embargo a nivel nacional parece que esta tendencia no está tan clara. Los escenarios elaborados por el CEDEX no son concluyentes respecto al posible aumento de eventos extremos de lluvia, aunque si auguran un aumento de la frecuencia y duración de las sequías en buena parte de la España peninsular. Sin embargo, esta proyección es todavía incierta.

Es de esperar que una reducción en el régimen de precipitaciones y un posible incremento de los eventos extremos tengan importantes repercusiones para todos los sectores usuarios del agua, el medio ambiente y la sociedad en su conjunto. La agricultura, el sector de actividad socioeconómica que más agua consume, es probable que se vea fuertemente afectada por el cambio climático. Con la finalidad de aminorar los posibles efectos negativos se está trabajando en el campo de la mejora genética,

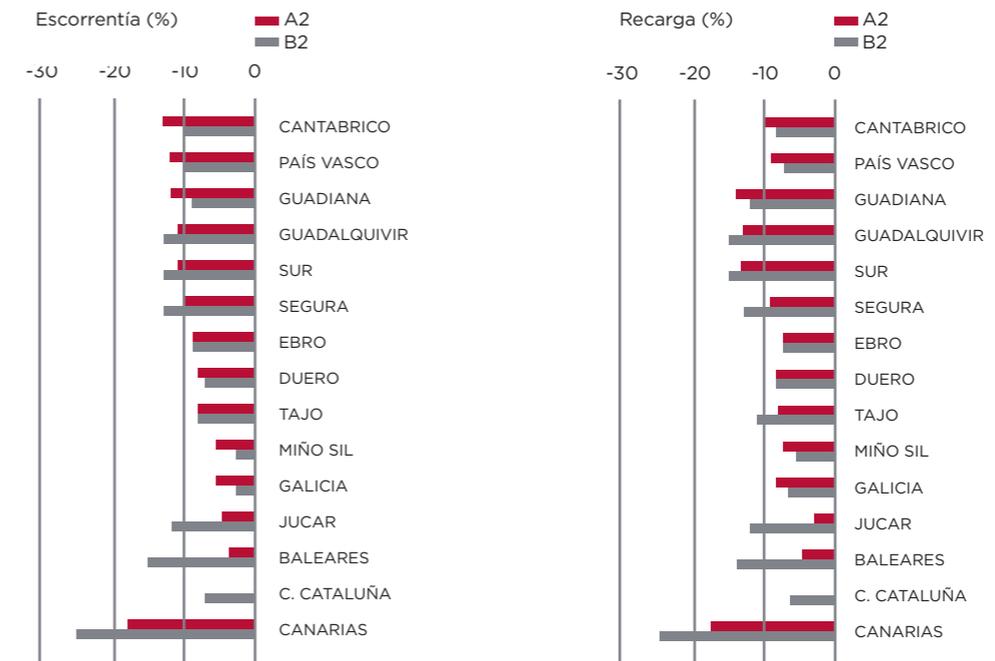


Figura 2.2. Previsible reducción de aportaciones y recarga anual según los escenarios A2 y B2 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) en catorce demarcaciones hidrográficas (2010-2040). Cada escenario de emisión refleja un grado diferente de evolución de diversos factores socioeconómicos: El escenario A2 describe un mundo muy heterogéneo, donde predomina la autosuficiencia y la preservación de las identidades locales; y el escenario B2 describe un mundo en el que el énfasis está en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Fuente: elaborado a partir de datos del CEDEX.

desarrollando variedades de cultivos más resistentes a las sequías, y facilitando la adaptación a los cambios de clima. Otra medida de adaptación importante es fomentar la producción agrícola de calidad en secano, de tal manera que la reducción de rendimientos se pueda ver compensada con una producción con mayor valor añadido o mitigada mediante los seguros agrarios que España tiene tan desarrollados y en continuo proceso de evolución. De hecho, la reforma de la PAC (2014-2020) que se está negociando en este momento, incluye la necesidad

de adaptación y mitigación del cambio climático y plantea en su primer pilar un paquete de ayudas de hasta un 30% para pagos condicionados a mejoras ambientales y un segundo pilar de programas plurianuales y desarrollo rural que priorizará programas y actuaciones de adaptación y mitigación.

Otro ámbito que se verá fuertemente afectado por el cambio climático es el de los ecosistemas forestales. El sector forestal tiene poca importancia como actividad económica en el conjunto de la economía española dado que re-

presenta menos del 1% del PIB. Sin embargo, los bosques y el resto de usos forestales (matorrales, pastos y dehesas) ocupan en torno a 27,5 millones de hectáreas, lo que equivale al 54% del territorio español. Dada su gran extensión, desempeñan un papel fundamental en los balances de carbono y agua en las cuencas. Además de representar los principales sumideros de CO₂, los usos forestales evapotranspiran alrededor del 40% de las precipitaciones medias anuales que recibe España, lo que les convierte en los principales consumidores de agua verde en las cuencas, por encima de la agricultura.

En un eventual escenario de cambio climático es muy probable que el aumento de la concentración de CO₂ y de temperatura acelere la fenología de los bosques y acabe convirtiéndolos en emisores netos de CO₂. Desde el punto de vista hídrico, una reducción de las precipitaciones, particularmente en zonas semiáridas, incrementará la competencia por el agua entre árboles y otros estratos de vegetación, lo cual incrementará su vulnerabilidad y podría potenciar el riesgo de incendios. Según las diversas investigaciones realizadas, un incremento de la temperatura y del CO₂ en la vertiente Atlántica aumentaría la productividad primaria de los bosques, potenciando su capacidad de secuestro de carbono. Este cambio funcional vendría asociado con un incremento de las tasas de evapotranspiración de las masas forestales, con consecuencias para el régimen de aportaciones. En regiones mediterráneas, donde la demanda hídrica forestal supera durante gran parte del año la disponibilidad de agua, el funcionamiento del bosque mediterráneo seguramente se modifi-

cará. Es probable que en estas regiones el déficit hídrico sea tan alto que llegue a limitar la productividad primaria de los bosques mediterráneos, reduciendo su capacidad de secuestro de carbono, incrementando su competencia por el agua, y provocando a la larga una reducción de la superficie arbolada.

Como medidas de adaptación al cambio climático se plantean distintas opciones para el sector forestal. La mayor parte de estas medidas están encaminadas a potenciar la gestión forestal como herramienta principal para evitar efectos indeseados. Una reducción en la intensidad de la poda para mantener un área basal forestal mayor favorece una mayor capacidad de secuestro de carbono, tanto en la parte aérea como en el suelo. Sin embargo, este aumento de la cubierta incrementará la demanda hídrica forestal. Por el contrario, un incremento de la intensidad de poda reduce la capacidad de secuestro de carbono en términos absolutos, pero tiene implicaciones positivas desde el punto de vista hídrico, dado que reduce la demanda hídrica de las cubiertas de vegetación, fomentando la generación de un mayor flujo de escorrentía. Los estudios llevados a cabo en España en bosques mediterráneos han confirmado que, a pesar de que la intervención forestal puede modificar los balances de carbono y agua, la capacidad de adaptación de estos bosques ante un eventual cambio climático es menor que la de formaciones ubicadas en climas más templados y cuyo régimen climático es menos extremo. El impacto final en la generación de recursos de agua, incluyendo la variación de interceptación de la lluvia, es aún muy incierto.

Tabla 2.2. Evolución de las superficies forestales en España entre 1996 y 2006, en millones de ha. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del II y III Inventario Forestal Nacional (IFN), MAGRAMA (2012b).

Uso Forestal	II IFN (1996)	III IFN (2006)
Bosques	9,8	14,9
Dehesa	2,3	2,4
Matorrales	2,1	1,3
Pastos	11,8	8,9
Total (10⁶ ha)	26,0	27,5

2.2.2 LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO Y LA GESTIÓN FORESTAL

Mejorar la gestión forestal constituye un elemento clave desde el punto de vista hídrico. Este tema ha recibido poca atención en el ámbito de la planificación hidrológica, a pesar de que en muchas cuencas ibéricas el 80% del total de precipitaciones se convierten en agua verde y su finalidad es la de mantener la productividad primaria de bosques y cultivos de secano (ver el Capítulo 1). La cuestión de fondo es que la fracción de precipitaciones que se convierte en agua verde está muy condicionada por la cubierta de vegetación y su composición. Bajo las mismas condiciones climáticas, una cuenca con una superficie boscosa densa consume una mayor fracción de precipitaciones que la misma cuenca con un mosaico mixto de formaciones arboladas, intercaladas con cultivos y pastos, y por consiguiente esto tiene implicaciones en el régimen de aportaciones de la cuenca aguas abajo.

Desde la entrada de España en la UE, los usos del suelo han experimentado importantes transformaciones. De acuerdo con los datos recopilados por el II y III Inventario Forestal Nacional, entre 1980 y 2006 la superficie forestal



ha aumentado en 1,5 millones de hectáreas (Tabla 2.2). Estos aumentos están relacionados con un aumento de la superficie de bosque, principalmente como resultado de: 1) los procesos de reforestación en áreas degradadas, 2) el aumento de los cultivos forestales y 3) la regeneración de la vegetación natural en zonas de cultivos marginales y de montaña abandonados. A pesar de las ventajas ambientales que sin duda

Recuadro 2.1. Los bosques mediterráneos y el ciclo del agua

Los bosques juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo del agua. Entre otros aspectos, amortiguan eventos extremos y ayudan a reducir los riesgos de avenidas e inundaciones aguas abajo. Sin embargo, los bosques también tienen una elevada demanda hídrica, y con frecuencia son los principales consumidores de agua en las cuencas mediterráneas. Empleando la información del II y III Inventario Forestal Nacional, Willaarts (2012) ha realizado una primera estimación sobre la influencia que han tenido los cambios en las superficies forestales registradas durante los últimos 20 años (1986-2006), en el régimen de evapotranspiración por provincias. Como muestra la Figura I, los consumos de agua de las masas forestales han aumentado sensiblemente en regiones del sur peninsular, como Badajoz, Córdoba y Jaén, y en el norte en las provincias de Asturias, León y Tarragona. A falta de estudios detallados que permitan conocer cuáles son los factores que han propiciado el aumento de la superficie forestal en estas provincias, y por consiguiente de su mayor demanda hídrica, es probable que en el norte peninsular responda en gran medida a un aumento de los cultivos forestales. Por el contrario, en el sur peninsular el aumento de la biomasa forestal posiblemente esté más relacionado con el abandono del monte y la regeneración natural de la vegetación.

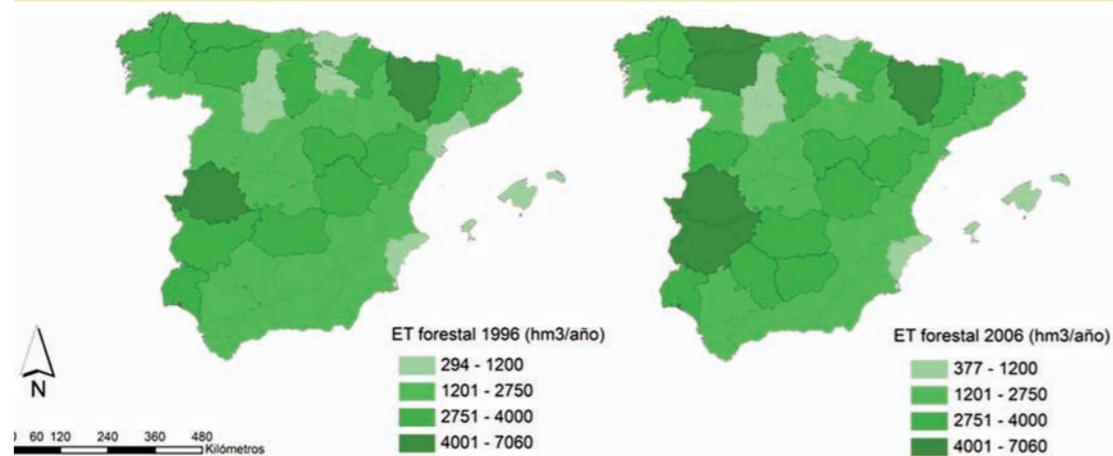


Figura I. Evolución de las demandas hídricas de bosques, matorrales y pastos en España entre 1986 y 2006. No se han obtenido datos para las Islas Canarias.

Una conclusión importante de este trabajo es que más allá del interés comercial o del deterioro de la agricultura extensiva mediterránea, el aumento de la biomasa forestal puede estar en parte condicionado por las numerosas ayudas a la forestación de tierras agrícolas y zonas degradadas, que desde 1994 viene impulsando la Administración Central y las Comunidades Autónomas a través del fondo FEADER (antiguo FEOGA) de la PAC. Este paquete de ayudas, que en principio se plantea como una estrategia de adaptación al Cambio Climático y a la restauración de áreas degradadas, puede plantear un dilema desde el punto de vista hídrico. Sólo en Castilla y León estas ayudas han contribuido a la reforestación de 115.000 ha aproximadamente entre 1996 y 2004. Si este aumento de la superficie forestal guarda relación con el incremento de la demanda hídrica registrada en las provincias de León y Salamanca, es una cuestión bajo estudio en este momento. Lo que no cabe duda, es que resulta fundamental mejorar nuestro conocimiento sobre las complejas interrelaciones agua-bosques-cambio climático, de tal manera que se pueda avanzar en fórmulas de gestión forestal que optimicen los balances de agua y carbono en los bosques españoles y por extensión, el estado de los sistemas acuáticos.

tiene la regeneración de la biomasa forestal, lo cierto es que por el momento no se ha evaluado hasta qué punto estas nuevas superficies forestales contribuyen a suministrar más servicios ecosistémicos y/o a fomentar la conservación de la biodiversidad.

Con la finalidad de tener una visión de conjunto, se ha hecho una primera evaluación de las demandas hídricas de las principales tipologías forestales existentes en España, de acuerdo con los datos del III Inventario Forestal Nacional. Los análisis preliminares de este estudio muestran dos importantes resultados: 1) los usos forestales evapotranspiran (devuelven a la atmósfera) anualmente unos 122.000 hm³/año, aproximadamente 4 veces más que toda la agricultura de secano y regadío española y, 2) las dehesas, ampliamente representadas por el sureste peninsular y paradigmas de la explotación sostenible del monte mediterráneo, representan un tipo de uso forestal muy eficiente desde el punto de vista hídrico en comparación con los bosques de encinares y/o alcornoques de los que evolucionan, dado que tienen una demanda evapotranspirativa menor, generando un régimen de aportaciones mayor a los ríos y acuíferos (**Recuadro 2.1.**).

2.2.3 EL SECTOR URBANO: NECESIDAD DE UN AMBICIOSO PLAN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

Todos los planes de las cuencas contienen medidas orientadas a mejorar la calidad de las aguas vertidas. El Plan Hidrológico Nacional de 2004 planteó inversiones por valor de 19.000 millones

de euros, ligadas a un ambicioso plan de depuración orientado a reducir la concentración de contaminantes en las aguas vertidas y mejorar el potencial de reutilización. En el caso del Guadalquivir, la mejora del tratamiento de aguas residuales urbanas y la implementación de las medidas de ahorro suponen en conjunto el 42% del coste anual equivalente de todo el programa de medidas de la cuenca, valorado en 406 millones de euros al año. Una recuperación íntegra de estos costes comportaría una elevación de las tarifas urbanas de la cuenca del 57% (Berbel *et al.*, 2012). Finalmente, cabe mencionar el deterioro de los sistemas debido a la falta de mantenimiento ligada a que las tarifas apenas cubren los costes del servicio de abastecimiento.

2.2.4 EL SECTOR AGRARIO COMO USUARIO DE AGUA Y FUENTE DE CONTAMINACIÓN

La contaminación por nitratos, debida fundamentalmente a la agricultura, es la principal fuente de contaminación y posiblemente el reto más difícil de afrontar. Sin embargo, en términos relativos, producir un euro de cosecha cada vez precisa menos unidades de fertilización nitrogenada (se ha pasado de 200 t de nitrógeno por millón de euros corrientes de producto en 1980 a 50 t, Garrido *et al.*, 2011) (**Recuadro 2.2.**).

Dentro de las regulaciones europeas, España presenta un comportamiento mediocre en cuanto a la reducción de la contaminación por nitratos (Moratalla *et al.*, 2009), pero el problema es compartido por la mayoría de los Estados Miembros de la UE. Los indicadores de concentración de nitratos en aguas continentales

Recuadro 2.2. Ganadería intensiva y contaminación

El aumento de los censos ganaderos, especialmente el de porcino, y en menor medida el de aves y vacuno de carne, ha elevado sustancialmente la producción de purines y estiércoles que pueden ser devueltos a las tierras agrarias, lo que sin duda ha complementado parcialmente la necesidad de fertilizantes inorgánicos nitrogenados. Es importante tener en cuenta que de los 11 millones de toneladas de nitrógeno que se aportan a la ganadería de la UE-27 en forma de proteínas vegetales, el 63% se recupera en forma de excrementos animales y sólo el 19% se transforma en los productos ganaderos aptos para el consumo, emitiéndose a la atmósfera en forma de compuestos nitrogenados el 18%. Cada año se pierden en la UE por lavado de nitratos y escorrentía 3 millones de t de N, tanto de origen orgánico como inorgánico, ocasionando importantes impactos ambientales en forma de contaminación difusa.

La **Figura I** muestra los consumos de fertilizantes, con una tendencia ligeramente descendente pero sujeta a fuertes variaciones, y la **Figura II** la tendencia decreciente del uso de fertilizantes por unidad de valor de la producción agraria. La **Figura III** muestra la relación inversa que existe entre el consumo de fertilizantes nitrogenados y el censo de porcinos. Aun considerando que hay otras cabañas, como la de bovinos (que es mucho más estable que la de porcinos), y que el consumo de fertilizantes responde en gran medida a la pluviometría y a las expectativas de precios de los productos, es evidente que las reducciones del censo ganadero porcino coinciden con los aumentos de fertilizantes nitrogenados de síntesis y viceversa. De esta forma, los purines y estiércoles de la ganadería se emplean para complementar en parte las necesidades de N de los cultivos, y las explotaciones ganaderas necesitan esas tierras agrarias donde aplicar los purines.

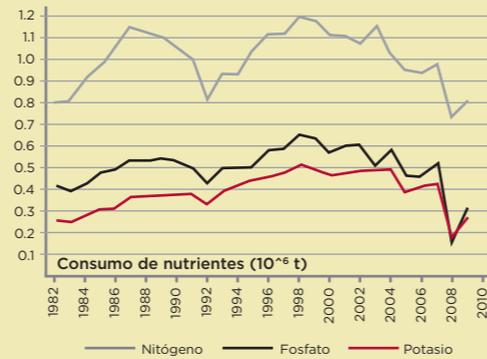


Figura I. Consumo de fertilizantes en España: nitrógeno (como N), fosfato (como P2O5) y potasa (como K2O), en el periodo 1982-2009. Fuente: IFA (2011)

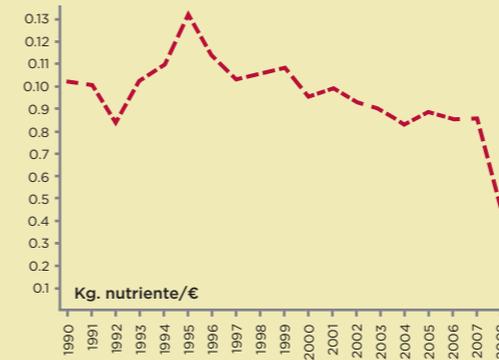


Figura II. Relación entre consumo de nutrientes y valor de la producción agrícola (kg/€). Fuente: cálculos basados en MARM (2011) e IFA (2011).

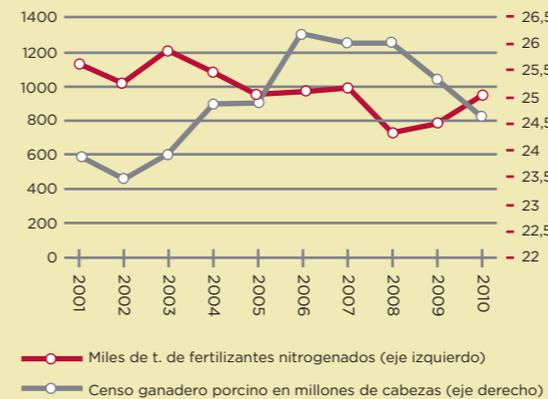


Figura III. Usos de fertilizantes nitrogenados (miles de toneladas) y censo ganadero porcino en millones de cabezas.

les han disminuido en algunos Estados, pero han aumentado en otros, incluida España (European Environmental Agency, 2007). Tal y como se comenta en la sección 2.1 la contaminación es la principal fuente del mal estado de los acuíferos en España.

En cuanto al empleo de agroquímicos, el reglamento 1107/2009 sobre comercialización y aprobación de plaguicidas ha reducido sustancialmente el número de ingredientes activos permitidos en la UE. El riesgo es ahora entendido de un modo más restrictivo, pues se considera intrínsecamente ligado a las características de la sustancia activa y no al modo o a la dosis con que se aplica. Ello puede tener consecuencias importantes para muchos cultivos, ya que se reducen los productos disponibles para el tratamiento de plagas y enfermedades, o para rotar los principios activos de modo que el control de malezas sea eficiente. Estas medidas tendrán efectos positivos desde el punto de vista medioambiental, aunque también importantes repercusiones socioeconómicas para los productores, principalmente porque pueden llevar a un aumento de los costes totales de producción debido al uso de sustitutos más caros o al aumento de las operaciones de manejo y recolección. Esto supone una pérdida de competitividad frente a terceros países y un aumento de la incidencia de plagas y enfermedades, con repercusiones en los rendimientos obtenidos o en la calidad de los productos.

Considerando los otros importantes usos del agua hay que tener presente la seria problemática que puede llegar a crear la agricultura y ganadería. Tales son los altos contenidos de ni-

tratos, así como los plaguicidas y su comportamiento en las aguas superficiales y subterráneas, que es diferente y con frecuencia poco conocido, con productos de degradación (metabolitos y transformados) que en ocasiones pueden ser más tóxicos que las sustancias originales. Además su carácter de contaminación difusa –sobre una gran área territorial– afecta a grandes volúmenes de agua, con efectos en el caso de las aguas subterráneas que pueden aparecer notablemente diferidos y desplazados. Los otros usos del agua y las otras diversas actividades humanas también puede ser causa de contaminación y de introducción de polucio-nantes, algunos preocupantes por sus efectos sobre la salud y su persistencia, y otros de efectos mal conocidos, como los llamados contami-nantes emergentes, que incluyen fármacos, cos-méticos, drogas psicóticas, disruptores endocrinos, etc.. Sin embargo están más localizados y es más fácil controlar sus efectos y controlar su uso. Aunque la industria y el transporte son notables causas de contaminación, las actuaciones de control y remediación pueden ser eficaces, como es la experiencia europea y norteamericana, y en buena parte también la española.