

ANÁLISIS ACADÉMICO DEL PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA 2015-2021 A LA LUZ DE MODERNOS CONCEPTOS DE LA CIENCIA DE LOS RECURSOS DEL AGUA



COMITÉ DE REDACCIÓN Y SUPERVISIÓN

M. M. ALDAYA / E. CUSTODIO / J. GARCÍA / M. F. FERNÁNDEZ /
M. R. LLAMAS

AUTORES CONTRIBUIDORES

M. M. ALDAYA / E. CUSTODIO / L. DE STEFANO / S. DÍAZ-ALCAIDE /
M. F. FERNÁNDEZ / E. LÓPEZ-GUNN / M. R. LLAMAS / M. RICA /
B. WILLAARTS

NOVIEMBRE DE 2017



Real Academia de Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.

ANÁLISIS ACADÉMICO DEL PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA 2015-2021 A LA LUZ DE MODERNOS CONCEPTOS DE LA CIENCIA DE LOS RECURSOS DEL AGUA

COMITÉ DE REDACCIÓN Y SUPERVISIÓN

M. M. ALDAYA
E. CUSTODIO
J. GARCÍA
M. F. FERNÁNDEZ
M. R. LLAMAS

AUTORES CONTRIBUIDORES

M. M. ALDAYA
E. CUSTODIO
L. DE STEFANO
S. DÍAZ-ALCAIDE
M. F. FERNÁNDEZ
E. LÓPEZ-GUNN
M. R. LLAMAS
M. RICA
B. WILLAARTS

NOVIEMBRE DE 2017

Editor

Fundación Botín. 2017

Autores

M. M. Aldaya
E. Custodio
L. De Stefano
S. Díaz-Alcaide
M. F. Fernández
E. López-Gunn
M. R. Llamas
M. Rica
B. Willaarts

Fotografías

Confederación Hidrográfica del Segura

ISBN

978-84-15469-65-3

Copyright

© Fundación Botín
© Autores

ÍNDICE

Presentación	5
Resumen ejecutivo	6
1 Introducción, objetivos y cuestiones terminológicas	11
2 Análisis del origen y tipos de agua en la demarcación	20
3 Los usos humanos del agua	26
4 Usos del agua para la conservación del capital natural	34
5 Análisis de la sostenibilidad del uso de los recursos hídricos	40
6 Las aguas subterráneas. Explotación intensiva y consumo de reservas	42
7 Productividad económica y social de los usos de agua	49
8 Consideraciones sobre el coste del agua	56
9 Balance de agua virtual: entradas y salidas	59
10 Sistemas de gestión colectiva. Nuevas tendencias	65
11 Involucración de la sociedad civil en la gestión: participación y transparencia	69
12 Conclusiones y recomendaciones	73
Glosario	79

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ATS	Acueducto Tajo-Segura
BOE	Boletín Oficial del Estado
CHS	Confederación Hidrográfica del Segura
COPOT	Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio
CR	Comunidad de Regantes
CUAS	Comunidad de Usuarios de Aguas Subterráneas
DHS	Demarcación Hidrográfica del Segura
DMA	Directiva Marco del Agua
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EpTI	Esquema Provisional de Temas Importantes
ET	Evapotranspiración
ETAP	Estación de Tratamiento de Agua Potable
HH	Huella Hídrica
IDAM	Instalación Desalinizadora de Agua de Mar
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
MAPAMA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (hoy es el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA)
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (hoy es el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA)
MASb	Masa de Agua Subterránea
MASE	Proyecto sobre Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea en España: minería del agua subterránea en España
PHN	Plan Hidrológico Nacional
PIB	Producto Interior Bruto
RAMSAR	Convención de Ramsar sobre los Humedales de Importancia Internacional
SASMIE	Proyecto sobre Salinización de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros mediterráneos e insulares españoles
SAT	Sociedad Agraria de Transformación
SIGPAC	Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas
TRLA	Texto Refundido de la Ley de Aguas
TTS	Trasvase Tajo-Segura
UDA	Unidad de Demanda Agraria
VAB	Valor Añadido Bruto

PRESENTACIÓN

Este análisis pretende ser una contribución a las ciencias del agua, mediante el estudio de la idoneidad y aplicación de nuevos conceptos hidrológicos en un caso práctico, material y concreto: el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura 2015-2021.

La cuenca hidrográfica del Río Segura es un campo de experimentación especialmente interesante desde el punto de vista de la investigación, por sus condiciones extremas en materia de agua. Su demarcación presenta, con diferencia, la menor pluviometría de toda la Unión Europea continental y en ella se alternan periodos de sequía extrema con lluvias torrenciales que han dejado una trágica historia de inundaciones catastróficas.

Existe en la cuenca un uso intensivo del agua y ello ha sido fruto, entre otros factores, de unas extraordinarias condiciones de clima para la producción en regadío, de una historia milenaria en la gestión del agua y de un gran desarrollo de las infraestructuras y obras hidráulicas. Asimismo cuenta con una utilización a gran escala de recursos no convencionales: regeneración y reutilización de aguas residuales así como desalinización de agua de mar. La propia recuperación ambiental de su río Segura, hace unos años muerto y hoy vivo, constituye un ejemplo digno de estudio.

No se puede olvidar que el agua constituye un elemento estratégico y de gran relevancia en las estructuras socioeconómicas de la demarcación del Segura, fundamentalmente por su vocación exportadora de frutas y hortalizas al mayor mercado del mundo occidental que es la Unión Europea y que a lo largo de su existencia ha crecido de forma extraordinaria en campos como la investigación agronómica, producción, logística y establecimiento de redes comerciales y de distribución.

La presión sobre el recurso agua para atender las demandas de los regadíos existentes es extrema y origina en la demarcación un déficit estructural de 400 hm³/año en un intento difícil de mantener el sistema socioeconómico con garantía. Esta situación ocasiona un problema ambiental derivado por una explotación intensa de los recursos de aguas subterráneas.

Agradezco a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales su decisión de aceptar la realización de este análisis y precisamente en esta cuenca, pequeña en tamaño pero de una gran complejidad en materia de agua. Este estudio ayudará a hacer más comprensible su realidad hídrica actual y su transición y proyección hacia un futuro.

Agradezco a los profesores Manuel Ramón Llamas y Emilio Custodio su especial contribución. Asimismo hago extensivo el agradecimiento a todo el equipo del Observatorio del Agua de la Fundación Botín que ha participado y dedicado su esfuerzo en esta tarea. También debo felicitar al Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica D. Jesús García por su inestimable labor.



Miguel A. Ródenas

Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura

RESUMEN EJECUTIVO

La implementación de los planes hidrológicos requeridos por la Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión Europea ha favorecido la mejora del conocimiento y de la política del agua en España. Este documento quiere ser esencialmente una modesta contribución a esa mejora y también al proceso de revisión de la DMA, que deberá haberse concluido en 2027, para que sea más efectiva y al mismo tiempo considere más apropiadamente las peculiaridades españolas en la gestión de los recursos del agua.

El presente informe destaca ciertos aspectos clave del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) para el periodo 2015-21 y señala la utilidad de algunos nuevos conceptos o paradigmas que convendría tener en cuenta para avanzar hacia una gestión más integrada de los recursos hídricos en futuras planificaciones.

Actualmente, tanto la Directiva Marco del Agua en su Artículo 5 como la Planificación Hidrológica española se centran en el agua azul (agua superficial y subterránea), sin considerar otros recursos que también forman parte del ciclo integral del agua. Las Confederaciones Hidrográficas no gestionan la totalidad de los recursos que componen el ciclo integral del agua.

El presente informe aporta reflexiones e ideas para una cuantificación integrada de los recursos hídricos a partir de una primera aproximación con valores medios en la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) que podrían ser útiles para tener una visión de conjunto en una planificación futura:

- 1.** Contabilizar todos los tipos de recursos disponibles, analizando además del agua superficial y subterránea, el agua verde (tabla 1).
- 2.** Elaborar los cuadros de usos y demandas, con consideración de todos los tipos y orígenes del agua utilizada por parte de las distintas actividades y la inclusión del agua verde y del comercio de agua virtual (tabla 1).
- 3.** Complementar el análisis económico del uso del agua con los rendimientos de los diferentes usos del agua, desagregados (tabla 2). Es de particular importancia desagregar el sector agrícola por cultivos (tablas 7.3, 7.4 y 7.5).

La elección del Plan Hidrológico de la DHS para este análisis preliminar obedece a varias razones. Por una parte, al prolongado conflicto político entre varias comunidades autónomas por el denominado traspase Tajo-Segura. Por otra parte, al prestigio de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), que en los últimos años ha obtenido mejoras importantes en el agua de su territorio que se traducen en dos importantes galardones internacionales por su eficaz gestión en la limpieza del río Segura.

La agricultura de la DHS es una de las más productivas de España y del mundo. De hecho, la Región de Murcia es conocida como la “Huerta de Europa” por la importancia de la producción regional y comercialización internacional hortofrutícola. El sector agrícola es el principal usuario de agua en la DHS, con un requerimiento medio de agua de riego de unos 1546 hm³/año, alrededor del 80% del total. No obstante, en el periodo 2000-2013, el sector económico primario sólo representó un 5% del Valor Añadido Bruto (VAB) total de la demarcación y un 8% del empleo total. Como generalmente el sistema agroalimentario no se encuentra desagregado en las estadísticas, no es posible determinar con precisión la contribución total de la agricultura al VAB. En la provincia de Murcia, que es una gran parte de la demarcación (59% de la superficie) y donde se concentra buena parte de la actividad productiva, el sistema agroalimentario en su conjunto aporta aproximadamente el 21% del PIB regional (5% como sector primario, 5% como industria agroalimentaria y 11% como actividades auxiliares (transporte, piensos, energía y lubricantes y otros bienes y servicios) y el 28% del empleo asalariado regional.

Actualmente, con los usos establecidos, la DHS es deficitaria en agua. Es decir, la demanda total de agua para el mantenimiento del modelo productivo supera los recursos renovables netos disponibles y aprovechables de la demarcación: 1870 hm³/año versus 1443 hm³/año en valores medios. El equilibrio entre las entradas y salidas del sistema se alcanza por un lado incrementando el agua disponible con base a una explotación de las reservas de agua subterránea y por otro disminuyendo el regadío mediante

una desatención de parte de la superficie de riego, que queda en situación de falta de garantía (véase [tabla 1](#)). La agricultura es en gran manera la causante del problema de la explotación intensiva de los recursos, pero, sobre todo, es parte de la solución y resulta clave para comprender y llegar a un equilibrio entre las demandas y los recursos hídricos disponibles en el territorio.

Tabla 1. Balance medio en condiciones actuales del agua verde y azul en la DHS y comercio de agua virtual. Recursos disponibles frente a los usos del agua (demanda bruta). El volumen de referencia es el sistema acuífero-río. Fuente: agua azul CHS-2015 (horizonte 2021); agua verde elaboración propia.

ENTRADAS AL SISTEMA	hm³/AÑO	SALIDAS DEL SISTEMA	hm³/AÑO
Agua azul	1870	Agua azul	1870
Escorrentía superficial ¹	207	Uso doméstico e industrial conectado	235
Escorrentía subterránea y diferida ¹	647	Uso industrial no conectado	9
Trasvase Tajo-Segura	305	Riego agrícola atendido ⁴	1366
Trasvase Negratín-Almanzora	17	Ganadería (uso directo)	9
Desalinización	193	Campos de golf	11
Reducción reservas agua subterránea	231	Uso energético termosolar	3
Agua urbana regenerada directa e indirecta	148	Humedales e interfaz agua dulce-salada	39
Retornos de riego subterráneos	67	Evaporación sistema superficial	75
Retornos de riego superficiales. Azarbes	57	Al mar subterráneo y superficial	123
Agua verde	5030	Agua verde	5030
		Uso agrícola	1962
		Campos de golf	3
		Superficie forestal	3065
Agua azul disponible		Agua azul para uso humano	1783
Recursos propios renovables aprovechables	1443		
Parte para humedales	39		
Recursos propios renovables disponibles brutos	1404		
Importación de agua virtual²	1253	Exportación de agua virtual³	1598
Importación de agua azul	143	Exportación de agua azul	491
Importación de agua verde	1110	Exportación de agua verde	1107

¹ Escorrentía total interanual media —superficial y subterránea e hipodérmica— en régimen natural para la serie 1980/81-2011/12 (CHS, 2015).

² Importación de agua virtual de Murcia, estimada para el periodo 2005-2015, relativa al agua virtual utilizada en la demarcación en forma de pienso para el sector ganadero (CHS, 2015; MINECO, 2017).

³ Exportación de agua virtual de Murcia, estimada para el periodo 2005-2015 (CHS, 2015; MINECO, 2017).

⁴ Incluye únicamente la fracción del regadío que puede ser actualmente atendida sobre unas necesidades totales de 1546 hm³/año.

Cabe distinguir dos tipos de agricultura en la demarcación: 1) La agricultura industrial, orientada a maximizar la producción con fines comerciales, en particular la agricultura intensiva especializada, como la que se hace bajo cubierta y la hidropónica; este tipo de agricultura debe cubrir todos sus costes; 2) La agricultura ocupacional como medio de vida y empleo en que la maximización de la producción no es el objetivo prioritario. Esta agricultura tiene un valor de apoyo social, de fijación de la población al terreno y de ocupación y mantenimiento del territorio y del paisaje, lo que es un valor añadido que la sociedad debe compensar y subsidiar hasta cierto punto, bajo condiciones bien definidas.

El sector industrial, incluyendo la construcción y el sector servicios, tienen requerimientos de agua muy inferiores a los del sector agrícola, si bien son económicamente más importantes, ya que aportan el 93% del VAB y el 91% del empleo. Esto pone de relieve la importancia que ha de darse al agua destinada al abastecimiento de los usos no agrícolas con mejor rendimiento económico y social, como el abastecimiento urbano y el turismo.

Tabla 2. Valor económico (millones de euros, M€) y empleo total para el periodo 2000-2013, por rama de actividad, para la DHS. Fuente: CHS (2015).

	VALOR ECONÓMICO TOTAL		EMPLEO TOTAL		PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA MEDIA DEL AGUA AZUL	PRODUCTIVIDAD SOCIAL MEDIA DEL AGUA AZUL
	M€	%	Miles de personas	%	€/m ³ /año	empleos/m ³ /año
Uso agrario¹	1801	5	60	8	2	0,1
Superficie forestal²	1	0,0	—	—	—	—
Uso doméstico³	270	0,8	—	—	3	—
Total industria⁴	31530	93	657	91	909	19
Construcción	4309	13	87	12	—	—
Industria ⁵	5509	16	111	15	—	—
Servicios	21712	64	460	64	—	—
Humedales⁶	53	0,2	—	—	2	—
Campos de golf⁷	164	0,5	4	1	14	0,4
Uso energético⁸	9	0,0	—	—	3	—
Total	33828	100	721	100		

¹ El valor económico se refiere al Valor Añadido Bruto (VAB) a precios constantes del periodo 2000-2013 (CHS, 2015). El VAB y el empleo se refieren a toda la actividad primaria.

² Estimación propia del valor económico a partir de 360.000 € en exportaciones durante el año 2010 (Anuario Estadístico de la Región de Murcia) y 360.000 € el año 2010, mayoritariamente procedentes de la caza y los usos recreativos en los montes de Murcia (Compensaforest, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

³ Elaboración propia del valor económico, considerando una tarifa media ponderada para los servicios de abastecimiento y saneamiento urbano de agua de 1,72 €/m³ para el año 2004 (http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/Tarifas_agua/precios_costes_servicios_%20agua.pdf).

⁴ Incluye construcción, industria y servicios. El valor económico se refiere al Valor Añadido Bruto a precios constantes del periodo 2000-2013 (CHS, 2015).

⁵ Industrias extractivas, industria manufacturera, acondicionado, suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación, industria de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco y suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire.

⁶ Elaboración propia del valor económico de los servicios ecosistémicos de los humedales, considerando un valor medio de 14.785 US\$/ha/año (13.950 €/ha/año) (Costanza et al. (1997) y un uso del suelo del 0,2% (3774 ha) sobre el total de la DHS (CHS, 2016).

⁷ Se han estimado ingresos de 6,08 M€₂₀₁₂/año para un campo de golf típico (18 hoyos); de los cuales, 2,03 M€₂₀₁₂/año corresponderían a los ingresos por entradas al campo de golf y 4,05 M€₂₀₁₂/año a ingresos derivados de la actividad turística (CHS, 2015). Genera 150 empleos por campo de golf (CHS, 2015). Había 27 campos de golf con uso en 2012 (CHS, 2015).

⁸ Valor de producción del uso hidroeléctrico estimado a partir de datos de energía producida en 2006 (precios en € de 2012).

Si se considera también el agua verde (agua de lluvia almacenada en el suelo en forma de humedad), la agricultura (regadío y secano) y la superficie forestal son los dos principales consumidores de agua en la demarcación, con un requerimiento medio de unos 3000 hm³/año de agua verde y azul (48%) para cada uno de ellos. La adecuada elección de los tipos de cultivos para adaptarlos a la disponibilidad de agua verde ofrece la posibilidad de reducir la presión sobre los recursos hídricos azules, aunque entraña un riesgo frente a la elevada variabilidad climática en la demarcación.

Por tanto, se considera relevante alcanzar una buena gestión del agua en sintonía con el medio natural, es decir, coordinada con el territorio (usos del suelo) por medio de una planificación y gestión integrada de las políticas territoriales e hidrológicas, así como de las políticas agrícolas, energéticas, ambientales, sociales y de comercio exterior. En relación con el agua virtual, los estudios ponen de manifiesto que en el periodo 2005-2015 la Región de Murcia importó para su propio uso 1253 hm³/año asociados a piensos para uso ganadero, principalmente del porcino, y exportó 1600 hm³/año.

Es importante que los planes hidrológicos fomenten una gestión integrada de todos los recursos y las actuaciones necesarias para que las aguas alcancen un buen estado ecológico y químico. La limpieza que se ha realizado del río Segura es un ejemplo a seguir.

En la DHS caben diversas soluciones a los problemas del agua:

1. Incrementar el volumen de agua desalinizada, aunque su precio no es competitivo, su composición iónica no es adecuada (requiere tratamiento o mezcla) y contiene un exceso de boro para muchos usos agrícolas.
2. Seguir con la extracción de reservas de agua subterránea y con la poca garantía del abastecimiento de agua a los regadíos actuales, lo que va en contra del principio de sostenibilidad de la Directiva Marco del Agua.
3. Recibir mayores volúmenes de agua desde otras cuencas hidrográficas mediante nuevos trasvases externos, con planteamientos económicos realistas, recuperación de costes y compensación de externalidades negativas.
4. Dar prioridad al uso del agua en las actividades con mayor rendimiento económico, social y ambiental, como el turismo o la agroindustria y en este último caso importando agua virtual en forma de materias primas, pero teniendo en cuenta las actividades rurales de interés territorial y social que deben conservarse. Estos posibles cambios requieren su valoración por la sociedad en su conjunto y una transición a largo plazo para llegar a un equilibrio que beneficie a la economía y sociedad de la demarcación, considerando tanto cantidad como calidad, las externalidades negativas y la evolución a medio y largo plazo, bajo unas normas éticas de uso y de respeto al medio natural. En la transición, las reservas aún existentes de agua subterránea mantienen un papel clave, tanto para regular las variaciones interanuales como de aporte de recursos.

El análisis realizado, por limitaciones de tiempo y datos, se orienta a los **valores medios**, pero se es consciente que la gran variabilidad climática de la DHS y de las aportaciones de agua del exterior requiere un análisis dinámico, que valore el papel hidrológico, económico y social de las diferentes fuentes de agua y en especial de las reservas de agua subterránea. La gestión pública, la buena gobernanza y la apropiada planificación están muy influidas por esa variabilidad, así como la razonable aplicación de la reglamentación y de lo que se dispone en la Directiva Marco del Agua europea (DMA), para que sea viable, socialmente eficaz y no cree situaciones desproporcionadas. La DHS puede ser un buen soporte de conocimiento y experiencia para la modificación de la DMA que se está iniciando y debe haberse completado en 2027.

En las áreas de riego intensivo con agua subterránea, ésta resulta relativamente costosa a causa de las generalmente grandes elevaciones que se precisan para su extracción, entre 0,30 y 0,50 €/m³, en aumento por el progresivo incremento del precio de la energía y el progresivo descenso de los niveles del agua subterránea en los diferentes lugares en que existe consumo (minería) de reservas, que ya se aproximan a los de operación de las plantas desalinizadores, pero que pueden estar claramente por debajo de los que tendría el agua desalinizada en el lugar de utilización. Así, salvo intervenciones administrativas decididas y socialmente costosas, el consumo de reservas de agua subterránea continuará al menos hasta el año 2027 a una tasa de cerca de 250 hm³/año. Hasta el presente se han consumido en las masas de agua subterránea de la Demarcación unos 15 km³ de reservas y aún quedarían por lo menos otros tantos, que si bien en algunas zonas podrían durar algunas décadas, en otras se producirán agotamientos más rápidos, que en la mayor parte de las veces van asociados a un deterioro de la calidad del agua, principalmente por aumento de la salinidad.

El agua regenerada en las EDAR se encuentra disponible en muchas zonas de la demarcación y puede ser utilizada para riego. El precio final en planta es razonable, pero hay que adicionar el coste energético de ponerla a disposición en el lugar de uso y disponer de infraestructura de transporte. En las zonas bajas, donde la proporción de agua desalinizada en el agua residual urbana es ya notable y creciente, existe el problema adicional de altos contenidos en boro para cultivos sensibles, como los cítricos, que es aún mayor si se considera adicionalmente un uso directo del agua desalinizada en ellos. Para paliar este efecto hay que recurrir a mezclas de agua o a aplicaciones secuenciales, lo que requiere otras fuentes de agua y mezclas adaptadas a los sistemas de riego y a los tipos de cultivo.

En los lugares en que el agua subterránea complementa al uso del agua superficial, como en el Campo de Cartagena, aquella es un seguro contra las variaciones en la disponibilidad. En los casos en

que el agua subterránea es salobre, en general a consecuencia de la acumulación de retornos de riego o de movilización aguas subterráneas salinas naturales por la explotación, cabe recurrir en determinados momentos a la desalobración. Esto hace imprescindible una adecuada evacuación y tratamiento del rechazo que asegure que no se traslada el problema de salinidad y de ciertas altas concentraciones a otras masas de agua continentales y costeras. La acumulación de nitratos de origen agrícola en los acuíferos y consecuentemente en los drenajes de los mismos, constituye parte de la problemática que se viene considerando, que se encuentra asociada a la pérdida temporal de calidad del agua del Mar Menor.

Existe un gran desarrollo de comunidades de regantes que comparten y gestionan sistemas de agua comunes. La implantación de comunidades de regantes presenta muchos problemas en las aguas subterráneas de la Demarcación, ya que la mayoría de derechos al aprovechamiento de esas aguas derivan de la Ley de Aguas de 1879 y presentan un carácter privado o temporalmente privado. La figura de la Comunidad de Regantes no es la apropiada para ellos, sino la de las Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas para la defensa y gestión del acuífero, de forma similar a las otras existentes en España y en todo caso la obligatoria Junta Central cuando la masa se encuentra sobreexplotada según los términos legales.

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y CUESTIONES TERMINOLÓGICAS

1.1. INTRODUCCIÓN

La gestión de los recursos hídricos es propensa a diferentes tipos de conflictos relativos a la satisfacción de las demandas y necesidades de agua, a las relaciones entre usuarios y con el ambiente y al cumplimiento de regulaciones que tienen una visión más global. Esto se agudiza especialmente en regiones áridas o semiáridas, como en la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS). Para resolver dichos conflictos es necesario conocer los principales factores que influyen en la buena gobernanza del agua. Gran parte de ellos son ya considerados en la planificación hidrológica vigente. No obstante, es útil poner más de relieve algunos de ellos e incluso considerar otros elementos nuevos. Eso es lo que se pretende en este breve informe, que fundamentalmente identifica y analiza a grandes rasgos algunos aspectos clave que hasta ahora no se habían tenido en cuenta o se habían considerado de manera limitada en la planificación hidrológica. Las cifras proporcionadas son fundamentalmente órdenes de magnitud. Los aspectos conceptuales son más importantes que la precisión de las cifras, las que además tienen un inevitable grado de incertidumbre, que hay que explicitarlo y gestionar y planificar teniéndolo en cuenta.

La planificación hidrológica por cuencas en España fue establecida como un requerimiento, por primera vez, en la Ley de Aguas de 1985. Posteriormente ésta se modificó para hacerla concordar con la Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión Europea aprobada en el año 2000, siendo incorporada a la legislación española en los años 2001 y 2003 como Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA).

Desde entonces, tanto las Confederaciones Hidrográficas en las cuencas intercomunitarias, como las Agencias del Agua en las cuencas intracomunitarias, realizaron una primera planificación a finales de la década de 1990. Posteriormente, ya dentro de lo dispuesto en la DMA, han realizado los planes hidrológicos del primer ciclo (2009/15) de la respectiva Demarcación Hidrográfica, aunque en general con gran retraso. Estos planes hidrológicos ya han sido aprobados por el Gobierno de España y enviados a la Comisión Europea. La mayoría de los planes hidrológicos del segundo ciclo (2015-21) han sido recientemente aprobados por el gobierno español, pero en mayo de 2017 estaban aún pendientes de evaluación por parte de la Comisión Europea.

El Ministerio de Medio Ambiente, en su Instrucción de Planificación Hidrológica de España (BOE, 2008), introdujo el requerimiento de efectuar el análisis de la huella hídrica y comercio de agua virtual. Este requerimiento se ha aplicado oficialmente, aunque con escasa influencia en la planificación (Observatorio del Agua, 2015).

En estos momentos se ha iniciado en la Unión Europea un período de revisión de la Directiva Marco del Agua, que reglamentariamente debe substituir a la actual de 2000, en 2027.

Tanto en la legislación española como en la comunitaria, no parece tenerse en cuenta un conjunto de nuevos conceptos sobre recursos hídricos. Entre estos nuevos conceptos y enfoques cabe mencionar: el “agua azul” o agua captable, acumulada en lagos, ríos y acuíferos, el “agua verde” o agua del suelo, el “comercio de agua virtual”, la “huella hídrica”, la productividad económica de los distintos usos del agua y otros. Algunos de estos nuevos conceptos ya figuran de una forma más o menos explícita en diversos estudios realizados por algunas Confederaciones Hidrográficas, Agencias del Agua o Centros de Investigación. Pero no parece haber ninguna publicación que intente resumirlos de un modo sistemático y aplicado, con el fin de encontrar soluciones a los actuales problemas del agua y en relación con la misma.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo de esta publicación es realizar un análisis sobre la utilidad de incorporar nuevos datos y perspectivas en el actual Plan Hidrológico de la DHS 2015-21 (CHS, 2015). De modo más general, pretende valorar el interés de tener en cuenta de forma más explícita algunos conceptos en los siguientes planes hidrológicos y/o en la posible reforma de la DMA europea. Por ejemplo, la importancia del agua virtual importada y exportada en cada demarcación, la influencia de los cambios en los usos del suelo en el balance hidrológico de la cuenca, la productividad económica y social de los distintos usos del agua, el

problema del consumo de reservas de agua subterránea, a menudo definido impropriadamente como sobreexplotación de acuíferos, y los modos de mejorar la participación y transparencia en los procesos de planificación hidrológica. Sobre todos estos temas se hacen sugerencias específicas aplicadas al último Plan Hidrológico de la DHS 2015-21.

Este trabajo se ha realizado en estrecha colaboración con la Confederación Hidrográfica del Segura. Esta demarcación tiene un especial interés ya que, entre otras cosas, la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) ha recibido el prestigioso Premio Europeo *Riverprize*, por haber sido capaz de recuperar la salud del río Segura, que hace pocos años era una cloaca a cielo abierto.

En el presente estudio se consideran datos medios, tanto de hidrología como económicos para la serie temporal corta (1980/81-2011/12) del Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021 (CHS, 2015). Por ello, las cifras obtenidas son indicadoras de órdenes de magnitud de los distintos factores y pueden ser útiles para definir ulteriores líneas de trabajo. En futuros estudios debería analizarse con mayor detalle la variabilidad temporal y tendencias, que en el presente estudio se consideran de manera limitada.

1.3. ÁREA CONSIDERADA

ÁMBITO TERRITORIAL

La extensión de la DHS es de 20.234 km², de los que 19.025 km² son la parte continental y el resto las aguas costeras. El 59% (11.180 km²) de la parte continental está en la Región de Murcia, el 25% en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, el 9% en la Comunidad Autónoma de Andalucía y el 7% en la provincia de Alicante de la Comunidad Valenciana (figura 1.1).



Figura 1.1. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: CHS (2015)

DEMOGRAFÍA

La población en la DHS ha crecido durante los últimos años, alcanzando 1.951.006 habitantes en el año 2016.

Tabla 1.1. Población por Comunidades Autónomas que integran el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Segura (2016).

Comunidad Autónoma	Nº habitantes	Fracción de la cuenca (%)	Densidad (hab./km ²)
Región de Murcia	1.464.847	75,1	131
Comunidad Valenciana	395.909	20,3	303
Castilla-La Mancha	65.502	3,4	14
Andalucía	24.748	1,3	13
Total	1.951.006	100	103

Fuente: CHS (2017a).

GEOLOGÍA

La demarcación del Segura queda casi en su totalidad dentro del dominio geológico de las cordilleras Béticas, que son de origen alpino y la consecuencia del empuje de la placa africana sobre la placa euroasiática. Tan sólo en su parte norte se encuentran materiales pertenecientes al zócalo herciniano de la Meseta que son, a su vez, la base del conjunto Bético. Las Béticas, al igual que sucede con la mayoría de las cordilleras alpinas, presentan dos grandes conjuntos de características netamente diferentes: las zonas externas y las zonas internas.

Las zonas externas se localizan geográficamente al norte y están formadas fundamentalmente por materiales mesozoicos depositados en el margen de la plataforma continental. Más tarde se plegaron a causa de la orogenia alpina, sin que el zócalo rígido, continuación de los materiales paleozoicos de la Meseta, se viera afectado.

Las zonas internas, situadas al sur, están formadas en su mayor parte por rocas metamórficas paleozoicas y pertenecen a dominios paleogeográficos diferentes a los de las zonas externas. Están considerablemente afectados por la orogenia alpina (CHS, 2017b).

RELIEVE

La demarcación contiene una gran variedad orográfica, en la que se alternan montañas con valles, depresiones y llanuras, estepas y sierras con altitudes superiores a los 2000 metros. Las montañas superan con frecuencia los 1000 metros. Los altiplanos, con alturas comprendidas entre los 500 y los 1000 metros, se extienden por el noreste y el noroeste de la demarcación, con topografía suave. Entre las alineaciones montañosas surgen valles, corredores y depresiones que no llegan a los 500 metros de altitud, que se corresponden habitualmente con los valles y vegas de los cursos fluviales. La compartimentación hace que se pierda la sensación de cordillera como sistema conexo de montañas y que se aprecien las montañas de esta zona como islas que emergen desde las llanuras. Por debajo de los 200 metros sólo aparecen suaves llanuras, vegas y huertas, con pendientes muy suaves (CHS, 2017b).

El 18% del territorio está por debajo de los 200 metros, el 40% se encuentra a menos de 500 metros y el 81% está debajo de 1000 metros de altitud.

CLIMA

Toda la demarcación presenta grandes contrastes climáticos: desde fuertes sequías a lluvias torrenciales, pasando por inundaciones, olas de calor y heladas catastróficas. De una a otra vertiente montañosa, de las cumbres a las sierras litorales y, en definitiva, de una zona geográfica a otra, se observan importantes diferencias climáticas.

La distribución espacial de las precipitaciones presenta una estrecha correlación entre relieve y cantidades registradas. Así, las montañas situadas en el noroeste de la demarcación —las montañas de cabeza— son las que están mayormente sometidas al influjo de las masas de aire húmedo que traen las borrascas atlánticas del frente polar. En ellas se registran pluviometrías medias superiores a 1000 mm/año. En esta zona es frecuente encontrar nieve durante los meses fríos. La pluviometría muestra una acentuada disminución en una diagonal de orientación noroeste-sudeste, con mínimos en el litoral mediterráneo, del orden de 300 mm/año en promedio.

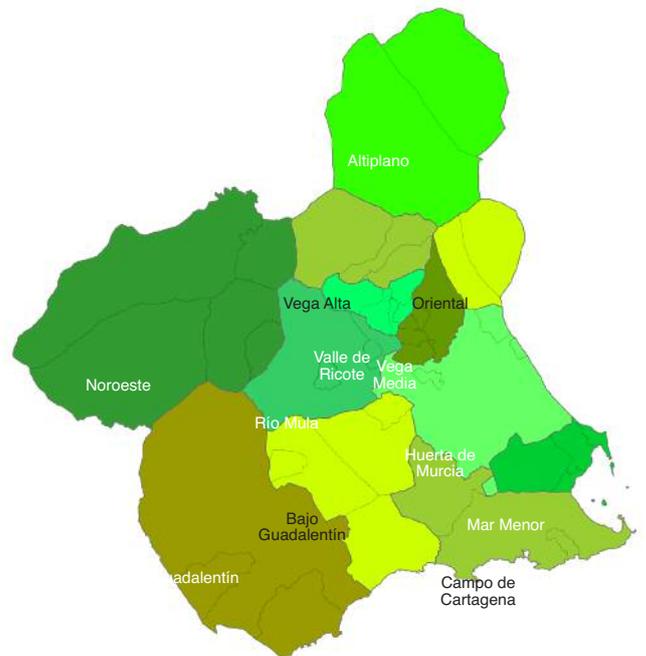


Figura 1.2. Mapa comarcal de la Región de Murcia.

También las temperaturas están directamente relacionadas con la latitud, altitud, orientación y distancia al mar, con notables variaciones territoriales. Así, en las montañas de cabecera, la media anual está en torno a los 10° C mientras que en la costa se alcanzan 18° C (CHS, 2017b).

OCUPACIÓN Y USO DEL TERRITORIO

Los principales usos del suelo en la DHS son el forestal, con un 50,6% del total del suelo, seguido por el uso agrícola, con un 40,6%.

El suelo urbanizado supone un 4,7% del total, las corrientes y superficies de agua representan un 1,8% del suelo y finalmente, los terrenos improductivos suponen el 2,3% del total del suelo de la demarcación.

HIDROLOGÍA

El ámbito territorial de la demarcación está ocupado por un único río —el Segura— y el conjunto de sus afluentes. El resto de cauces con desagüe directo al mar son ramblas efímeras, con aportaciones muy irregulares y condicionadas directamente por los aguaceros que caen sobre sus cuencas vertientes (figura 1.3). La mayor parte de los caudales se generan en las montañas de cabecera, tanto los que vierten al río Segura como los que drenan hacia el río Mundo, su principal afluente. Aguas abajo de la confluencia de estos dos ríos, la margen izquierda apenas recibe aportaciones, pues los cauces que desaguan en

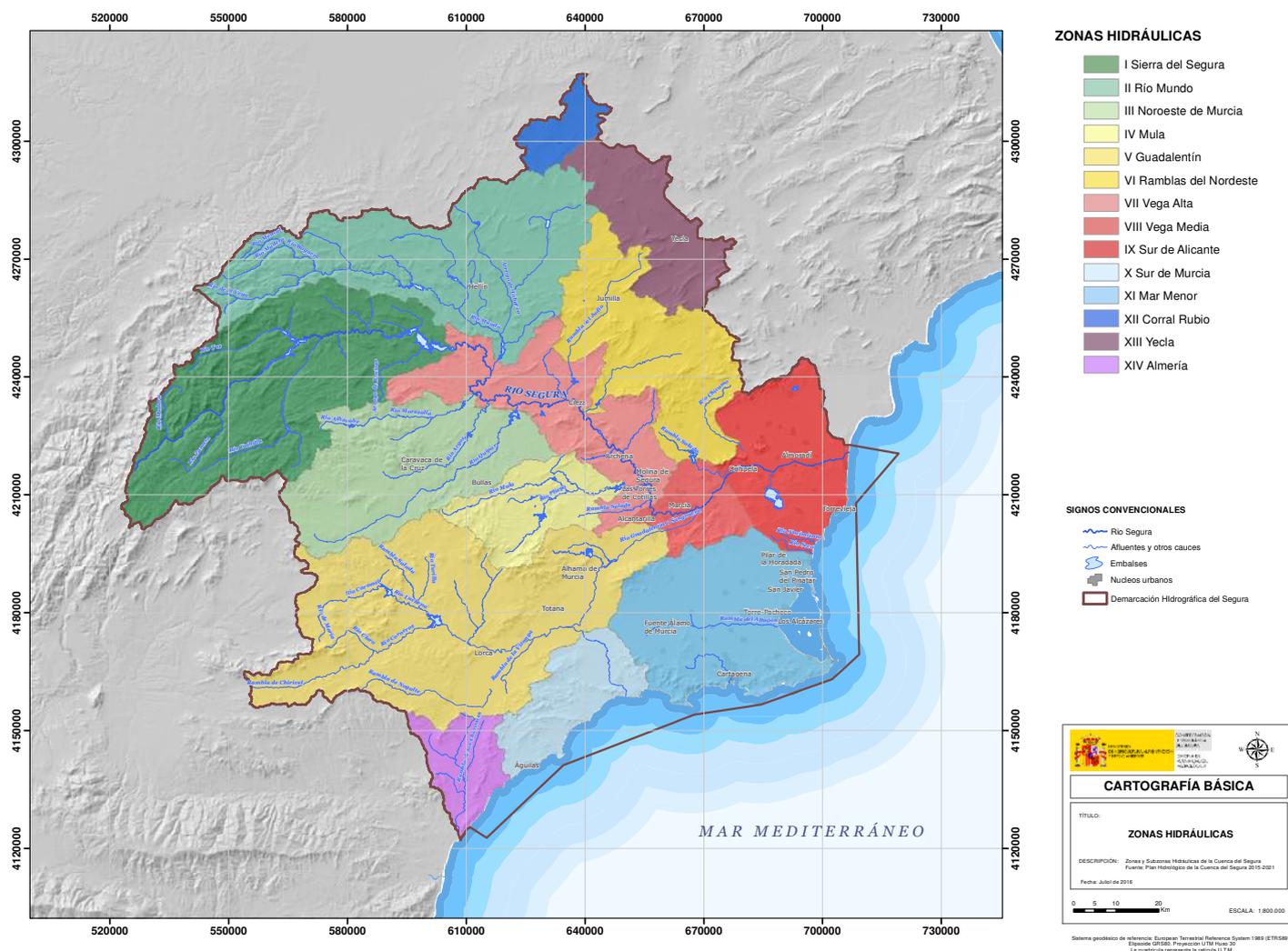


Figura 1.3. Zonas hidráulicas de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: CHS (2015).

dicha margen son generalmente ramblas sin aportaciones permanentes y con fuertes episodios torrenciales. Este hecho contrasta con lo que sucede en la margen derecha. En ella desaguan varios ríos propiamente dichos —Moratalla, Argos, Quípar y Mula y en especial el Guadalentín, que tiene un embalse y un régimen muy irregular— con caudales actualmente exiguos pero permanentes (CHS, 2017b).

RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos disponibles en la DHS están constituidos por los propios convencionales (aguas superficiales y aguas subterráneas), los no convencionales (reutilización y desalinización) y los recursos externos (trasvases del Tajo-Segura y del Negratín-Almanzora) (figura 1.4). Se considera que las aguas salobres son parte de los recursos propios convencionales de aguas subterráneas. A los recursos hídricos hay que añadir el consumo de las reservas de agua subterránea.

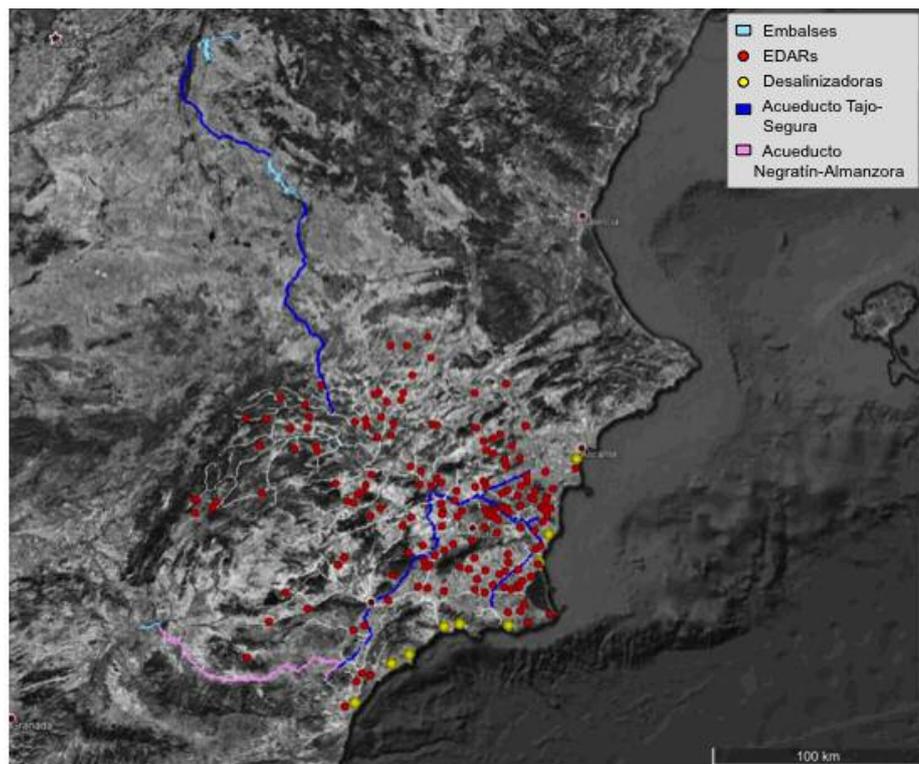


Figura 1.4. Estaciones de depuración de aguas residuales (EDARs), plantas desalinizadoras y acueducto Tajo-Segura y Negratín-Almanzora considerados en el proceso de planificación de la DHS. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CHS (2015).

Zonas húmedas

En la Demarcación Hidrográfica del Segura se han censado 120 zonas húmedas, que suponen 23.000 ha, cerca del 1,6 % del total de la superficie de la cuenca. De estas zonas húmedas, 70 han sido declaradas objeto de protección especial en base a las directivas europeas de hábitats (92/43/CEE) y de aves (79/409/CEE) (CHS, 2015).

Los humedales se manifiestan como sistemas de gran interés ecológico, al tener un importante papel tanto en los ciclos hídricos (por ser zonas de recarga o descarga de acuíferos) como en las inundaciones por su capacidad para retardar los picos de avenidas. Además, son sistemas con alta productividad biológica, ya que permanecen activos en la época estival, mientras el resto del territorio se encuentra en déficit hídrico. En este sentido, los humedales de las zonas áridas constituyen un refugio para muchas especies vegetales y animales. En las áreas húmedas de la demarcación pueden encontrarse flamencos, garzas, chorlitejos, terreras comunes, alcaravanes, etc. (CHS, 2007).

El Mar Menor es la laguna salada más grande de España, bordeada de humedales (salinas, saladares y carrizales), con una superficie de 135 km². En 1994 fue declarado Humedal de Importancia Internacional según la Convención Ramsar de protección de los humedales. El equilibrio del ecosistema del Mar Menor es extremadamente frágil. En los últimos años se han agravado extraordinariamente los problemas medioambientales en la laguna por la proliferación de algas, colmatación y contaminación entre otros.



Flamencos en la laguna Pétrola

PATRIMONIO HIDRÁULICO

Infraestructuras de almacenamiento y de captación

Las infraestructuras hidráulicas existentes en la Demarcación Hidrográfica del Segura se resumen en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Infraestructuras hidráulicas en la Demarcación Hidrográfica del Segura.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA		NÚMERO
Estaciones de tratamiento	EDAR municipales	206 (en 2012)
	ETAP	11
Obras de regulación	Azudes	72 (altura entre 2-10 metros)
	Presas	33 (altura de más de 10m)
Desalinizadoras	IDAM	13

Fuente: CHS (2017a).

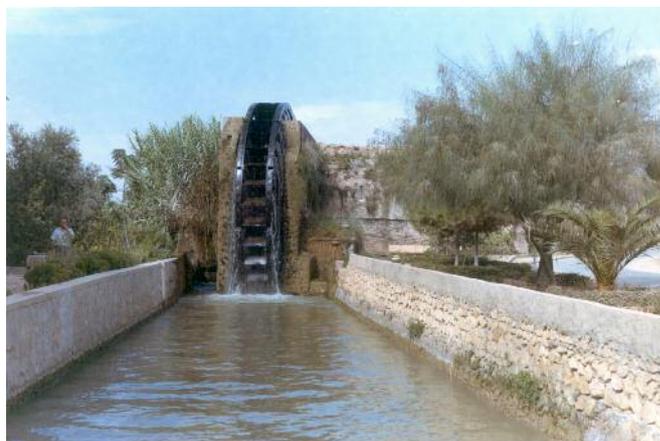
Red de los riegos tradicionales

Los regadíos más importantes que dependen de los recursos superficiales propios de la cuenca son los regadíos tradicionales, concretamente los de las vegas del Segura: Alta (VII), Media (VIII) y Baja (IXa) (figura 1.3). Los riegos de las vegas son los más antiguos. Los primeros trabajos de aforo datan de 1815. Hay un imbricado sistema de acequias, que es muy eficiente ya que permite reutilizar los caudales. Los retornos agrícolas de la Vega Alta vuelven al río Segura y los de la Vega Media se captan y utilizan para regar la Vega Baja gracias a la extensa red de azarbes (CHS, 2007). Esta red de azarbes tradicional recoge los retornos de riego, además de drenar el acuífero en la Vega Baja; sus aguas son aprovechadas por las parcelas agrarias aguas abajo. Son parte fundamental del sistema agrario tradicional de las vegas del Segura y mantienen un caudal constante en el antiguo cauce de la desembocadura del río Segura (CHS, 2015).

Las vegas del Guadalentín (Alta y Baja) y la comarca del río Mula también presentan regadíos tradicionales de gran relevancia agrícola y socioeconómica, en buena parte ligados al uso intensivo y minería de los acuíferos (véase el capítulo 6).

1.4. CUESTIONES TERMINOLÓGICAS

Suele existir una notable confusión terminológica en los estudios sobre recursos hídricos, que es recurrente y sigue sin estar resuelta. A continuación se comentan algunos de los términos que con frecuencia pueden inducir a confusión. Al final del informe se incluye un glosario más extenso.



Red tradicionales acequia Aljufia Rueda de la Ñora

Usos y demandas de agua

Según las definiciones del artículo 3 del Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), aprobado mediante el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, se define **uso** como “*las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones significativas en el estado de las aguas*” y **demanda** como “*el volumen de agua, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. Este volumen será función de factores como el precio de los servicios, el nivel de renta, el tipo de actividad, la tecnología u otros.*”

Dentro de los **usos** del agua es importante diferenciar entre uso consuntivo, extracción y uso no consuntivo. La **extracción de agua** es el agua que ha sido retirada de su fuente para ser usada; puede incluir agua de recursos renovables de agua dulce y de reservas de aguas subterráneas. El **uso consuntivo del agua** es la parte del agua extraída para aplicarse en un sector determinado y que no estará disponible para ser reutilizada debido a que ha sido evaporada, transpirada, incorporada en productos, drenada directamente al mar o a zonas de evaporación o retirada de otras formas. El **uso no consuntivo del agua** se refiere a aquel uso que no la consume, tal como el turbinado para generación de energía hidroeléctrica, la navegación, la recreación y la asimilación y dispersión de residuos. Los embalses superficiales consumen agua por evaporación, a veces una fracción significativa del volumen total, aunque muchas veces no se tiene en cuenta (FAO, 2017).

En el sector agrícola, el agua de retorno de riego, también denominado excedente de riego, es la parte del agua que se ha extraído de su fuente y que no se ha consumido y vuelve de nuevo a su fuente o a otra masa de agua superficial o subterránea (FAO, 2017) (figura 1.5).

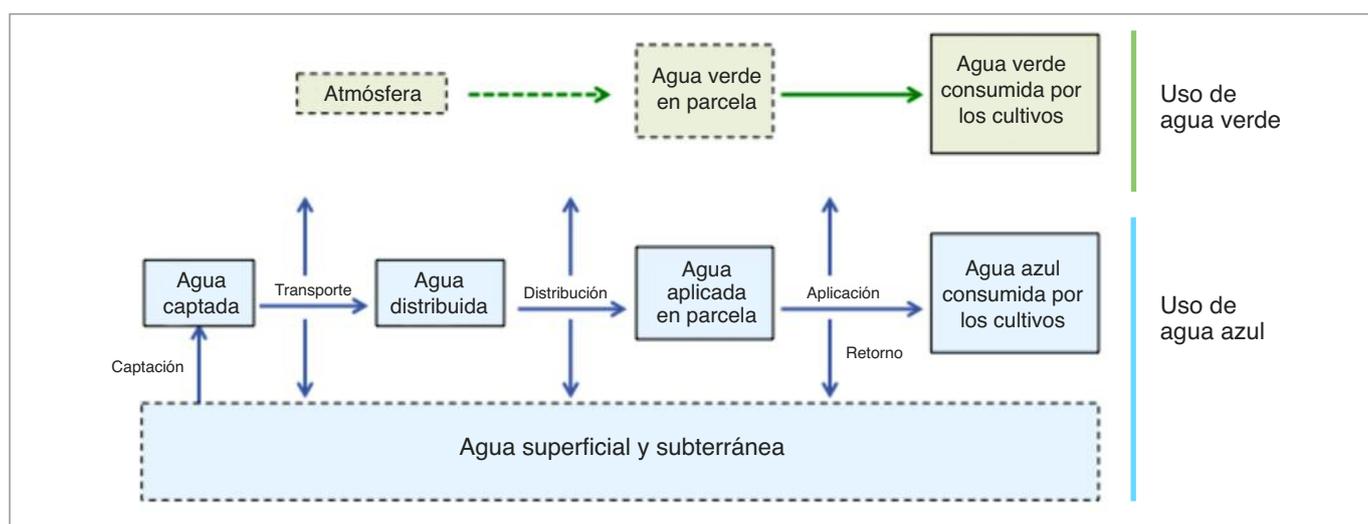


Figura 1.5. Esquema general del uso del agua en agricultura. Fuente: Elaboración propia.

Agua verde, agua azul

Se pueden distinguir dos tipos de agua y sus correspondientes usos, los que por ahora no se consideran ni en la planificación inicial (DMA, 2000) ni en el Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021 (CHS, 2015).

El primero es el **agua azul**, o agua captable (movilizable), definida como el agua dulce superficial y subterránea, es decir, el agua de los lagos, ríos y acuíferos de agua dulce. Las aguas salobres se consideran aguas subterráneas y por tanto son parte del agua azul, aunque en realidad, en muchos casos, son una mezcla de agua dulce y marina. El agua desalinizada proviene del agua marina y por lo tanto no supone una presión sobre el agua azul. El consumo de agua desalinizada no tiene una huella hídrica azul, salvo que el agua de alimentación se capte del terreno y tenga una fracción de agua continental.

El segundo es el **agua verde** o agua del suelo de la zona radicular (edáfica), entendida como agua que procede de la precipitación sobre el terreno y se almacena temporalmente en la parte superior del suelo o en la vegetación. No forma parte de la escorrentía superficial ni recarga los acuíferos y se va a evaporar (evapotranspirar), salvo la parte que se incorpore a la vegetación y sus frutos que se retiren del área.

Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce (azul, verde), que considera tanto el consumo de agua directo como indirecto de un consumidor o productor. La huella hídrica se puede calcular para un producto en particular, para cualquier grupo de consumidores bien definido (por ejemplo, un individuo, familia, pueblo, ciudad, provincia, cuenca hidrográfica, área geográfica dada, estado, o nación) o productores (por ejemplo, una organización pública, empresa privada o sector económico) (figura 1.6) (Hoekstra et al., 2011).

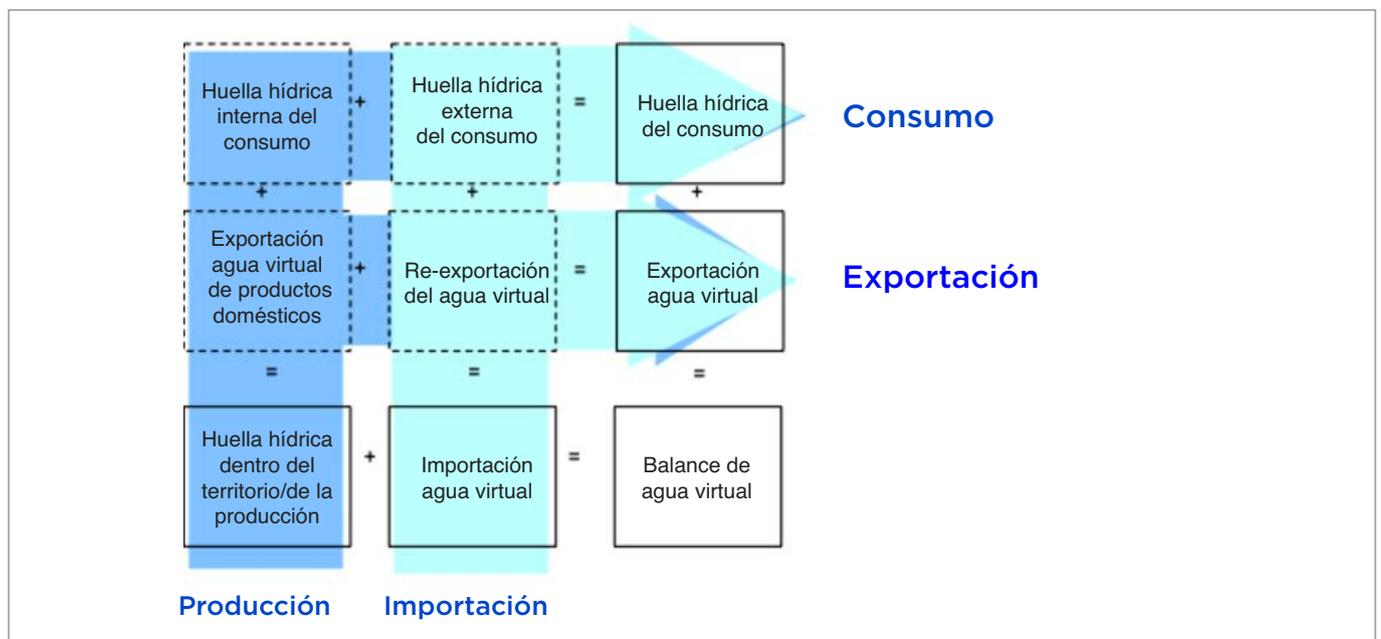


Figura 1.6. Esquema de contabilidad de la huella hídrica a nivel territorial. Fuente: Hoekstra et al. (2011).

Como indicador del “uso del agua”, la huella hídrica se diferencia de la clásica medida de “extracción de agua” en tres aspectos:

1. Incluye el uso consuntivo de agua dulce.
2. No está restringida al uso de agua azul, sino que también incluye el agua verde.
3. No está restringida al uso directo del agua, sino que también incluye el uso indirecto del agua (o incorporación y salida de agua virtual).

La huella hídrica ofrece una perspectiva más amplia sobre cómo un consumidor o un productor se relaciona con el uso de los sistemas de agua dulce.

Agua virtual y comercio de agua virtual

El agua virtual se refiere al volumen de agua que se ha consumido para la producción de un determinado bien o servicio a lo largo de su cadena de procesos. El comercio o flujo de agua virtual se refiere al volumen de agua virtual transferido de un área a otra como resultado del comercio de productos. El concepto de agua virtual fue introducido en la década de 1990 por T. Allan (Allan, 2011). Si una nación, región o área concreta exporta o importa un determinado producto, ésta también exporta o importa agua en forma virtual.

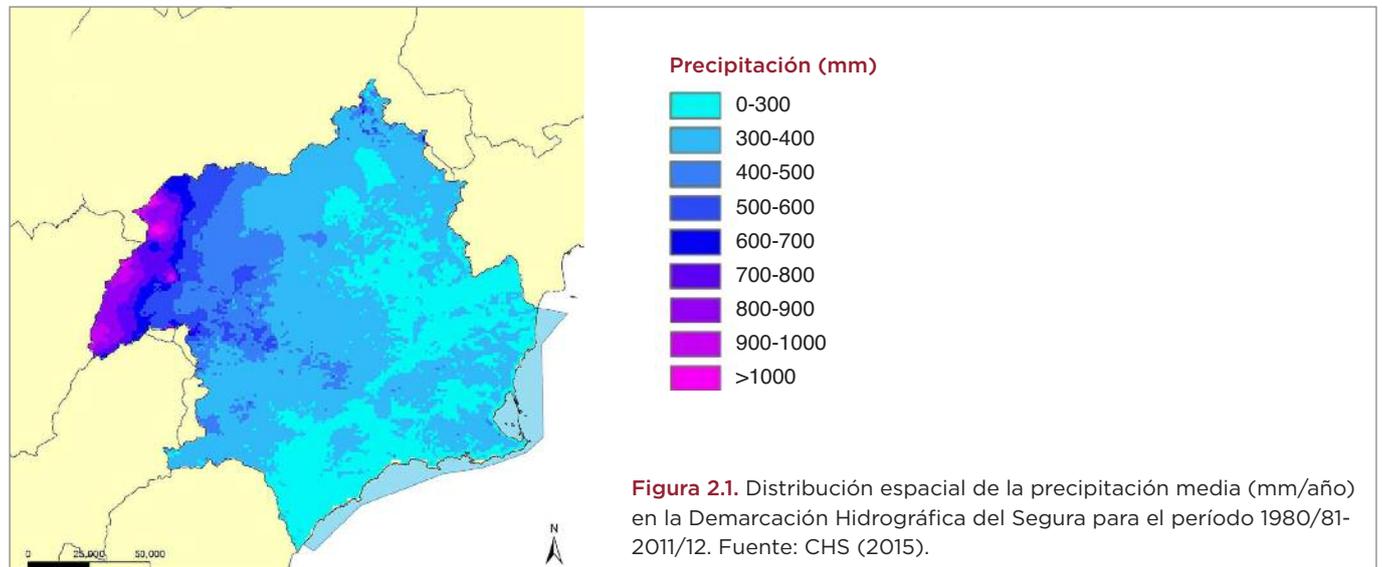
REFERENCIAS

- Allan, T. (2011) *Virtual water: Tackling the threat to our planet's most precious resource*. London. I.B. Tauris.
- BOE (2008) Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado: 22 de septiembre de 2008, Núm. 229.
- CHS (2007) Memoria. Plan de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca del Segura. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible online: <https://www.chsegura.es/export/descargas/cuenca/sequias/pes/docsdescarga/Memoria.pdf>
- CHS (2015) Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-21. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>
- CHS (2017a) Resumen de datos básicos. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumenedatosbasicos/>
- CHS (2017b) El Segura, la cuenca. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/servicios/zon-ajoven/montanas/cuenca/>
- DMA (2000) Directiva Marco del Agua 2000/60/CE. Comisión Europea. Disponible en: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0008.02/DOC_1&format=PDF
- FAO (2017) Glosario. Aquastat. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. y Mekonnen, M.M. (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan, London, UK.
- Observatorio del Agua (2015) 13r Seminario Nacional: La huella hídrica como instrumento para la planificación hidrológica y reducción de conflictos. Junio 2015, Madrid. Disponible en: <http://www.fundacionbotin.org/observatorio-contenidos/13-seminario-nacional-la-huella-hidrica-como-instrumento-para-la-planificacion-hidrologica-y-reduccion-de-conflictos.html>

2. ANÁLISIS DEL ORIGEN Y TIPOS DE AGUA EN LA DEMARCACIÓN

A. AGUA METEÓRICA O DE PRECIPITACIÓN

El agua meteórica es la más importante. Se reparte de forma irregular en el tiempo y en el espacio. El valor medio de toda la demarcación es de 375 mm/año (CHS, 2015, p. 129). Pero hay un gran desequilibrio espacio-temporal. La lluvia es mucho más abundante en las zonas de cabecera: ríos Mundo y Segura hasta su confluencia, que en las zonas medias y bajas: vegas y zonas costeras, incluyendo la cuenca del Guadalentín y el Campo de Cartagena (véase figura 2.1).



La variación estacional es muy relevante. Los meses lluviosos son la primavera y el otoño. El verano es muy seco. Un rasgo característico de la región es la aparición de episodios cortos de intensas lluvias, que provocan importantes avenidas, generalmente en otoño.



Figura 2.2. Desviaciones medias acumuladas de las precipitaciones respecto a la media del período 1933-2017 en el año hidrológico en el embalse de Fuensanta. Precipitación media 385 mm/año.

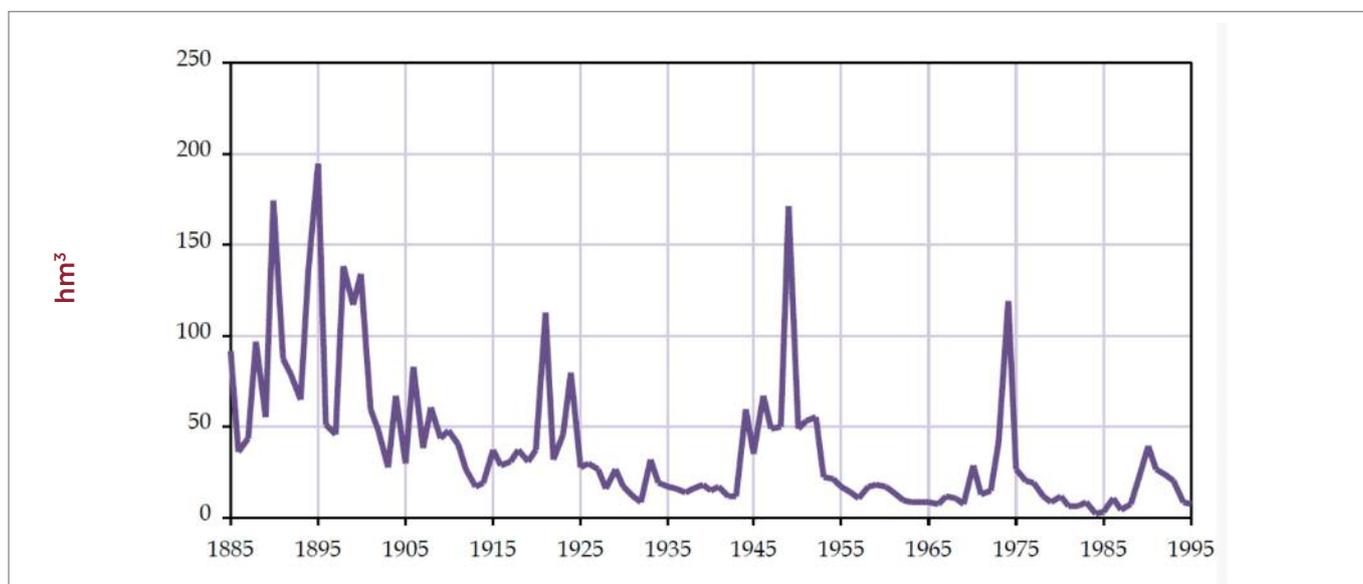
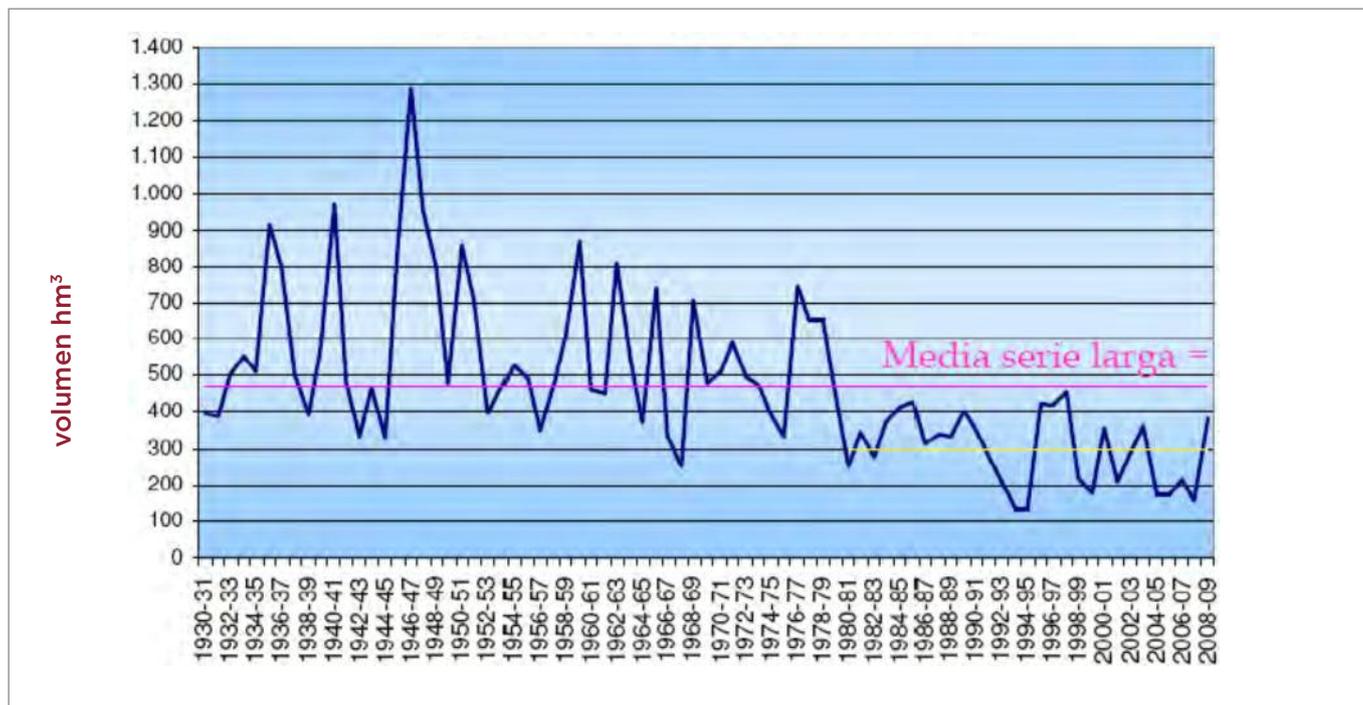


Figura 2.3. Gráfico superior: variación de las aportaciones anuales del río Segura en su tramo inferior entre 09-1931 y 09-2009; valor medio de 471 hm³/año para toda la serie y 296 hm³/año para la serie reciente, según Cabezas (2011). Gráfico inferior: variación de las aportaciones anuales del río Guadalentín en el Estrecho de Puentes, donde actualmente está la presa del Embalse de Puentes, entre 1885 y 1995, en hm³/año, según Bautista Marín y Muñoz Bravo (1986) y MIMAM (2000).

La variación interanual es también muy importante. La **figura 2.2** muestra la desviación acumulada de la precipitación respecto a la media del periodo 1933-2017 en el año hidrológico en el embalse de Fuensanta (cabecera del Segura). Puede apreciarse un periodo seco de 1950-1966, medio de 1966-1996, húmedo de 1996-2013 y medio de 2013 a 2017, que podría evolucionar a seco si se reproduce el ciclo de baja frecuencia.

La **figura 2.3** muestra la evolución de las aportaciones anuales del río Segura. Dentro de una gran variabilidad de un año a otro, los caudales se mantuvieron más o menos estables hasta 1978 y luego descendieron desde valores medios de 500-600 hm³/año hasta 250 hm³/año. Este cambio podría explicarse en parte por el efecto de las extracciones de agua subterránea en la demarcación. Los periodos de sequías que se padecen en la demarcación han provocado incrementos en las extracciones de agua subterránea en numerosos acuíferos. Hay numerosas derivaciones y tomas.

Parece posible que el cambio climático lleve a una disminución de la pluviometría y a un aumento de los fenómenos extremos: sequías e inundaciones. No obstante, hay que tener en cuenta un análisis integral que considere otras transformaciones del cambio global que influyen en el funcionamiento del balance hídrico, como cambios en el uso del suelo o factores socio-económicos.

A efectos de la planificación, la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) ha tomado como base de trabajo hidrológico los valores medios de la denominada serie corta ampliada (1980/81-2011/12). Este hecho introduce un cierto sesgo en todos los datos prácticos que incluyen los planes hidrológicos ya realizados con respecto a los valores medios a largo plazo. Por otra parte, trabajar con datos medios anuales no proporciona una visión realista del funcionamiento de la demarcación, ya que se elimina la componente estacional y la interanual, que tiene importantes efectos.

B. CONSIDERACIÓN DEL AGUA VERDE Y DEL AGUA AZUL

En los planes hidrológicos realizados de acuerdo con la Directiva Marco de Agua europea (DMA), los conceptos de agua verde y agua azul definidos en el capítulo 1 sólo se han tenido en cuenta de modo limitado. La Instrucción de Planificación Hidrológica (BOE, 2008) habla del uso de la huella hídrica, pero su aplicación en la práctica se ha realizado globalmente por sector económico sin desagregar por producto (ej. tipo de cultivo) ni por origen superficial o subterráneo del agua azul (MARM, 2011) y, en su caso, de desalinización.



Vista del embalse de Fuensanta

Los valores de escorrentía y el balance de agua general del Plan Hidrológico de la DHS (CHS, 2015), en el que se apoya el presente informe, se basan en una aplicación del modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del Proceso Precipitación Aportación) para toda la España peninsular. Este modelo distribuido a partir de la precipitación es una aceptable aproximación para las cuencas poco modificadas por el hombre, pero presenta desviaciones cuando la influencia antrópica es significativa.

El modelo SIMPA se ha utilizado para la elaboración del Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021, considerando valores medios en condiciones actuales. Se calcula que los $7132 \text{ hm}^3/\text{año}$ (375 mm/año) precipitados en la DHS en régimen natural dan lugar a una escorrentía total interanual media de $814 \text{ hm}^3/\text{año}$ (43 mm/año) para la serie 1980/81-2011/12, que viene a ser el 11% de la precipitación total. De esta escorrentía total, $207 \text{ hm}^3/\text{año}$ (11 mm/año) son escorrentía superficial y $607 \text{ hm}^3/\text{año}$ (32 mm/año) son es-

correntía subterránea y diferida (CHS, 2015: 134-135). Estos datos no incluyen las transferencias subterráneas entre distintos ámbitos de planificación.

La mayor parte de la precipitación en la DHS se convierte en agua verde asociada a la superficie agrícola y forestal, que es lo común. Aunque el agua verde es un concepto cada vez más conocido y aceptado (FAO, 2017), no es considerada ni en la DMA, ni en la Instrucción de Planificación Hidrológica española (BOE, 2008). Probablemente se debe a que su medición no ha sido explicitada hasta recientemente.

C. AGUA PROCEDENTE DE FUERA DE LA DEMARCACIÓN

La demarcación recibe en promedio 305 hm³/año del trasvase Tajo-Segura (ATS) y del trasvase Negra-tín-Almanzora, unos 17 hm³/año. El ATS ha provocado continuos conflictos políticos entre las regiones de la cuenca del Tajo y las del Segura desde hace casi 30 años. La estructura de este trasvase se dimensionó para una capacidad de hasta 1000 hm³/año, pero tan solo en un año el volumen trasvasado ha alcanzado los 600 hm³ que se previeron en una primera fase.

D. AGUA DESALINIZADA

Es un agua dulce externa procedente del mar a través de las plantas desalinizadoras construidas recientemente. El volumen de agua que puede conseguirse es potencialmente muy grande, aunque en la práctica está limitado por la disponibilidad de energía, los problemas de emisiones de gases de efecto invernadero, el impacto de la salmuera sobre los ecosistemas marinos y principalmente por su alto coste económico. En el Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021 se considera que para el año 2021 la aportación de las plantas desalinizadoras, tanto para abastecimiento de poblaciones como para regadío, será del orden de 193 hm³/año, aumentando considerablemente los 139 hm³ que se generaron en el año 2015.



Desaladora de Valdelentisco

E. RESERVAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Casi todos los acuíferos contienen un volumen de agua subterránea extraíble que es muchas veces superior a la recarga procedente de las precipitaciones que recibe cada año. Cuando la extracción supera a la recarga —la cual no es constante y depende del estado de explotación— la diferencia se obtiene fundamentalmente disminuyendo las descargas del acuífero y trayendo agua almacenada en el terreno (reserva) mediante la disminución del espesor de la zona saturada del acuífero. La disminución de reservas de lenta a muy lenta recuperación se suele denominar consumo de reservas y también minería de agua subterránea.

En la DHS se viene produciendo esta minería del agua subterránea desde hace unos cuarenta años. Ha sido analizado en el informe MASE (2015). En el Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021 se considera que se van a continuar utilizando reservas de agua subterránea hasta al menos el año 2027.

F. EXCEDENTES DE RIEGO

En el regadío siempre hay que dar una cantidad superior de agua al uso consuntivo de la planta en cuestión, por lo menos para evacuar las sales disueltas en el agua aportada y las procedentes del terreno y fertilizantes, de modo a evitar el problema de la salinización y en su caso controlar la alcalinización de suelos. Esta agua sobrante es lo que se suele llamar excedente o retorno de riego y puede proceder de agua subterránea, superficial, del trasvase o desalinizada. A los retornos se suman también las fugas en las conducciones asociadas. El Plan Hidrológico de la DHS 2015-2021 estima que el retorno al sistema

superficial y subterráneo es del orden de 125 hm³/año. Si el agua aplicada tiene ya una notable salinidad, en especial con riegos muy eficientes, el excedente de riego es salobre lo que dificulta su reutilización, en especial en las áreas bajas, y termina provocando la evacuación de parte del mismo al mar.

Esta agua excedentaria discurre en muchos casos por los azarbes, que son acequias (drenajes) que recogen los excedentes de riego, directamente o después de haberse infiltrado en los aluviales, tanto para evitar encharcamientos, como para facilitar su reutilización. Este volumen de recursos agrarios superficiales es cuantificado en el plan en unos 60 hm³/año.

G. AGUA REGENERADA

La reutilización consiste en volver a usar aguas que ya han sido usadas previamente, llamadas aguas residuales y aguas usadas. Como el uso suele suponer una notable pérdida de calidad, para la reutilización debe procederse a un tratamiento apropiado al nuevo uso que se quiere dar. El agua resultante de este tratamiento se suele llamar agua regenerada. El tratamiento a dar es una mejora adicional al que se tiene que aplicar para poder devolver las aguas residuales al medio ambiente. Las aguas regeneradas proceden principalmente de los abastecimientos urbanos y de los usos industriales.

El 96% del agua regenerada se emplea en la agricultura: 86 hm³/año procedentes de las aguas urbanas e industriales depuradas se reutilizan de manera directa,¹ y 50 hm³/año de manera indirecta.²

La nueva normativa sobre el uso de las aguas depuradas que se está elaborado propone endurecer los controles aplicables a la reutilización, al exigir para el agua de riego una calidad similar a la del agua potable. Esto podría suponer un freno a la reutilización del agua en la demarcación por la elevada inversión que sería necesaria para adaptar las plantas.



Depuradora de Los Alcázares



Vista del embalse del Cenajo

¹ La reutilización directa es aquella en que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a dominio público hidráulico.

² La reutilización indirecta es aquella en la que previamente a la captación se produce el vertido de efluentes a los cursos de agua y éstos se diluyen con el caudal circulante.

En los últimos veinte años la CHS ha realizado un gran esfuerzo para limpiar las aguas residuales de sus poblaciones e industrias. El río Segura, que hace veinte años era una cloaca pestilente a cielo abierto a su paso por Murcia, hoy es un río limpio en el que los murcianos pueden practicar todo tipo de juegos acuáticos. Esta hazaña de limpieza recibió el premio internacional *European Riverprize* en el verano de 2016.

REFERENCIAS

Bautista Martín, J. y Muñoz Bravo, J. (1986) Las presas del Estrecho de Puentes. Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia: 1-258.

BOE (2008) Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado: 22 de septiembre de 2008, Núm. 229.

Cabezas, F. (2011) Explotación de las aguas subterráneas en la cuenca del Segura. En: Villarroya, F., De Stefano, L., Martínez-Santos, P. (coords.). El Papel de las Aguas Subterráneas en la Política del Agua en España. SHAN Series 3. Fundación Botín: 1-103 http://www.fundacionbotin.org/monografias_observatorio-delagua_publicaciones.htm

CHS (2015) Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-21. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

FAO (2017) The Contribution of Blue Water and Green Water to the Multifunctional Character of Agriculture and Land. Background Paper 6: Water. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. Disponible online: <http://www.fao.org/docrep/x2775e/X2775E08.htm>

MARM (2011) Huella hídrica de España. Sostenibilidad y territorio. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Gobierno de España. Madrid.

MASE (2015) Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea en España: Minería del Agua Subterránea en España. Preparado por E. Custodio para UPC y AQUALOGY-Cetaqua, Barcelona: 1-730. Disponible online: <http://hdl.handle.net/2117/111272>

MIMAM (2000) Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Madrid.

3. LOS USOS HUMANOS DEL AGUA

Basado en la contribución de Silvia Díaz-Alcaide

3.1. ABASTECIMIENTO A POBLACIONES

Se entiende como uso de agua destinado al abastecimiento de poblaciones todo aquel uso que se suministra mediante una red de abastecimiento cuyo fin sea la satisfacción de las necesidades de consumos domésticos, comerciales y municipales, así como los industriales, de regadío y/o ganaderos de bajo consumo que estén conectados a dicha red. Este uso incluye el abastecimiento de la población estacional.¹

En la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) la población se concentra en las zonas costeras y en las Vegas de los ríos Segura y Guadalentín. La población estacional supera el medio millón de turistas, el 29% de la población permanente. También tiene una clara preferencia por los municipios costeros, aunque en los últimos años existe un creciente turismo rural (de interior). Se prefieren viviendas de segunda residencia, de modo que el resto de equipamiento turístico únicamente acoge al 5% de los turistas (CHS, 2015).

La demanda bruta² de abastecimiento a poblaciones en la DHS, tomando como año de referencia 2012, es de 232 hm³/año y la demanda neta³ de agua es de 189 hm³/año. De esta demanda neta, en torno al 80% corresponde a uso doméstico, el 15% a demanda industrial conectada y el 5% restante a otros usos, entre los que están el baldeo y limpieza de calles o el riego de jardines. El autoabastecimiento de población e industria, incluida la asociada al turismo, es poco significativo, aunque la Mancomunidad de los Canales del Taibilla tiene algunos suministros directos fuera de las redes municipales.

Para atender la demanda de abastecimiento, los volúmenes totales suministrados en origen en 2012 fueron (CHS, 2015):

- Recursos superficiales procedentes del río Taibilla y de otras tomas superficiales: 71 hm³/año.
- Recursos subterráneos: 10 hm³/año.
- Recursos procedentes de desalinización en las plantas Alicante I y II y San Pedro del Pinatar I y II: 44 hm³/año.
- Trasvase Tajo-Segura: 107 hm³/año.

No existe una cuantificación directa de los retornos de agua, con lo que su estimación se realiza en muchos de los casos a partir de los datos de volúmenes tratados en las distintas EDAR de la cuenca. De acuerdo con el punto 4 del artículo 9 del capítulo primero de la normativa del Plan Hidrológico de la DHS, estos se computan como el 80% del volumen total utilizado. De este volumen retornado, el 98% es tratado en estaciones depuradoras de aguas residuales. Los volúmenes de aguas tratados, teniendo en cuenta todos los usos, son de 148 hm³/año, de los cuales son reutilizados en agricultura de forma directa⁴ en torno al 55% (unos 80 hm³/año) y la práctica totalidad del resto de forma indirecta⁵ (CHS, 2015). Únicamente en las poblaciones costeras una parte poco significativa no es retorno utilizable y se vierte al mar. La población costera más importante es Cartagena.

¹ Se entiende por población estacional aquella que reside ocasionalmente en el municipio, generalmente por motivos turísticos o vacacionales.

² Se entiende por demanda bruta el volumen de agua anual que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo, añadiendo las pérdidas de transporte, distribución y aplicación. Es el volumen de agua extraído al medio.

³ Se entiende por demanda neta el volumen de agua anual que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo en el lugar de uso, excluyendo las pérdidas de transporte, distribución y aplicación.

⁴ La reutilización directa es aquella en que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a dominio público hidráulico, aunque puede existir tratamiento depurador.

⁵ La reutilización indirecta es aquella en la que se produce el vertido de efluentes a los cursos de agua y éstos se diluyen con el caudal circulante que después se capta. También hace referencia al vertido e infiltración a los acuíferos y que pronto se pone en uso.

3.2. USO AGRARIO

USO AGRÍCOLA

La agricultura es el principal uso de agua en la DHS y uno de los sectores que sustentan la economía y el empleo en gran parte de la misma. La superficie dedicada a uso agrícola es de 7720 km², lo que corresponde a un 40,6% de la superficie total, con similares superficies destinadas a secano (3856 km²) y a regadío (3865 km²) (CHC, 2015).

A pesar de que los cultivos de regadío y secano ocupan extensiones muy similares, existen diferencias muy significativas de rentabilidad, en cuanto a tecnificación y competitividad y en cuanto a crecimiento histórico en la demarcación. El regadío es claramente superior al secano en todos los casos.

El uso de agua verde de los cultivos en la demarcación en el año 2015⁶ fue de 1962 hm³/año, de los que 1275 hm³/año corresponden a cultivos de secano y 687 hm³/año a los de regadío. La demanda de agua verde corresponde principalmente a los cereales de invierno (557 hm³/año), árboles frutales de fruto carnoso (484 hm³/año), almendros (274 hm³/año), cítricos (204 hm³/año), hortalizas al aire libre (203 hm³/año), viñedo de vino (110 hm³/año) y olivar (103 hm³/año), que suman más del 98% del agua verde (figura 3.1).

El uso de agua azul es del orden de 1500 hm³/año brutos y 1100 hm³/año netos. Los cultivos con mayor consumo de agua de riego de la demarcación son los cítricos (384 hm³/año), los hortalizas al aire libre (348 hm³/año), los frutales no cítricos (188 hm³/año) y los hortalizas protegidos (55 hm³/año), que suman casi el 90% del uso de agua en la DHS (figura 3.2). Los cultivos con mayores dotaciones netas por hectárea son el arroz y la alfalfa, seguidos de los hortalizas protegidos, cereales de primavera y algodón (figura 3.3).

Una parte del agua usada para los cultivos para satisfacer los requerimientos hídricos retorna al sistema. Estos retornos han sido cuantificados para la demarcación del Segura en 123 hm³/año (CHS, 2015), de los que una parte se incorpora al sistema superficial o subterráneo, como un recurso aprovechable.

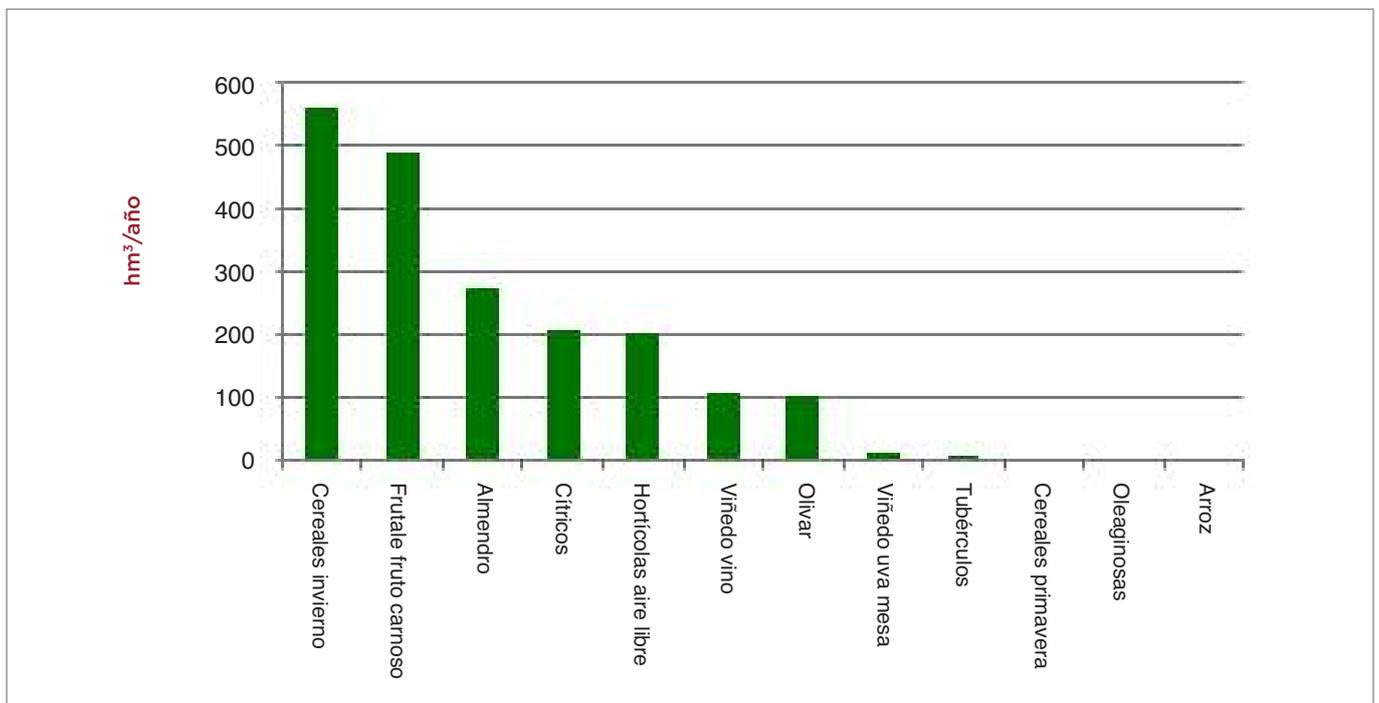


Figura 3.1. Demanda cubierta por agua verde por tipo de cultivo. Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CHS (2015) y MAPAMA (2015).

⁶ Elaboración propia a partir de datos de consumo de agua de riego y superficie de la CHS (2015) y datos de rendimientos (media del periodo 2004-2014) del MAPAMA (2015).

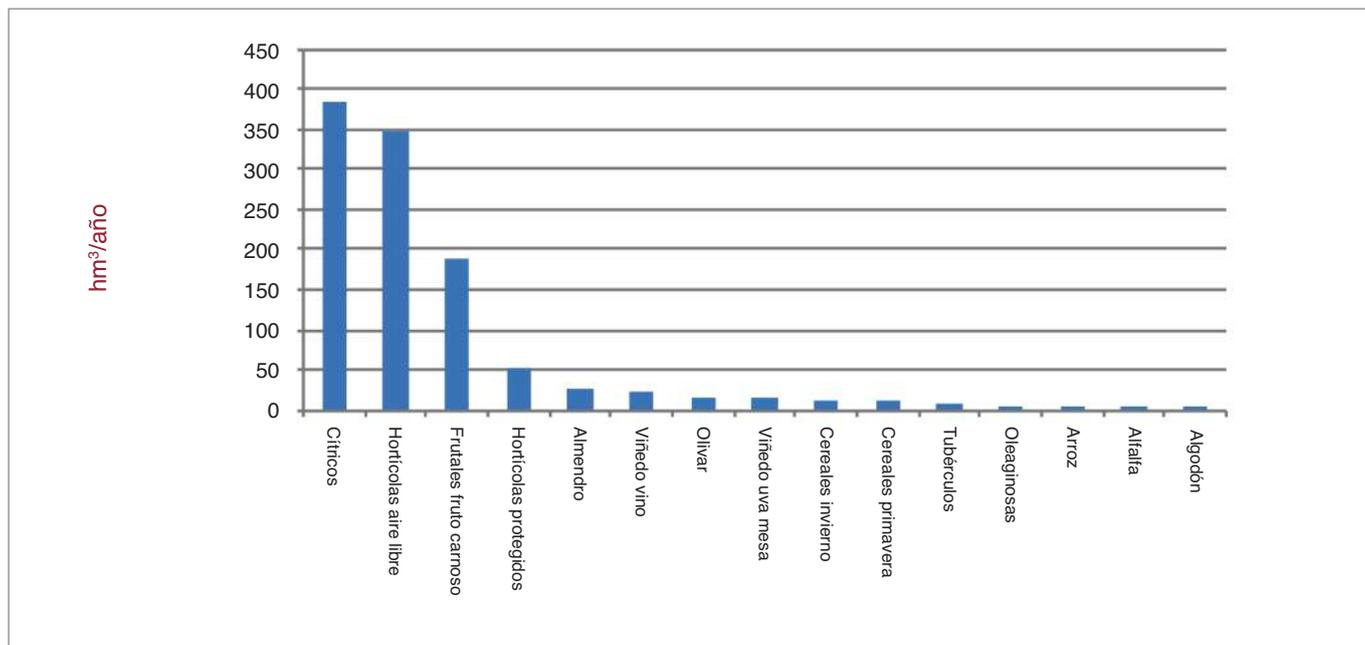


Figura 3.2. Demanda de agua azul por tipo de cultivo. Fuente: CHS (2015)

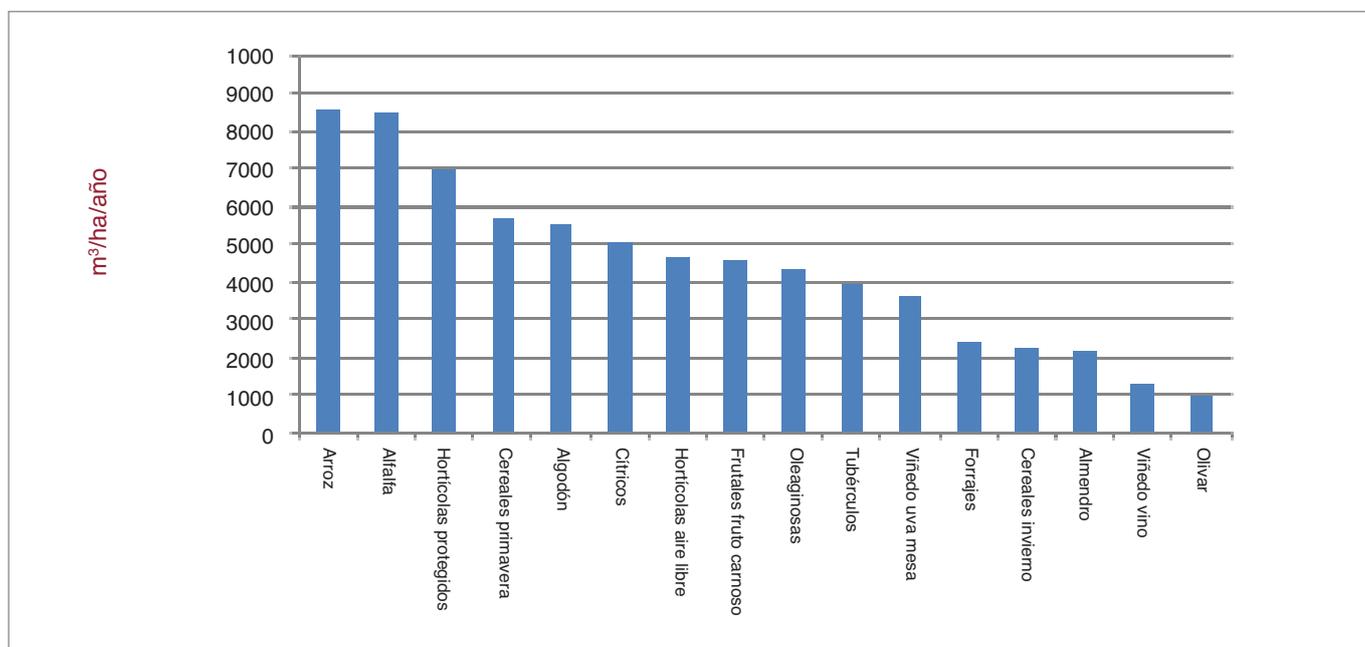


Figura 3.3. Dotación neta de agua azul por tipo de cultivo. Fuente: CHS (2015)

USO GANADERO

Según el último censo agrario del INE de 2009, en la región hay aproximadamente 3,6 millones de cabezas de ganado y de más de 5,2 millones de aves. Destaca el ganado porcino y ovino, con más de 2,2 y 1,0 millones de cabezas, respectivamente. Gran parte de la actividad ganadera porcina es de tipo intensivo y se desarrolla en gran medida en la Región de Murcia. La ganadería ovina es de tipo extensivo y se desarrolla en la Sierra del Segura y en el Altiplano.

Dentro de las demandas de la ganadería se diferencian las demandas directas y las demandas indirectas. La demanda directa⁷ de uso ganadero en la demarcación se estima como la suma de las demandas de los diferentes tipos de ganado significativos, a saber: bovino, porcino, ovino, caprino, equino, aves

⁷ Se denomina demanda directa a los volúmenes de agua que requiere el animal para beber y para los servicios relacionados con el manejo y gestión de la explotación.

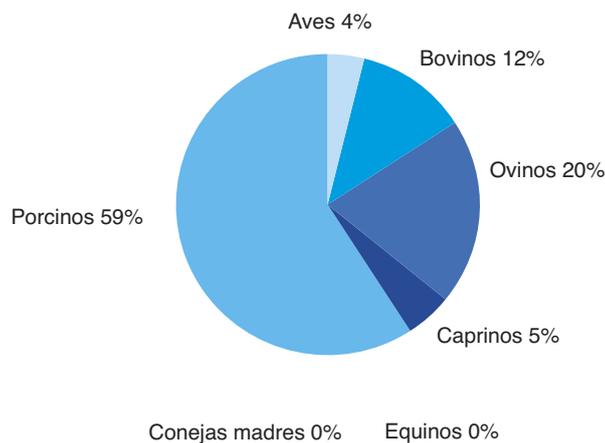


Figura 3.4. Demanda neta de agua de la ganadería.
Fuente: CHS (2015).

y conejas madres. Es de 11 hm³/año, distribuidos en 60% porcina (6,31 hm³/año), 20% ovina (2,06 hm³/año), 12 % bovina (1,25 hm³/año) y el resto entre caprino y aves (0,55 y 0,46 hm³/año, respectivamente).

La demanda indirecta⁸ es muy superior a la directa, alcanzando 1253 hm³/año (elaboración propia basada en CHS, 2015, Anejo 3; Mekonnen y Hoekstra, 2010; 2012) (véase tabla 3.1). Destaca el sector porcino, con el 91% de la huella hídrica indirecta asociada al consumo de piensos. No obstante, no se tiene en cuenta en el cómputo total de demandas de agua de la demarcación puesto que una parte ha sido contabilizada en la demanda agrícola y otra parte se traslada a territorios externos a la demarcación, puesto que importa piensos y cereales para piensos.

Tabla 3.1. Huella hídrica (HH) de la ganadería en la DHS.

	Cabezas de ganado ¹	HH del animal vivo (m ³ /ton) ²			Peso ³ kg	HH por animal (m ³ /animal)			Tiempo de vida ⁴ años	HH anual por animal (m ³ /año/animal)			HH anual por categoría animal (hm ³ /año)		
		VERDE	AZUL	TOTAL		VERDE	AZUL	TOTAL		VERDE	AZUL	TOTAL	VERDE	AZUL	TOTAL
Bovino	63.857	5.173	446	5.619	253	1309	113	1422	6,5	201	17	219	13	1	14
Ovinos y caprinos	943.103	4.047	308	4.355	28	113	9	122	2,2	51	4	55	48	4	52
Equinos	4.983	27.663	7.388	35.052	473	13.085	3.495	16.580	12	1.090	291	1.382	5	1	7
Porcinos	1.968.168	3.777	539	4.316	102	385	55	440	0,75	514	73	587	1.011	144	1.155
Aves	5.189.843	2.686	321	3.007	2	5	1	6	0,8	6	1	7	32	4	36
Total	8.169.954												1110	154	1264

¹ Cabezas de ganado en la DHS en el año 2009. Fuente: CHS (2015, Anejo 3).

² Huella hídrica (HH) de los distintos tipos de ganado en España. Fuente: Mekonnen y Hoekstra (2010).

³ Peso al final de la vida. Media mundial. Fuente: Mekonnen y Hoekstra (2012).

⁴ Tiempo de vida promedio. Fuente: Mekonnen y Hoekstra (2012).

3.3. USO INDUSTRIAL

Los usos industriales comprenden las actividades de la industria manufacturera, excluyendo las actividades extractivas, las relativas a la construcción y la producción de energía eléctrica. Esta última se considera en el apartado 3.4 de otros usos.

Las industrias manufactureras se concentran en la Región de Murcia, principalmente en las ciudades, destacando las dedicadas a la alimentación, bebidas y tabaco, tanto en número de empleados como en términos económicos de productividad.

La demanda bruta industrial asciende a 41 hm³/año y la demanda neta a 35 hm³/año. Esta demanda se ve en parte satisfecha a partir de las redes de abastecimiento municipales y en parte mediante recursos subterráneos y provenientes de la desalinización. La demanda satisfecha a partir de las redes de

⁸ La demanda indirecta se refiere a los volúmenes de agua embebidos en los productos de alimentación del ganado.

abastecimiento municipal ha sido contabilizada en el apartado 3.1 de abastecimiento a poblaciones. Con el fin de evitar el doble conteo, únicamente se considerará aquella demanda no conectada a la red, que para usos industriales es de 9 hm³/año, de los cuales la Mancomunidad del Taibilla abastece del orden de 1,6 hm³/año y el resto corresponden a autoabastecimiento a partir de concesiones de recursos subterráneos. Descontando los retornos, el uso industrial es de 7 hm³/año.

3.4. OTROS USOS

USOS PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Aprovechamientos hidroeléctricos

La Demarcación Hidrográfica del Segura cuenta con 36 centrales hidroeléctricas. El consumo hídrico de los embalses para la producción de energía hidroeléctrica se estima en base a la superficie del embalse y a la tasa media de evaporación mensual del conjunto de embalses de la DHS en los últimos 20 años. Se estima en 1,0 hm³/año.

Centrales térmicas

De acuerdo con la información disponible en el Plan Hidrológico de la DHS, la región cuenta con 4 centrales térmicas (CHS, 2015), todas ellas ubicadas en la costa, en Cartagena. Se refrigeran con agua de mar, con lo que no consumen recursos de agua de la demarcación, salvo una pequeña cantidad para servicios y circuitos. Por ello no se considera una demanda. El total del consumo de agua dulce puede ser de 1 a 2 hm³/año, pero al parecer una parte es auto-producida mediante desalinización.

Plantas termosolares

A partir de la información disponible en el Plan Hidrológico de la DHS, se consideran dos centrales termosolares situadas en Calasparra, en la Región de Murcia (CHS, 2015). Ambas plantas requieren agua para refrigeración de los condensadores, con una demanda conjunta de 2,5 hm³/año.

Energía solar fotovoltaica

De manera innovadora, algunos agricultores de la región han iniciado la extracción de agua para riego con energía solar fotovoltaica, gracias al uso de variadores de frecuencia, lo que permite adaptar el consumo al aporte de la placa solar. No se sabe qué importancia podría tener este proceso en la demarcación en cuanto al ahorro de consumo de energía eléctrica de la red y en cuanto a su viabilidad económica.

USOS DE SERVICIOS NO CONECTADOS A REDES MUNICIPALES: CAMPOS DE GOLF

El subsector del turismo de golf ha experimentado un fuerte crecimiento en la DHS, con un incremento relativo de los campos. Actualmente hay 27 campos de golf, que ocupan una superficie de 1415 ha. Su demanda de agua azul para el año 2012 ha sido cuantificada en 11 hm³/año, de los cuales 2 hm³/año son de origen subterráneo y los restantes 9 hm³/año son aguas reutilizadas (CHS, 2015). Usan 3 hm³/año de agua verde. A efectos de contabilización de la demanda de agua, la CHS incluye los campos de golf en las actividades industriales.

EVAPORACIÓN DE AGUA DE LOS EMBALSES

La huella hídrica azul de los embalses, contabilizada como el volumen de agua evaporada desde estos reservorios, es de unos 75 hm³/año.

3.5. HUELLA HÍDRICA DE LOS USOS HUMANOS DE LA DHS

La **tabla 3.2** resume la huella hídrica verde y azul de la DHS desde el punto de vista de la producción por uso. En ella se muestra que la agricultura representa un 96% de la huella hídrica de la demarcación. En términos cuantitativos, la actividad ganadera representa un uso de agua directo muy pequeño frente al agrícola. En las figuras 3.5 y 3.6 se muestra la distribución espacial por hectárea.

Tabla 3.2. Resumen de la huella hídrica (HH) de la Demarcación Hidrográfica del Segura ($\text{hm}^3/\text{año}$).

Tipo de uso	HH DIRECTA			HH INDIRECTA*		
	HH verde ($\text{hm}^3/\text{año}$)	HH azul ($\text{hm}^3/\text{año}$)	HH total ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Agua verde ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Agua azul ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Total ($\text{hm}^3/\text{año}$)
Abastecimiento urbano		38	38			
Agricultura	1962	1100	3062			
Ganadería		11	11	1110	143	1253
Industria		7	7			
Producción energética						
Hidroeléctrica		0	0			
Centrales térmicas		0	0			
Plantas termosolares		3	3			
Otros						
Campos de golf	3	2	5			
Embalses		57	57			
Total	1965	1218	3183	1110	143	1253

* La huella hídrica indirecta se refiere a la importación de agua virtual asociada a los piensos utilizados por el sector ganadero en la demarcación.

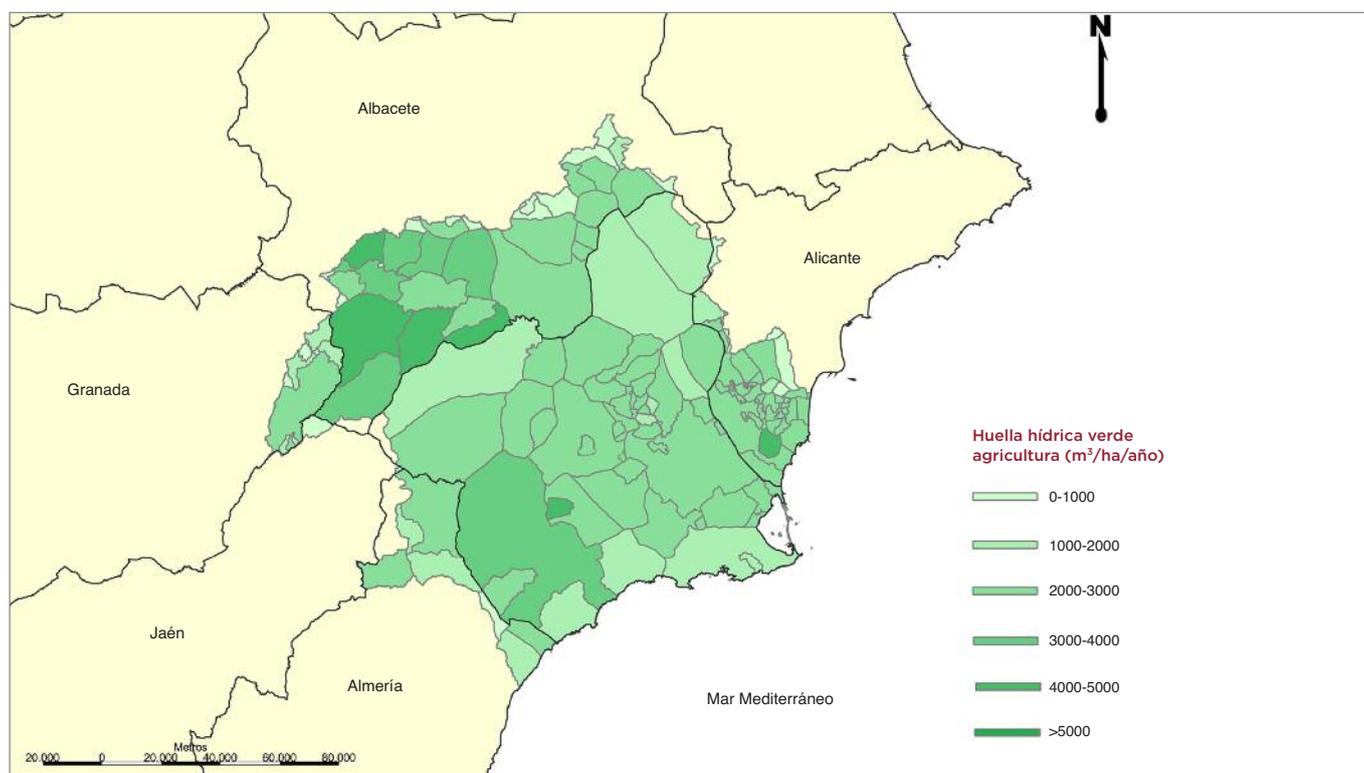


Figura 3.5. Distribución espacial de la huella hídrica verde de la agricultura por hectárea. Fuente: Elaboración propia.

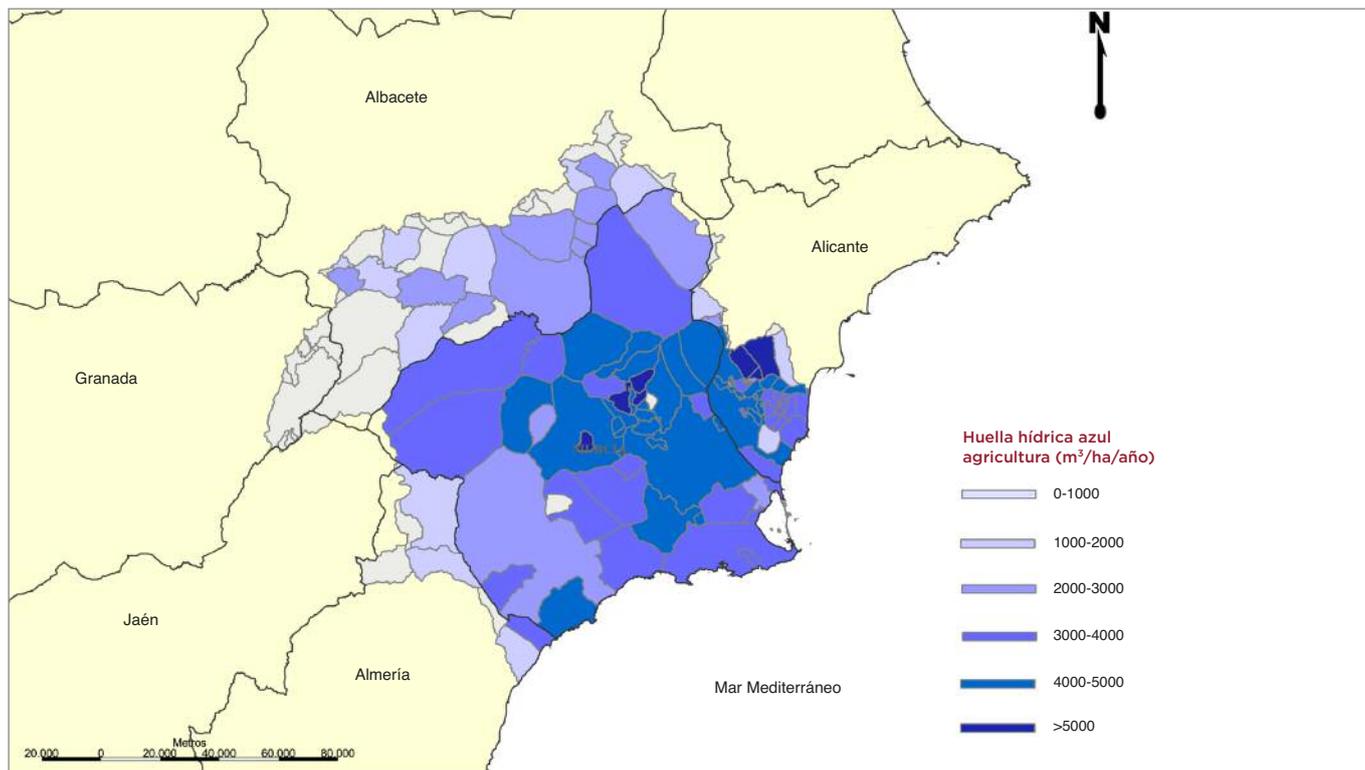


Figura 3.6. Distribución espacial de la huella hídrica azul de la agricultura por hectárea. Fuente: Elaboración propia.

3.6. CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA DHS

La calidad de las aguas tanto superficiales (continentales y costeras) como subterráneas de la DHS se ve afectada tanto por fuentes de contaminación puntuales como difusas.

Entre las fuentes de contaminación puntual que afectan a las aguas superficiales están los vertidos urbanos, industriales biodegradables y/o no biodegradables, de plantas desalinizadoras, de achiques mineros o de piscifactorías. Por número de vertidos destacan los urbanos, los cuales se localizan mayoritariamente en los tramos medios y bajos del Segura, río Guadalentín y Campo de Cartagena. En los últimos años se ha conseguido una mejora muy significativa en cuanto a la calidad de los efluentes y a la reducción de los mismos gracias a la notable mejora de la red de saneamiento (CHS, 2015).

El proyecto de recuperación del río Segura, desarrollado durante los últimos 15 años por la Confederación Hidrográfica del Segura y por el Gobierno de Murcia, ha conseguido que el río que pasara de ser uno de los ríos más contaminados de Europa a una de los que presenta una menor presencia de población en todos sus tramos. Gracias a este programa de depuración y reutilización de aguas, pionero en España, además se han generado recursos extra de agua para los agricultores y se ha mejorado el estado de los ecosistemas ligados al río, con la recuperación de especies como la nutria y la anguila. La población ha vuelto a mirar al río y practicar actividades como la pesca o el piragüismo. Asimismo, los humedales de Campotéjar y Las Moreras, dependientes de plantas depuradoras, han sido incluidos en el Convenio Ramsar por su importancia para la migración de las aves, algunas de las cuales, como la malvasía cabeblanca o la cerceta pardilla, se encuentran en peligro de extinción.

Entre las fuentes de contaminación puntual que afectan a las aguas subterráneas destacan las filtraciones desde vertederos urbanos, de balsas mineras o de achiques mineros (CHS, 2015), además de la parte de los retornos de riego y de las actividades relacionadas y de las estaciones de servicio.

En los últimos años se han encontrado contaminantes emergentes en las aguas residuales de origen doméstico, como fármacos, compuestos perfluorados, hormonas, drogas de abuso y productos de cuidado y de higiene personal.

Entre las fuentes de contaminación difusa se encuentran las vías de transporte, las zonas urbanas y las actividades agrícolas. Estas últimas merecen especial atención por el empleo de agroquímicos, que causan uno de los principales problemas de contaminación de las aguas en la demarcación: contaminación por nutrientes (nitratos y fosfatos) y contaminación por plaguicidas (CHS, 2015).

Recientemente se ha detectado la presencia de boro en la demarcación, que proviene del agua desalinizada. Su concentración es menor a la requerida en el agua potable pero llega a ser excesiva para el riego de determinados cultivos, como el limonero en el Campo de Cartagena. El problema ha ido creciendo a medida que el agua regenerada contiene una mayor proporción de agua desalinizada en el suministro urbano. Es algo aún no bien estudiado y que puede obligar a más cuidadosas mezclas para obtener el agua adecuada de riego.

Otro factor que incide en la calidad de los acuíferos costeros es la intrusión marina causada por una explotación intensiva. La calidad y salinidad de las aguas subterráneas se trata en detalle en el capítulo 6.

REFERENCIAS

CHS (2015) Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura 2015-2021. Documento memoria y 12 anejos. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

CHS (2017) Resumen de datos básicos. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/>

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2010) The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No.48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Vol. 1 y 2.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2012) A global assessment of the water footprint of farm animal products, *Ecosystems*, 15(3): 401–415.

4. USOS DEL AGUA PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAPITAL NATURAL

Basado en la contribución de Bárbara Willaarts

4.1. INTRODUCCIÓN

La superficie forestal en la demarcación del Segura es de 894.000 ha, que es el 47,4% de la superficie de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) (CLC, 2012). Debido a su amplia extensión, estos usos juegan un papel fundamental en el balance de agua y en la regulación de los flujos hídricos.

El papel de los bosques y vegetación forestal en la regulación de los riesgos de erosión y el control de las avenidas en el arco mediterráneo español es ampliamente conocido y está bien documentado. Sin embargo, apenas existen estudios que analicen el papel que las superficies forestales en el balance hídrico de las cuencas y que hayan cuantificado la demanda hídrica forestal (Martin-Vide et al., 2011; Matteucci et al., 2011; Willaarts, 2012; MEDACC, 2013; 2017; Garcia-Prats et al., 2016). Esta información es de gran utilidad para la gestión del agua a nivel de las demarcaciones, dado que existen múltiples evidencias que confirman que los cambios territoriales y en particular los cambios en la extensión y cobertura de los usos forestales pueden modificar la demanda hídrica forestal y en consecuencia el régimen de aportaciones y disponibilidad de agua azul.

Tal y como ponen de manifiesto muchos planes hidrológicos, en el transcurso de las últimas décadas se ha venido observando una reducción progresiva de las aportaciones en muchas cuencas. Aunque se considera que el cambio climático y la reducción progresiva de las precipitaciones son unos de los principales factores responsables de estas reducciones (CEDEX, 2011), cada vez son más los investigadores (Gallart y Llorens, 2003; Lorenzo-Lacruz et al., 2012; Salmoral et al., 2014; Willaarts et al., 2012) que apuntan a los cambios de uso del territorio como otro importante factor responsable de la progresiva reducción de caudales que viene observándose en diversas cuencas fluviales españolas.

El impacto que los cambios de uso del suelo y en particular las transformaciones forestales pueden tener sobre el balance de agua de una cuenca está condicionado por distintos factores, que incluyen: clima, propiedades edáficas, magnitud del cambio territorial y características estructurales y fisiológicas de la vegetación (Salmoral et al., 2014). En cuencas de grandes dimensiones (>1000 km²), el clima es normalmente el principal factor responsable de las alteraciones hidrológicas, mientras que a escalas más pequeñas otros factores juegan un papel importante, en concreto los cambios en la vegetación. Sin embargo, en cuencas donde las transformaciones territoriales (procesos de deforestación o reforestación y gestión forestal) son muy intensas, el efecto territorial puede tener gran impacto, independientemente de la escala.

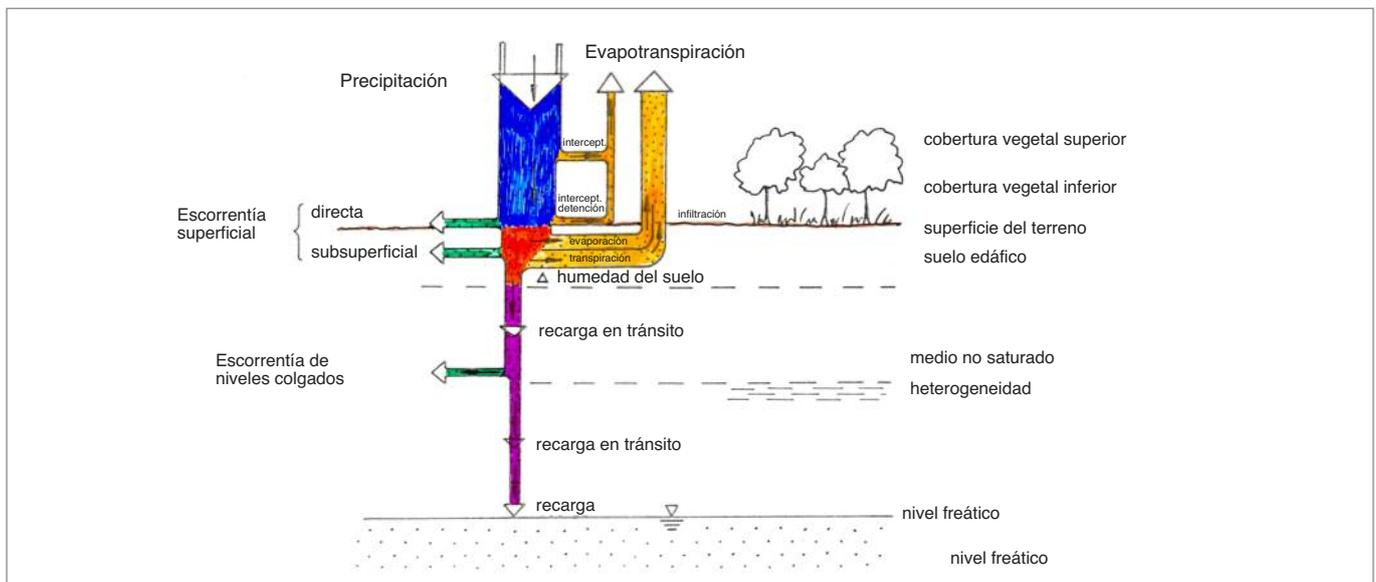


Figura 4.1. Componentes del balance de agua en el suelo. Fuente: Custodio et al. (1997).



El reventón de los Chorros, nacimiento del río Mundo

Por lo general, un aumento de la cobertura de arbolado o matorral aumenta la evapotranspiración de agua del suelo (agua verde) y reduce el excedente hídrico (agua azul) (figura 4.1) (Zhang, 2001). Por el contrario, una reducción de la cobertura leñosa aumenta la escorrentía, favoreciendo una mayor disponibilidad de recursos hídricos, aunque también puede aumentar los riesgos de erosión y crecidas (Anderson et al., 1976; Leyer et al., 2012; Vieira et al., 2014). Los estudios realizados hasta el momento coinciden en señalar que, en climas templados, el aumento o la reducción de la superficie forestal tiene un impacto sobre la disponibilidad de agua mayor que en las cuencas mediterráneas. Esto es debido principalmente a que en regiones áridas y semi-áridas la mayor parte de las precipitaciones se evapotranspira debido al elevado déficit hídrico en el suelo edáfico, lo que reduce la parte disponible para recarga y tan sólo en los meses húmedos, cuando existe excedente hídrico, es factible detectar diferencias en aportaciones asociadas a cambios en la cobertura de vegetación.

El conocimiento que actualmente se tiene sobre las necesidades hídricas forestales es bastante limitado. Es debido a que la actividad forestal no es un sector económico tan importante como lo puede ser la agricultura y a que el conocimiento de tales necesidades hídricas forestales como herramienta para la planificación hidrológica es algo reciente. La política y gestión del agua, tradicionalmente y ahora con la Directiva Marco del Agua (DMA) europea, continua muy centrada en gestionar el recurso hídrico presente en las masas de agua, ignorando la estrecha relación que existe entre agua y territorio y la importancia de fomentar una gestión integrada de ambos (Falkenmark y Rocktröm, 2004).

En el contexto español existen muy pocos estudios que hayan analizado la demanda hídrica de los sistemas forestales. La mayor parte de estudios son locales (ej. Beguería et al., 2003; López-Moreno et al., 2008; Salmoral et al., 2014, Willaarts et al., 2012). A escala nacional apenas existen estudios y los existentes representan una primera aproximación y no están exentos de incertidumbre (Willaarts 2012).

El objetivo de este análisis es aplicar una de las metodologías existentes y aplicables, en base a las fuentes de información disponibles, con el objeto de obtener una primera estimación sobre el consumo de agua de los usos forestales existentes en la demarcación del Segura.

4.2. RESULTADOS

La **figura 4.2** resume la ubicación de los usos forestales identificados en la DHS. En torno al 40% de la superficie forestal se corresponde con áreas de bosques, que ocupan en torno a 357.600 hectáreas. Por detrás destacan las superficies de estepas mediterráneas (288.800 ha) y de vegetación esclerófila (144.000 ha). El resto de coberturas forestales ocupan superficies menores, que suman menos del 15% de la superficie forestal total de la demarcación.

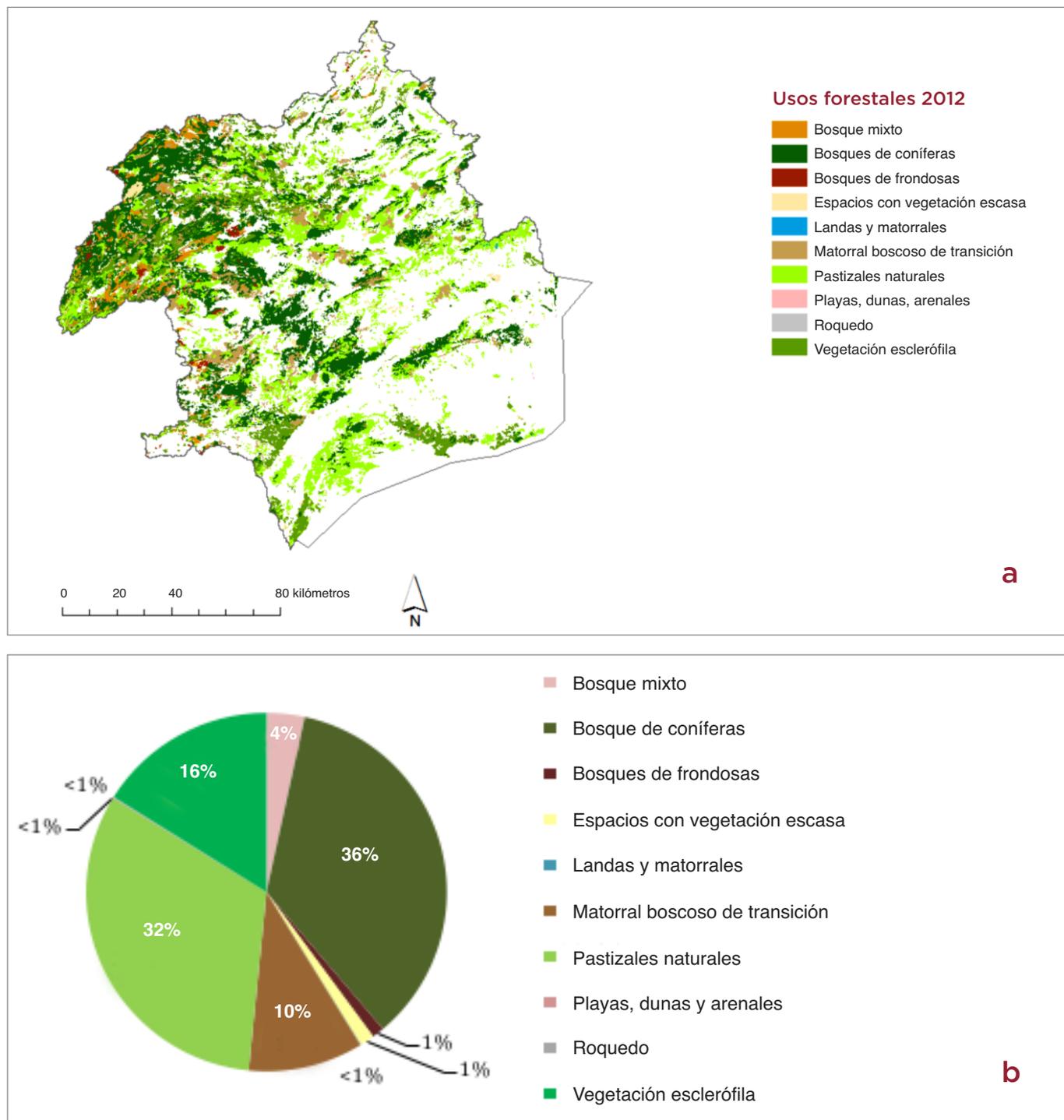


Figura 4.2. Distribución de los usos forestales (a) y porcentaje de ocupación (b) en la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: Elaboración propia con datos de CLC (2012).

La **figura 4.3** resume los valores medios estimados del volumen de agua evapotranspirado por el bosque (ET_{USO}) para los distintos tipos de coberturas forestales. Los bosques mixtos son los que tienen

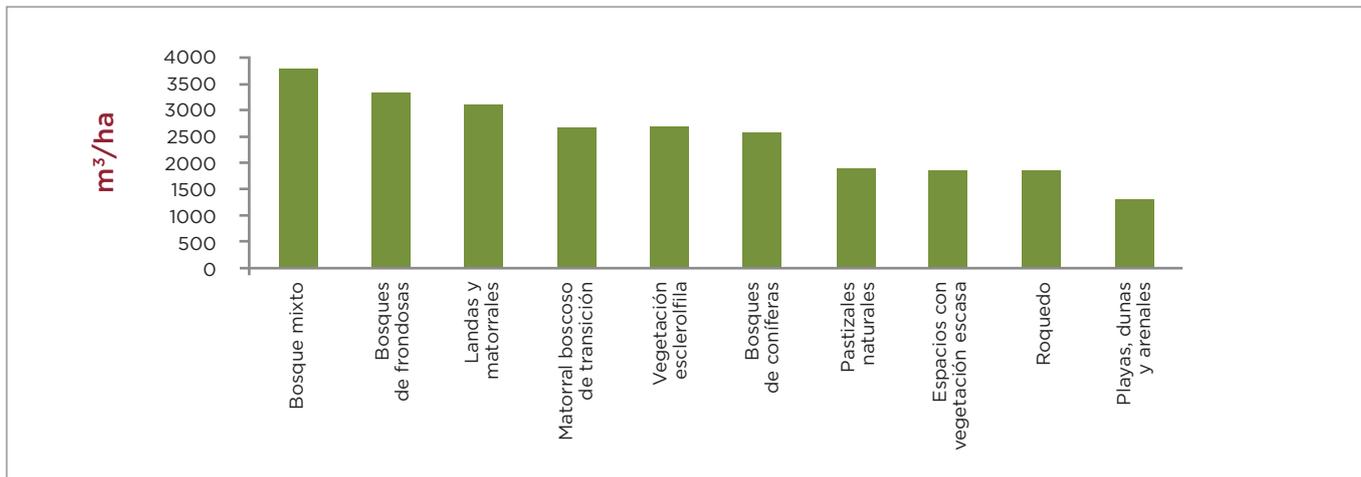


Figura 4.3. ET_{USO} promedio de los distintos usos forestales en la Demarcación Hidrográfica del Segura (m³/ha/año). Fuente: Elaboración propia.

mayor demanda hídrica en promedio (3760 m³/ha/año), seguidos de los bosques de frondosas (3290 m³/ha/año) y los matorrales y landas (3060 m³/ha/año). Las estepas mediterráneas son las superficies forestales con vegetación con menor consumo hídrico (1856 m³/ha/año), lo que indica largos periodos de déficit.

El porcentaje de cobertura vegetal, especialmente de vegetación leñosa, tiene una incidencia directa en el volumen de agua verde evapotranspirada anualmente. Las zonas con escasa vegetación (porcentaje de cobertura de vegetación < 20%) tiene una demanda hídrica menor y su consumo hídrico anual no llega a 1800 m³/ha/año.

En la **figura 4.4** se resume el volumen anual de agua consumida por la vegetación en la demarcación. Las superficies forestales consumen en promedio 2190 hm³/año. La mayor parte de este consumo se

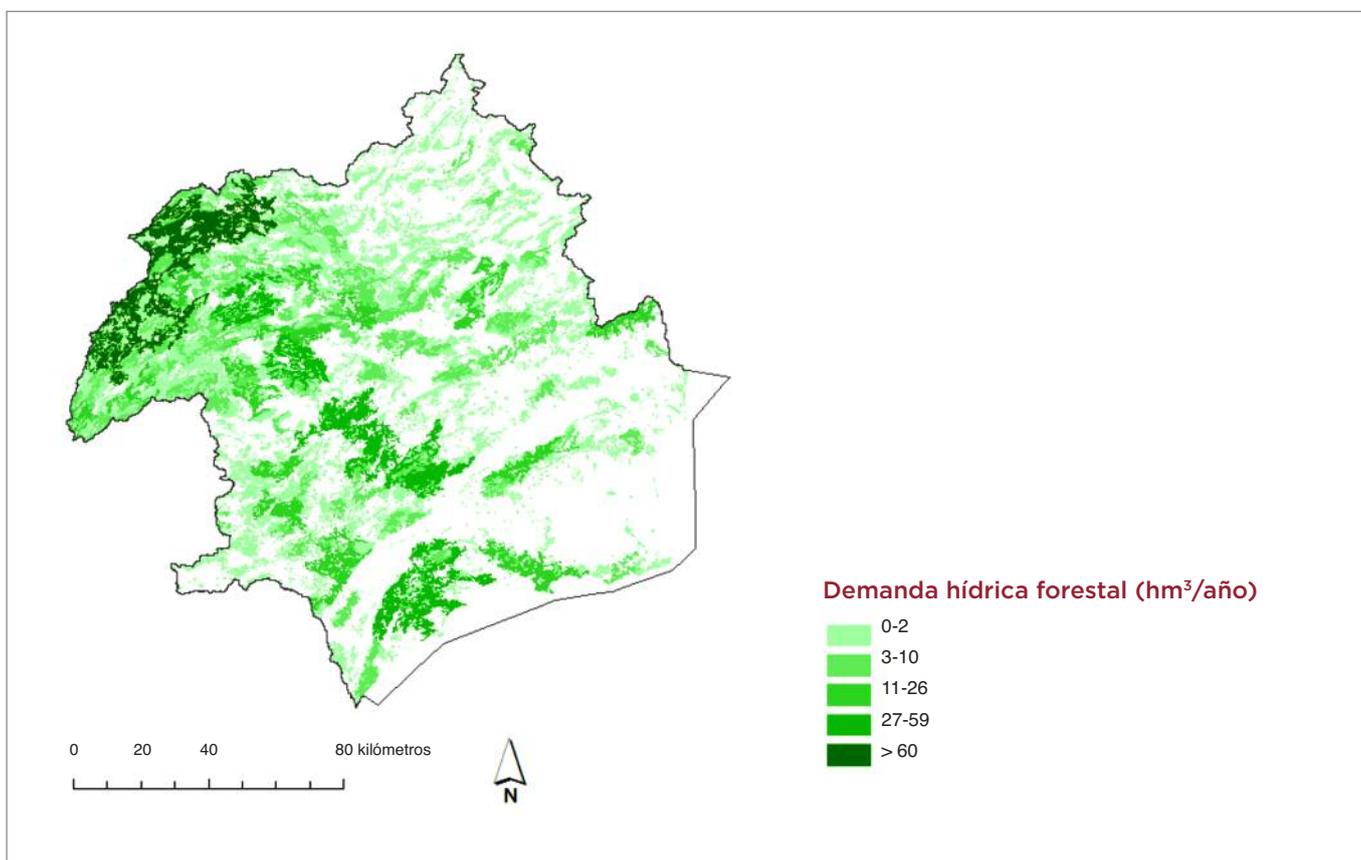


Figura 4.4. Demanda hídrica de los usos forestales en la DHS (hm³/ha/año). Fuente: Elaboración propia.

concentra en la parte meridional de la cabecera, donde se concentran grandes extensiones de pinares. En los tramos medios y bajos, las superficies forestales continúan siendo representativas, pero la disponibilidad hídrica es menor, reduciendo en conjunto la demanda hídrica forestal.



Nacimiento del río Segura

REFERENCIAS

Anderson H.W., Hoover M. y Reinhart K.G. (1976) Forests and water. Effects of forest management on floods, sedimentation and water supply. Pacific Southwest. Forest and Range Experiment Station. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Berkeley, California. 115.

Beguiría, S., López-Moreno, J. I., Lorente, A., Seeger, M. y García-Ruiz, J. M (2003) Assessing the effects of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees, *Ambio* 32: 283-286.

CEDEX (2011). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural. Encomienda de Gestión de la Dirección General del Agua al CEDEX para el estudio del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Dirección General del Agua. Oficina Española de Cambio Climático.

CLC (2012) Mapa de Usos y Coberturas de Vegetación Corine Land Cover para la cuenca del Segura (1:100.000), año 2012. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do#selectedSerie>

Custodio, E., Llamas, M. R. y Samper, J. (eds.) (1997). La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica. Asociación Internacional de Hidrogeólogos, Grupo Español-Instituto Tecnológico Geominero de España: 1-455. ISBN: 84-7840-292-6.

- Falkenmark, M. y Rockström J. (2004) Balancing water for humans and nature: The new approach in eco-hydrology. EarthScan, London: 1-247.
- Gallart, F. y Llorens, P. (2003) Catchment management under environmental change: impact of land cover change on water resources. *Water Intern.* 28: 334-340.
- García-Prats, A., del Campo, A.D. y Pulido-Velázquez, M. (2016) A hydroeconomic modeling framework for optimal integrated management of forest and water *Water Resour. Res.*, 52, 8277-8294, doi:10.1002/2015WR018273.
- Leyer I., Mosner E. y Lehmann B. (2012) Managing floodplain-forest restoration in European river landscapes combining ecological and flood-protection issues. *Ecol Appl* 22: 240-249.
- López-Moreno, J.I., García-Ruiz, J. M. y Beniston, M. (2008) Environmental change and water management in the Pyrenees. Facts and future perspectives for Mediterranean mountains, *Glob. Planet. Change*, 66(3-4): 300-312.
- Lorenzo-Lacruz, J., Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Morán-Tejeda, E. y Zabalza, J. (2012) Recent trends in Iberian streamflows (1945-2005) *J. Hydrol.* 414-415, 463-475.
- Martin-Vide, J., Gallart, F. y Lopez-Bustins, J-A. (2011) Climate Change Implicacions for Forests and Hydrology: an Overview. In Y. Birot, C. Gracia y M. Palahí (Eds.), *Water for Forests and People in the Mediterranean Region -A Challenging Balance*, European Forest Institute (Joensuu, Finlandia), pp. 131-136, ISBN: 978-952-5453-79-9.
- Matteucci, G., Vanclay, J. y Martin-Vide, J. (2011) Do Forest Areas Influence Rainfall Regime? In Y. Birot, C. Gracia y M. Palahí (Eds.), *Water for Forests and People in the Mediterranean Region -A Challenging Balance*, European Forest Institute (Joensuu, Finlandia), pp. 32-36, ISBN: 978-952-5453-79-9.
- MEDACC (2013) Historical trends in climate, hydrology and land use. Demonstration and validation of innovative methodology for regional climate change adaptation in the Mediterranean area. Proyecto MEDACC (LIFE ENV/ES/000536. Disponible online: <http://medacc-life.eu/es>
- MEDACC (2017) Demonstration and validation of innovative methodology for regional climate change adaptation in the Mediterranean area. Proyecto MEDACC (LIFE ENV/ES/000536. Disponible online: <http://medacc-life.eu/es>
- Salmoral, G., Willaarts, B.A, Troch, P. & Garrido, A. (2014) Drivers influencing streamflow changes in the Upper Turia Basin, Spain. *Science of the Total Environment* 503-504: 258-268.
- Vieira D.C.S., Prats S.A., Nunes J.P., et al. (2014) Modelling runoff and erosion, and their mitigation, in burned Portuguese forest using the revised Morgan-Morgan-Finney model. *For Ecol Manage* 314:150-165. doi: 10.1016/j.foreco.2013.12.006
- Willaarts, B. (2012). Linking land management to water planning: estimating the water consumption of Spanish forests. *Water, Agriculture and the Environment in Spain: Can We Square the Circle*: 139-151.
- Willaarts B.A., Volk M. & Aguilera P.A. (2012) Assessing the ecosystem services supplied by freshwater flows in Mediterranean agroecosystems. *Agric Water Manag* 105:21-31. doi: 10.1016/j.agwat.2011.12.019.
- Zhang L., Dawes W.R. & Walker G.R. (2001) Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resour Res* 37:701-708. doi: 10.1029/2000WR9003

5. ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DEL USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

De acuerdo con el presente estudio, los recursos renovables disponibles en la Demarcación Hidrográfica del Segura, entendidos como los que resultan del potencial medio de renovación anual de las aguas procedentes de la precipitación y agua reutilizada, descontados los caudales ambientales a conservar, son menores que las demandas para la producción total de bienes y servicios asociados al sistema productivo. Es decir, la demanda de agua para el mantenimiento del modelo productivo actual, de unos 1870 hm³/año, supera los recursos renovables disponibles en su territorio, de 1443 hm³/año, que incluyen las aguas procedentes de la precipitación, la desalinización, los retornos, el agua regenerada y los azarbes (véase la tabla 5.1). Esto supondría un déficit en la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) de 427 hm³/año, similar a los 400 hm³/año del Plan Hidrológico de la DHS (CHS, 2015). Actualmente, se compensa parte de este déficit con el consumo (reducción) de reservas (minería) de aguas subterráneas (unos 200 hm³/año) y desatendiendo parte de la superficie de riego de la demarcación que queda en situación de infradotación. La parte más significativa de este déficit lo sufre la demanda agraria.

En este contexto de déficit interno de agua azul en la demarcación (tabla 5.1), es necesario considerar también el agua de lluvia utilizada por la agricultura de secano y regadío, que es superior a la cantidad de riego: 1962 hm³/año frente a 1546 hm³/año respectivamente.

Tabla 5.1. Balance medio en condiciones actuales del agua verde y azul en la DHS. Recursos disponibles frente a los usos del agua. El volumen de referencia es el sistema acuífero-río. Fuente: Agua azul CHS (2015), agua verde elaboración propia.

ENTRADAS AL SISTEMA	hm ³ /AÑO	SALIDAS DEL SISTEMA	hm ³ /AÑO
Agua azul	1870	Agua azul	1870
Escorrentía superficial ¹	207	Uso doméstico e industrial conectado	235
Escorrentía subterránea y diferida ¹	647	Uso industrial no conectado	9
Trasvase Tajo-Segura	305	Riego agrícola atendido	1366
Trasvase Negratín-Almanzora	17	Ganadería (uso directo)	9
Desalinización	193	Campos de golf	11
Reducción reservas agua subterránea	231	Uso energético	3
Agua urbana regenerada directa e indirecta	146	Humedales e interfaz agua dulce-salada	39
Retornos de riego subterráneos	67	Evaporación superficial	75
Retornos de riego superficial. Azarbes	57	Al mar superficial y subterráneo	123
Agua verde	5030	Agua verde	5030
		Uso agrícola	1962
		Campos de golf	3
		Superficie forestal	3065
Agua azul disponible			
Recursos internos renovables	1443		
Parte para humedales	39		
Recursos internos renovables disponibles	1404		

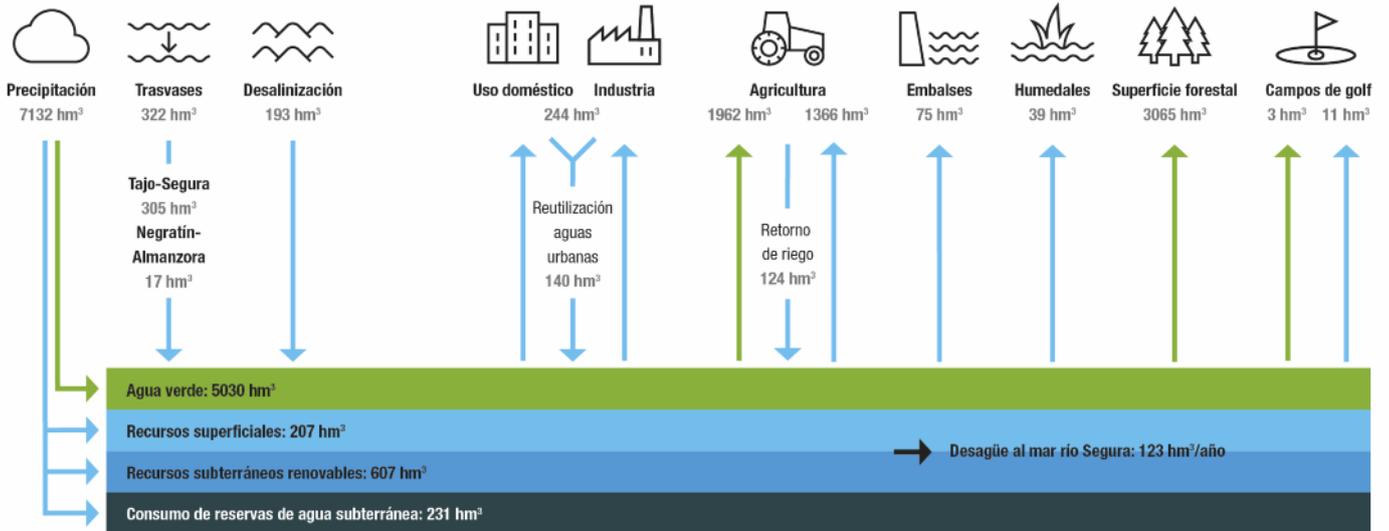
¹ escorrentía total interanual media —superficial y subterránea e hipodérmica— en régimen natural para la serie 1980/81-2011/12 (CHS, 2015).

La importación de alimentos y piensos (agua virtual) supone una entrada hídrica al sistema de unos 5100 hm³/año (96% de agua verde y 4% de agua azul), de los que 1253 hm³/año se utilizan en la demarcación en forma de pienso para el sector ganadero. Se supone que la mayor parte de los 3847 hm³/año restantes se redistribuyen al resto de la Península. Las exportaciones suponen 1600 hm³/año (69% de agua verde y 31% de agua azul) (véase el capítulo 9).

Por tanto, frente a esta situación con demandas insatisfechas o satisfechas con la aportación del trasvase Tajo-Segura y minería de aguas subterráneas (véase la tabla 5.1) y frente a una posible disminución de las aportaciones naturales y la propia evolución de los hábitos sociales de producción y consumo,

RECURSOS DISPONIBLES

USOS DEL AGUA



* La agricultura incluye el riego de cultivos y el uso de agua en la producción ganadera, que alcanza los 9 hm³/año. No se han incluido las demandas menores del 1%, como los usos energéticos.

Figura 5.1. Balance medio en condiciones actuales del agua verde y azul en la DHS. Recursos disponibles frente a los usos del agua. El volumen de referencia es el sistema acuífero-río. Fuente: Agua azul CHS (2015), agua verde elaboración propia.

serían útiles planteamientos estratégicos, tanto de política de comercio exterior como de cambio de especialización productiva. Esto iría hacia productos y servicios con mayor rentabilidad y social y medioambientalmente razonables, o sea un cambio de paradigma en el uso del agua. Todo ello podría redundar en una disminución de la presión sobre los recursos de agua y una mejora de calidad del medio físico hídrico sin comprometer los valores ambientales.

REFERENCIAS

CHS (1998) Plan Hidrológico de Cuenca de 1998. Plan Hidrológico Cuenca del Segura, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio.

CHS (2015) Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-21. Disponible online: <https://www.chse-segura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

MARM (2011) Huella hídrica de España. Sostenibilidad y territorio. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Gobierno de España. Madrid.

6. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. EXPLOTACIÓN INTENSIVA Y CONSUMO DE RESERVAS.

6.1. LOS ACUÍFEROS

La cuenca del Segura es geológicamente muy compleja ya que está afectada por los grandes deslizamientos asociados a la formación de las Cordilleras Béticas. Existe un substrato profundo, conocido sólo parcialmente, pero que en conjunto no es permeable a nivel general y que puede contener agua de alta salinidad. Fuera de las cabeceras de los ríos, sobre el substrato se apila un gran espesor de sedimentos, intensamente tectonizados y caóticamente distribuidos, en una matriz poco permeable y que en ocasiones incorpora formaciones que contienen yesos e incluso sales muy solubles. Dentro de ese conjunto existen bloques de materiales carbonatados grandes y medianos, predominantemente calizas, frecuentemente con varios centenares de metros de potencia, que están muy fracturados y en ocasiones karstificados (sometidos a disolución). Estos bloques, en buena manera aislados unos de otros, son muchas veces permeables y forman acuíferos de gran importancia local y cuyo conjunto tiene gran relevancia regional. Tales son los acuíferos de Ascoy-Sopalmo y Yecla-Jumilla-Villena (Altiplano Murciano), Alto Guadalentín y Triásico de Los Victoria (Campo de Cartagena). Se han formado fosas geológicas, a modo de depresiones alargadas, donde se sitúan parte los principales valles fluviales y vegas. Estas fosas están rellenas de materiales más recientes que contienen formaciones permeables, que a su vez pueden yacer localmente sobre las formaciones permeables del conjunto caótico. Tal es la fosa del Guadalentín y en cierto modo el Campo de Cartagena. Véase la figura 6.1 para la ubicación de los principales acuíferos.

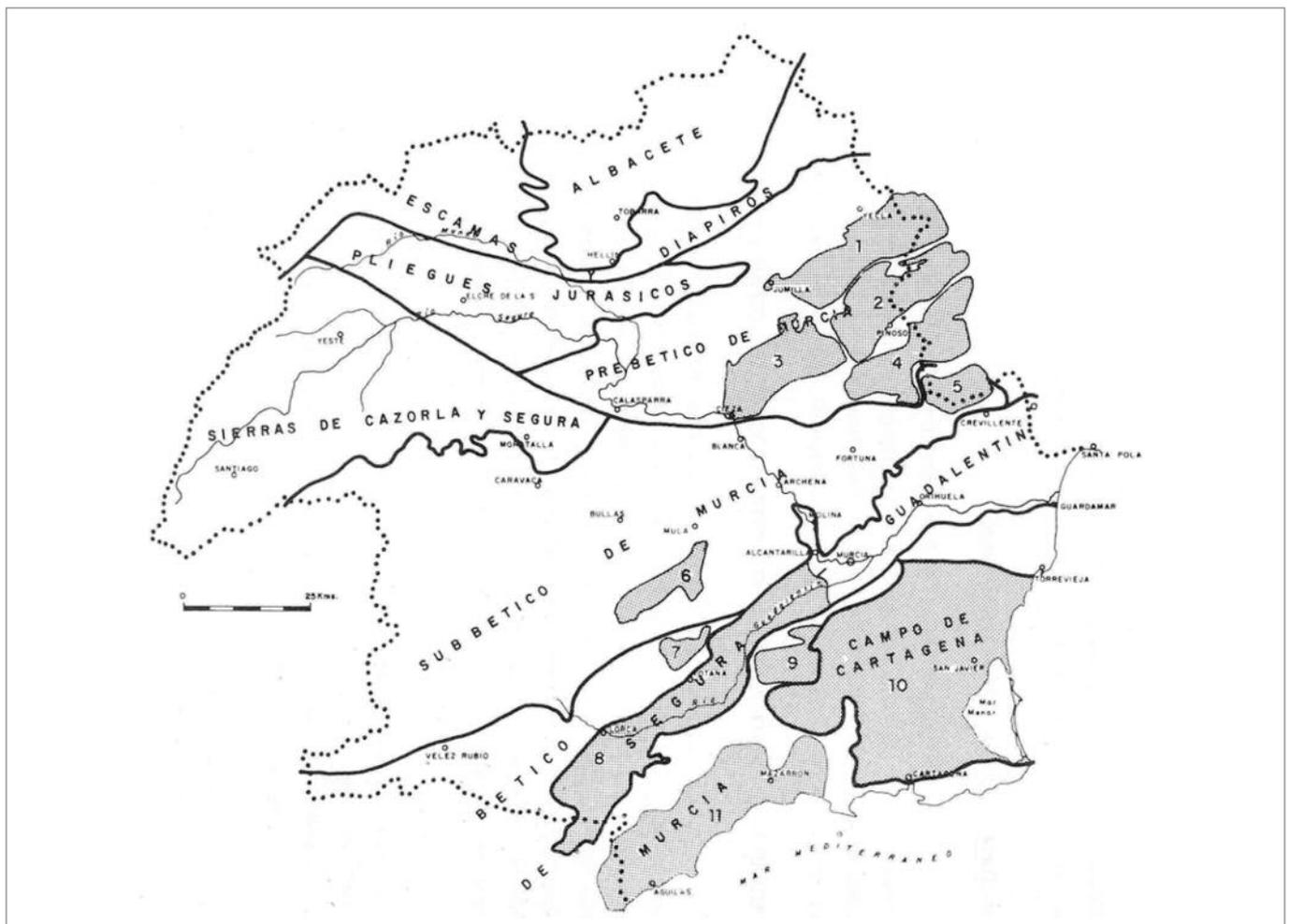


Figura 6.1. El sombreado muestra las principales unidades hidrogeológicas intensamente explotadas de la Cuenca del Segura, según Aragón (2003): 1. Jumilla-Villena; 2. Carche-Salinas; 3. Ascoy-Sopalmo; 4. Quibas; 5. Crevillente; 6. El Bosque; 7. Santa-Yéchar; 8. Valle del Guadalentín; 9. Carrascoy; 10. Campo de Cartagena; Mazarrón-Águilas. Fuente: MASE (2015).

En las elevaciones occidentales de la cuenca afloran formaciones potencialmente permeables bien recargadas, que dan lugar a manantiales y descarga a los valles que son el inicio de los ríos de cabecera. Son áreas alejadas de las de gran demanda de agua, apenas tienen explotación y el aprovechamiento de sus recursos se hace aguas abajo mediante tomas en los cauces. En cambio, los acuíferos de los bloques calizos del altiplano y áreas bajas y los rellenos de las depresiones tienen una intensa explotación mediante unos 20.000 pozos desde hace décadas, con profundidades en ocasiones de varios centenares de metros.

En la costa, los acuíferos son locales y no guardan conexión con los del interior. Hidrogeológicamente no cabe esperar ninguna descarga importante de agua continental al mar, tanto por continuidad como por potenciales hidráulicos. Los acuíferos costeros tienen o han tenido problemas de intrusión marina, como se comenta en el Plan Hidrológico del Segura (CHS, 2015) y se reafirma en la recopilación de información del Informe SASMIE (2017).

El reconocimiento hidrogeológico ha sido elaborado con cierto detalle por el Instituto Geológico y Minero de España y dentro de la Región de Murcia por la COPOT, además de otras instituciones y de la universidad (Senent y García Aróstegui, 2013). Todos esos datos han sido reunidos, analizados y extendidos por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) para la Planificación Hidrológica (CHS, 1999; 2013; 2015). Han sido sintetizados en MASE (2015).

6.2. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica de Segura (DHS) es en general de buena calidad para todos los usos, de baja salinidad y de tipo bicarbonatado cálcico, aunque a veces el contenido en sulfato puede ser algo elevado por contaminación litológica natural. Pero hay situaciones que rompen la tónica general. Unas son naturales y localizadas, como ciertas elevadas concentraciones de sulfato y cloruro, que pueden aumentar con la explotación cuando se ha consumido una fracción importante de las reservas, o situaciones especiales de aportaciones de aguas de circulación profunda, mineralizadas y a veces con gas carbónico, como en los Baños de Fortuna, Mulas y Lorca en el centro del valle del Guadalentín. Otras situaciones de mala calidad se pueden dar en los acuíferos costeros por intrusión marina natural o a causa de las extracciones de agua subterránea y también por incremento de la salinidad y en especial del contenido en nitrato a causa de los retornos de riego, como sucede en las vegas bajas. El Campo de Cartagena es una situación especial. Los acuíferos superiores y por transferencia vertical parte de los acuíferos intermedios, contienen aguas salobres con altos contenidos en nitrato. Son el resultado de condiciones de recarga en ambiente semiárido, con un efecto progresivo acumulativo de retornos de riego y rechazo de desalobración, los que además tienen altas concentraciones de nitratos. Estas aguas tienen en general bajos contenidos en fosfato a causa de su retención en el terreno.

6.3. EXPLORACIÓN INTENSIVA Y CONSUMO DE RESERVAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

A efectos de lo que se expone a continuación, se denomina **explotación intensiva** de un acuífero a aquella que extrae una fracción significativa del flujo de agua subterránea, de modo que se altera de forma notable el funcionamiento natural y las relaciones con las aguas superficiales (incluyendo ríos, mar, lagos y humedales) y con otros acuíferos, así como la cantidad de agua almacenada en el acuífero (reserva). Se puede considerar un **acuífero** aisladamente, pero a efectos prácticos es más realista considerar los **sistemas acuíferos**, que comprenden uno o más acuíferos en estrecha relación y las formaciones asociadas que contienen agua subterránea que se mueve lentamente (acuitardos). Aunque el agua de los acuitardos no sea captable mediante pozos de caudal económicamente interesante, supone un volumen de reservas importante, las que se pueden movilizar a través de los acuíferos.

La explotación del agua subterránea puede ir asociada a un descenso progresivo importante de los niveles del agua y por lo tanto también de las reservas, hasta que se alcance un nuevo equilibrio. Cuando la explotación de agua subterránea supera a la posible recarga (entradas), no es posible llegar a un nuevo estado de equilibrio y se produce un progresivo vaciado de reservas. A este vaciado se le suele llamar, **consumo de reservas** o **minería del agua subterránea**, si el tiempo necesario para volver a una situación

próxima a la natural tras un hipotético cese de las extracciones, a partir de la recarga natural, es de varias décadas.

Los acuíferos de la cuenca del Segura, salvo los occidentales, están en general sometidos a explotación intensiva y en muchos casos sufren minería del agua subterránea. Las cifras probables se sitúan en torno a un consumo acumulado de reservas de 15 km³, a una tasa actual de 250 hm³/año frente a una extracción total de algo más de 800 hm³/año de agua subterránea. Los acuíferos más intensamente explotados y con minería del agua son los del Altiplano y del Valle del Guadalentín y algunos de los del Campo de Cartagena. La evaluación de las reservas restantes utilizables son inciertas, pero es razonable esperar que sean de 20 a 30 km³, lo que en condiciones de no sostenibilidad permitiría continuar con la explotación actual durante varias décadas, aunque en algunos de los acuíferos el agotamiento puede ser en un plazo más breve y en otros mucho más dilatado. Las diferentes informaciones disponibles, que son notablemente inciertas, se recogen en MASE (2015).

La consecuencia de la explotación intensiva del agua subterránea, ampliada en el caso de consumo continuado de reservas, desde un punto de vista **cuantitativo** es el progresivo descenso de niveles del agua en los pozos, con lo que el agua extraída es cada vez más cara y se tiene el riesgo de que los caudales captables decrezcan e incluso se anulen.

El descenso de niveles del agua subterránea supone una disminución o incluso cese del caudal de manantiales y del caudal de base de los ríos, la reducción e incluso secado de humedales y la disminución de las descargas en el litoral marino. En la demarcación, el caudal natural de los manantiales, excluyendo los de cabecera, que no están afectados, parece haber sido entre 40 y 90 hm³/año, de los que actualmente quedarían menos de la mitad, si bien es difícil cuantificarlos. El control de las extracciones en los acuíferos de las vegas limita la merma del caudal de base. Las descargas al mar son poco significativas a nivel de demarcación, aunque pueden tener relevancia local. Las descargas al Mar Menor, aun siendo moderadas, influyen notablemente en el balance de agua y de solutos de la albufera. Tienen una importante marca antrópica, que es la combinación de retornos de riego, infiltración de rechazos de desalobración y actualmente de incremento de descarga de aguas salobres acumuladas a causa de la mayor recarga debida a los aportes de agua del Tránsito Tajo-Segura.

Desde un punto de vista **cuantitativo**, la explotación intensiva de las aguas subterráneas puede suponer la movilización hacia las captaciones de aguas salinas de origen marino actual o antiguo o derivadas de la existencia de sales solubles en ciertas formaciones geológicas, las que son frecuentes en profundidad en la cuenca del Segura. También contribuye la infiltración de aguas superficiales contaminadas y una incorporación de retornos de riego salinos debidos a que el agua aplicada es en ocasiones ya salina, en especial con riegos cada vez más “eficientes”. A pesar de que una parte importante de la cuenca del Segura es semiárida, no llega a generarse en proporción significativa recarga salobre por evapoconcentración (efecto climático), salvo en los suelos más arcillosos del Campo de Cartagena. Tampoco hay procesos generalizados de intrusión marina, salvo en los pequeños acuíferos costeros, como los de Mazarrón y Águilas y en el área de Torre Vieja-Cabo Roig. La salinidad de las aguas de acuífero superior del Campo de Cartagena es principalmente debida a retornos de riego. En diferentes puntos de la cuenca hay manifestaciones de aguas termales (Mula, Fortuna, Archena) que indican descargas profundas por fracturas importantes, pero que no son significativas cuantitativamente.

6.4. RECURSOS Y RESERVAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Para cada acuífero, o masa de agua subterránea (MASb) a efectos administrativos, se puede establecer un **balance de agua**. Como en todo balance, la suma de las entradas menos la suma de las salidas es igual al cambio en la reserva, que aumenta si las entradas superan a las salidas. En un sistema estacionario a largo plazo, ese cambio en la reserva es nulo en valor medio, pero no es esta la situación en muchos de los acuíferos de la DHS en los que a lo largo de medio siglo las reservas han ido disminuyendo, como se ha comentado en el apartado anterior.



Sondeo de aguas subterráneas

Las entradas a un determinado acuífero o sistema acuífero están formadas por la recarga debida a la infiltración de la precipitación y en su caso de los retornos de riego, más la infiltración de aguas superficiales (en la costa agua marina), naturalmente o a causa de las extracciones y las posibles transferencias desde otros acuíferos. Las descargas son las salidas por manantiales y a los ríos como caudal de base y al mar, más la evaporación en humedales y por plantas freatófitas cuando toman agua freática y la transferencia a otros acuíferos. Todos esos términos dependen del **estado de explotación** del acuífero.

Se suele designar como **recursos** de un acuífero o sistema acuífero al conjunto de las entradas, disminuido por algunas restricciones tales como caudales a respetar de descarga de manantiales, a los ríos o a humedales y áreas de freatófitas y a otros acuíferos y a lo largo de la costa para limitar la intrusión marina y que también debería incluir la necesaria para mantener ciertos hábitats litorales. En caso de minería del agua subterránea, se debe incluir también limitaciones en cuanto a la tasa de descenso de niveles o para lograr su **recuperación**.

Los recursos de un acuífero no son una cifra fija pues, además de depender de las restricciones que se introduzcan, son función del estado de explotación, en especial cuando es importante la relación con aguas superficiales y con otros acuíferos. Dada la lenta evolución de las aguas subterráneas, los recursos de un acuífero pueden variar notablemente a lo largo de la explotación. Sólo son relativamente estables cuando la recarga está dominada por la infiltración de la precipitación en un clima estable y sin que se hayan producido cambios territoriales, incluyendo el bosque y el matorral. Las cifras de recursos de aguas subterráneas que se dan en este estudio para la DHS responden a la situación actual de la recarga y con poca explotación cerca de los ríos.

Los balances medios de cada acuífero o masa de agua subterránea son útiles como una valoración muy preliminar, pero pueden contener notables incertidumbres en cada término. En general no se dispone de estudios de detalle. En medios muy compartimentados e hidrogeológicamente difíciles, es muy problemático llegar a evaluaciones precisas. Eso no quita valor a las valoraciones preliminares, pero deben ir acompañadas de una estimación de la incertidumbre, la cual se puede medir como el coeficiente de variación de esta incertidumbre, que es el cociente entre la desviación estándar como medida del error y el valor medio. Este coeficiente de variación es muchas veces del 50% a nivel de detalle. La falta de largas series de datos de niveles del agua subterránea y de caudales de manantiales no permite estudios de detalle. Los diversos modelos de simulación realizados tienen una precaria calibración a largo plazo. Así, sólo se dispone de primeras evaluaciones que enmarcan el problema pero que no permiten determinar la recarga por la precipitación con precisión, además de su gran variación espacial. Sin embargo, el coeficiente de variación es mucho menor para un amplio territorio si los valores se han calibrado con observaciones. La integración territorial para comparación con los caudales de base de las estaciones de aforo, con el apoyo de un buen modelo conceptual de funcionamiento y validado con estudios hidrogeoquímicos e isotópicos ambientales, puede reducir la incertidumbre general.

El efecto de las sequías en las aguas subterráneas es pequeña, salvo en los de reducidas dimensiones. En muchos acuíferos de la cuenca del Segura los tiempos medios de renovación natural pueden estimarse de varias décadas, aunque apenas hay estimaciones detalladas.

La recarga a los acuíferos en clima semiárido requiere balances locales a nivel diario, ya que la distribución detallada de la precipitación a lo largo de un mes o un año es tan importante o más que la total en un mes o año dado. La relación entre recarga y precipitación anual no está bien definida y aún menos a nivel mensual. Faltan estudios de recarga anual media a largo plazo por balance de la deposición atmosférica media total de ión cloruro. El mapa de la recarga en la Península Ibérica (Alcalá y Custodio, 2014) tiene poca precisión en la cuenca del Segura.

Se ha realizado un estudio de la recarga en la cuenca del río Mundo en Alcadozo (Hornero, 2016), que combina métodos de balance de agua en el suelo con balances de la aportación de cloruro atmosférico. Se llegan a resultados fiables y a una estimación de la incertidumbre, pero puede que la técnica no dé tan buenos resultados en el altiplano y áreas costeras. En el Campo de Cartagena se ha cuantificado el valor medio de los retornos de riego (Jiménez-Martínez et al., 2009).

La recarga media a largo plazo depende notablemente de episodios singulares, como los de 2009-2011, que afectan a la evaluación del tiempo de recuperación de los acuíferos bajo explotación intensiva y minera, aunque en aquellos en que la relación entre extracciones y recursos es mucho mayor que 1, la

evaluación depende mucho del conocimiento de la geometría del acuífero y la porosidad drenable, que es la fracción volumétrica de la porosidad total que se puede vaciar gravitacionalmente; lo que queda es agua retenida en el suelo, que es la capacidad de campo o retención específica.

El grado de incertidumbre en los resultados es común en muchas áreas en las que se planifica las aguas subterráneas, pero esto no impide apuntar y gestionar las posibles líneas de actuación, siempre y cuando no se establezcan normas flexibles y actualizables mediante reglas transparentes a medida que se disponga de nuevas observaciones. La observación es necesaria pero costosa. Por esa razón, debe plantearse de forma suficiente y eficaz pero no más de lo que es económicamente razonable.

Los problemas más agudos de la DHS, a nivel general, son la minería del agua subterránea y las interferencias entre las aguas superficiales y las subterráneas. La minería del agua puede reducirse aportando agua externa o regenerada, en función de la ubicación, pero a costes al usuario en el lugar de aplicación que sean similares a los actuales.

6.5. RECUPERACIÓN DE LOS ACUÍFEROS

En relación con los acuíferos hoy más intensamente explotados y con mayores descensos de niveles, hay constancia que se produjeron impactos ambientales en las décadas de 1970 y 1980, en general moderados. Apenas hay documentación sobre de los mismos y hoy ya no están en la mente de los habitantes del lugar en que se produjeron. Las pérdidas de servicios ecológicos y paisajísticos ya han sido asumidas socialmente. La reversión parece tener poco interés real e incluso puede producir problemas asociados a niveles freáticos altos allí donde hay construcciones enterradas. Por otro lado, los tiempos de recuperación naturales de los acuíferos en consideración, tras suprimir la explotación, pueden ser de décadas hasta más de un siglo, con lo que parece tener poco sentido limitar las extracciones por este motivo. Tampoco tiene sentido forzar la recuperación por recarga artificial, no solo porque hace falta agua no disponible en la demarcación y que de existir antes habría que analizar su mejor aplicación, sino por ser muy costosa y a largo plazo. La recuperación supondría medidas desproporcionadas. Podría considerarse, allá donde no existan masas de agua superficial vinculadas, una situación transitoria a largo plazo que permita usar las reservas de agua subterránea que todavía quedan para conseguir una transformación del uso del agua no traumática socialmente y planificada.

En el caso de acuíferos con una gran proporción del agua de mala calidad a consecuencia de las actividades antrópicas, también la posibilidad de recuperación es problemática, más si se tiene en cuenta que parte de la contaminación aún puede no haberse manifestado por estar en una lenta transición por el medio no saturado. Tal podría ser el caso del Campo de Cartagena. La actual salinización y alto contenido en nitratos puede tener un tiempo de recuperación de muchas décadas, sin posibilidad práctica y económica de forzarla. En este caso y otros similares, cabe proponer objetivos de calidad menos rigurosos e incluso declarar el acuífero en cuestión como de uso agrícola y no para otros usos, con los debidos controles para mantener una cierta situación estacionaria pactada. Esto supone actuaciones y obras para corregir los efectos negativos asociados, como por ejemplo la descarga de aguas con un exceso de nutrientes en el Mar Menor.

6.6. PAPEL REGULADOR DE LOS ACUÍFEROS

No obstante la seria problemática que plantea la extracción de agua subterránea en la DHS, las aguas subterráneas han sido, son y serán una importante fuente de recursos, confiable, segura y de buena calidad en general. Pero se requiere mejorar su buena gobernanza y considerarlas como un componente esencial del sistema integrado de recursos de agua, sacado provecho de sus especiales características, en especial del gran valor de la relación entre reservas y renovación anual. Esto permite actuar de regulador de las variaciones a lo largo del tiempo de las aportaciones de agua y de las variaciones de la demanda y uso del agua. Este papel será cada vez más importante a medida que el sistema esté más estresado y sufra los posibles impactos negativos del cambio climático y en especial del real cambio global.

De hecho, en la DHS ya existen baterías estratégicas de “pozos de sequía” para atender a la disminución de generación de recursos de agua por la precipitación en épocas de escasez. Sin embargo, la

operación de esos pozos de sequía y de las ampliaciones que convenga hacer, no es algo simplemente ocasional, sino que debe responder a unos planes, los que deberían estar soportados por herramientas de decisión. Estas herramientas de decisión han de estar ligadas a modelación cuantitativa (en general numérica) del comportamiento, con análisis de la recuperación posterior de las reservas o su consumo de acuerdo con la planificación.

En unos lugares de la demarcación, donde no hay disponibilidad de agua superficial, las aguas subterráneas son la fuente clásica básica. Cuando se trata de acuíferos con tiempos de renovación de décadas, los efectos de las sequías apenas se notan, como sucede en el altiplano, a pesar de la situación muy estresada que allí existe. En las áreas servidas con aguas superficiales, las aguas subterráneas son un modo de seguro para el abastecimiento y la agricultura, ya que se pueden poner a disposición cuando no hay suficiente agua superficial disponible. Esto resulta muy claro en el Campo de Cartagena, ante la falta de disponibilidad de agua transvasada en años secos, como muestra la **figura 6.2**. En estos casos, el que dispone de un derecho de extracción está en ventaja comparativa a sus vecinos que no lo tienen. Por esta razón es difícil formar Comunidades de Regantes que integren a las aguas subterráneas ya puede suponer perder esta ventaja para los que tienen derechos de explotación y más bien los esfuerzos deben ir hacia las Comunidades de Usuarios de Agua Subterránea (CUAS).

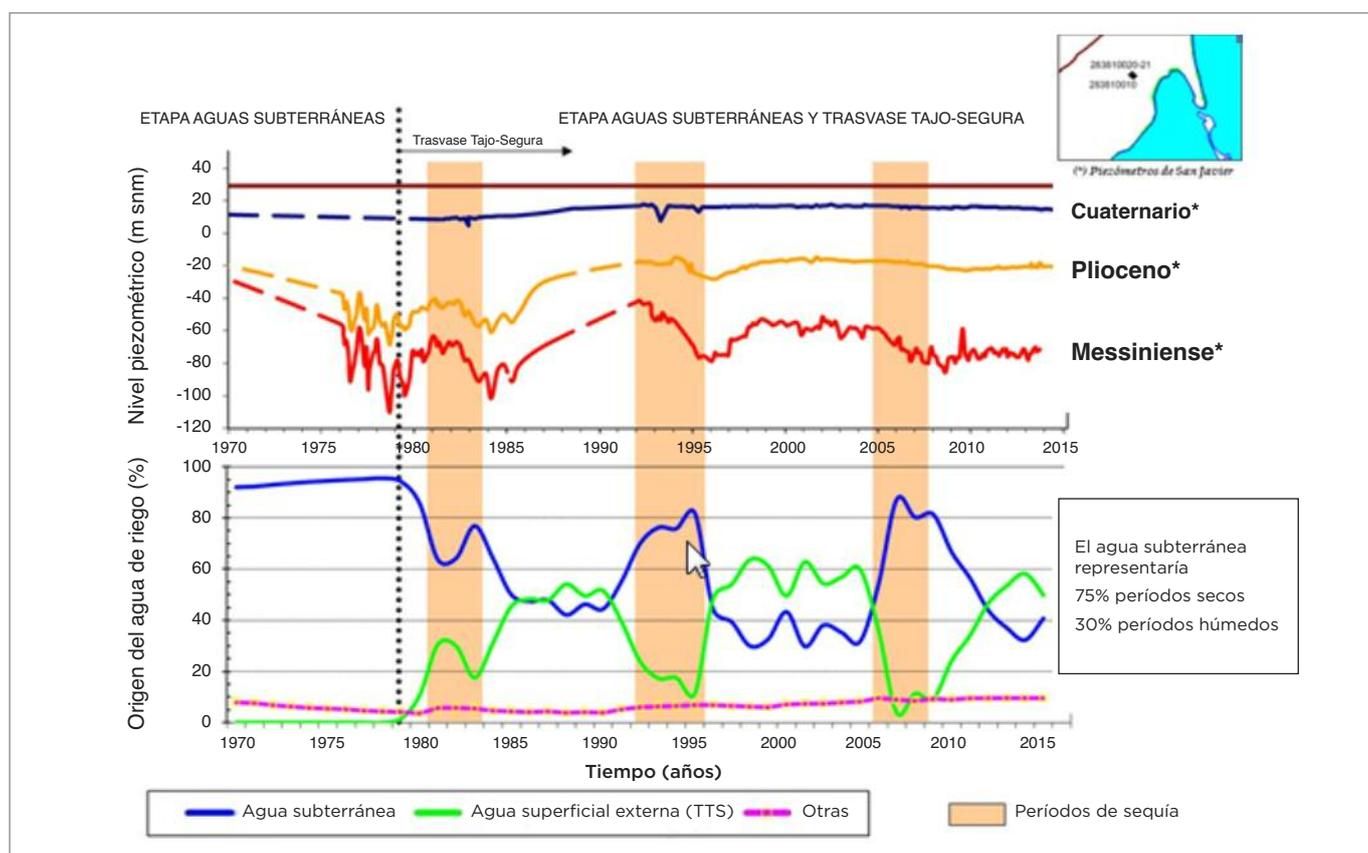


Figura 6.2. Evolución de niveles en las formaciones principales del Campo de Cartagena, antes y después de la llegada del Transvase Tajo-Segura y origen del agua destinada a riego. En sombreado naranja los periodos secos. El agua subterránea supone el 30% del total utilizado en periodos húmedos y normales y el 70% en periodos secos (García Aróstegui et al., 2013b; Cabezas, 2011; en Custodio et al., 2016).

Cuando a los recursos de agua tradicionales se unen los industriales (desalinización y regeneración de aguas usadas) es importante que los acuíferos se integren como infraestructuras naturales del sistema, para la optimización de disponibilidades y costes. Un buen ejemplo es el del sistema Ter-Llobregat, en relación al Área Metropolitana de Barcelona (Plan Hidrológico del Distrito Fluvial de Cataluña 2015-2021; SASMIE, 2017), aunque con la diferencia del notable menor peso del sector agrario.

Para poder integrar los acuíferos al sistema de recursos de agua hace falta que administrativa y legalmente sea posible. La coexistencia de aguas públicas con la subsistencia de derechos privados es un inconveniente, pero no es un obstáculo que no se pueda salvar a través de buena gobernanza y supeditando la propiedad al bien común. Esto es posible según el Código Civil si se articula una legislación complementaria a la de la Ley de Aguas (TRLA, 2003). Cabe pensar que sea posible implementarlo por las demarcaciones hidrográficas. Esto es un importante reto para el futuro inmediato. Una tal solución permitiría potenciar los aspectos positivos de las aguas subterráneas para abordar sequías, aumentar la garantía de disponibilidad e implementar métodos de gestión del uso combinado y conjunto de aguas superficiales y subterráneas, con la incorporación de los otros recursos de agua.

REFERENCIAS

- Aragón, R. (2003) Las aguas subterráneas de la cuenca del Segura: problemática y oportunidades. *Hidropres*, 39: 52–62.
- Cabezas, F. (2011) Explotación de las aguas subterráneas en la cuenca del Segura. En: Villarroya, F., De Stefano, L., Martínez-Santos, P. (coords.). *El Papel de las Aguas Subterráneas en la Política del Agua en España*. SHAN Series 3. Fundación Botín: 1-103 http://www.fundacionbotin.org/monografias_observatorio-delagua_publicaciones.htm
- CHS (1999) Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. Memoria, Confederación Hidrográfica del Segura Murcia:1-363.<http://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/plandecuenca/documentoscompletos/>
- CHS (2013) Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura 2009-2015. Memoria. Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia: 1-555. Aprobado por Real Decreto 594/2014, de 11 de julio (BOE nº 169, de 12 de julio)<https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planhidrologiconacional/phn/>
- CHS (2015) Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-21. <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>
- Custodio, E., Andreu-Rodes, J.M., Aragón, R., Estrela, T., Ferrer, J., García-Aróstegui, J.L., Manzano, M., Rodríguez-Hernández, L., Sahuquillo, A., del Villar, A. (2016). Groundwater intensive use and mining in south-eastern peninsular Spain: Hydrological, economic and social aspects. *Science of the Total Environment*, 559: 302-316.
- Hornero, J., Manzano, M., Ortega, L., Emilio Custodio, E. (2016) Integrating soil water and tracer balances, numerical modelling and GIS tools to estimate regional groundwater recharge: Application to the Alcazozo Aquifer System (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 568: 415-432.
- Jiménez-Martínez, J., Skaggs, T.H., van Genuchten, M.T., Candela, L. (2009) A root zone modelling approach to estimating groundwater recharge from irrigated areas. *J. Hydrol.*, 367: 138-149.
- MASE (2015) Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea en España: Minería del Agua Subterránea en España. Preparado por E. Custodio para UPC y AQUALOGY-Cetaqua, Barcelona: 487. <http://hdl.handle.net/2117/111272>
- SASMIE (2017) Salinización de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros mediterráneos e insulares españoles. Preparado por E. Custodio para UPC y Suess-Solutions-Cetaqua, Barcelona: 1-852. <http://hdl.handle.net/2117/111515>
- Senent, M. y García-Aróstegui, J.L. (coords.). (2013) Sobreexplotación de acuíferos en la Cuenca del Segura: evaluación y perspectivas. Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua. Murcia: 1-234.

7. PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL DE LOS USOS DE AGUA

7.1. RELEVANCIA DEL TEMA

La Directiva Marco del Agua europea (DMA) indica con claridad que debe tenderse a que los usuarios paguen todos los costes que supone el suministro de agua. Esta situación no se da en casi ningún caso (EC, 2012). Por ello, aquí se hace un planteamiento complementario enfocado en la eficiencia, que puede ser útil para tomar decisiones. En primer lugar se analiza la productividad económica y social de los distintos usos y después se hace un análisis más detallado del uso del agua en la agricultura. Este es un tema que se ha abordado desde otro enfoque en los planes hidrológicos de cuenca.

7.2. DISTINTOS TIPOS DE AGUA (AGUA APLICADA, AGUA CONSUMIDA, AGUA VERDE, AGUA AZUL) Y RENDIMIENTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES

Las tablas 7.1 y 7.2 sintetizan los distintos tipos de agua y rendimientos económicos y sociales de las diferentes actividades en la demarcación del Segura, considerando no solo la tradicional extracción de agua azul proveniente de las masas de agua dulce subterráneas y superficiales, sino también el consumo de agua verde (agua del suelo) y de agua azul. Los principales usuarios de agua verde y azul en la Demarcación Hidrográfica del Segura son la agricultura y la superficie forestal, con un consumo de agua medio de unos 3060 hm³/año (48%) cada uno de ellos.

Tabla 7.1. Consumo de agua azul, agua azul captada o extraída, consumo de agua verde, consumo total de agua azul y verde para la DHS. Fuente: CHS (2015).

	CONSUMO DE AGUA AZUL		CONSUMO DE CAPTADA		CONSUMO AGUA VERDE ⁸		CONSUMO DE AGUA AZUL Y VERDE	
	hm ³ /año	%	hm ³ /año	%	hm ³ /año	%	hm ³ /año	%
Uso agrario¹	1100	78	1546	85	1962	39	3062	48
Superficie forestal²	—	—	—	—	3065	61	3065	48
Embalses³	75	5	—	—	0	0	75	1
Uso doméstico⁴	153	11	200	11	0	0	90	1
Total industria	36	3	44	2	0	0	35	1
Humedales⁵	30	2	30	2	0	0	30	0,5
Campos de golf	11	1	—	—	3	0,1	14	0,2
Uso energético⁶	3	0,2	—	—	—	—	3	0,05
Total	1408	100	1820	100	5030	100	6374	100
Reutilización urbana	140							
Retornos agrarios			124					

¹ El uso agrario incluye el riego de cultivos y el uso de agua en la producción ganadera (9 hm³/año).

² Estimación propia del consumo de agua verde como evapotranspiración real (CHS, 2015), restándole el agua azul evapotranspirada y el agua verde de la agricultura y campos de golf.

³ CHS (2015).

⁴ Incluye exclusivamente el uso urbano conectado a la red de abastecimiento (sin uso industrial).

⁵ Se refiere a las pérdidas por evaporación directa y evapotranspiración menos la precipitación efectiva de las zonas húmedas en la DHS, como cripto-humedales, lagunas o saladares. No se incluye la demanda derivada del mantenimiento de caudales ambientales ya que es específica para cada localidad.

⁶ Incluye centrales termosolares (2,5 hm³/año). Las centrales hidroeléctricas se incluyen en “embalses” (1 hm³/año).

Tabla 7.2. Valor económico (millones de euros, M€) y empleo total para el periodo 2000-2013, por rama de actividad, para la DHS. Fuente: CHS (2015).

	VALOR ECONÓMICO TOTAL		EMPLEO TOTAL		PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA MEDIA DEL AGUA AZUL	PRODUCTIVIDAD SOCIAL MEDIA DEL AGUA AZUL
	M€	%	Miles de personas	%	€/m ³ /año	empleo/m ³ /año
Uso agrario ¹	1801	5	60	8	2	0,1
Superficie forestal ²	1	0,0	—	—	—	—
Uso doméstico ³	270	0,8	—	—	3	—
Total industria ⁴	31530	93	657	91	909	19
Construcción	4309	13	87	12	—	—
Industria ⁵	5509	16	111	15	—	—
Servicios	21712	64	460	64	—	—
Humedales ⁶	53	0,2	—	—	2	—
Campos de golf ⁷	164	0,5	4	1	14	0,4
Uso energético ⁸	9	0,0	—	—	3	—
Total	33828	100	721	100		

¹ El valor económico se refiere al Valor Añadido Bruto (VAB) a precios constantes del periodo 2000-2013 (CHS, 2015). El VAB y el empleo se refieren a toda la actividad primaria.

² Estimación propia del valor económico a partir de datos de 360.000 € en exportaciones durante el año 2010 (Anuario Estadístico de la Región de Murcia) y 360.000 €, mayoritariamente procedentes de la caza y los usos recreativos en los montes de Murcia durante el año 2010 (Compensaforest, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

³ Elaboración propia del valor económico, considerando una tarifa media ponderada para los servicios de abastecimiento y saneamiento urbano de agua de 1,72 €/m³ para el año 2004 (http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/Tarifas_agua/precios_costes_servicios_%20agua.pdf).

⁴ Incluye construcción, industria y servicios. El valor económico se refiere al Valor Añadido Bruto a precios constantes del periodo 2000-2013 (CHS, 2015).

⁵ Industrias extractivas, industria manufacturera, acondicionado, suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación, industria de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco y suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire.

⁶ Elaboración propia del valor económico de los servicios ecosistémicos de los humedales, considerando un valor medio de 14.785 US\$/ha/año (13.950 €/ha/año) (Costanza et al. (1997) y un uso del suelo del 0,2% (3774 ha) sobre el total de la DHS (CHS, 2016).

⁷ Se han estimado ingresos de 6,08 M€₂₀₁₂/año para un campo de golf típico (18 hoyos); de los cuales, 2,03 M€₂₀₁₂/año corresponderían a los ingresos por entradas al campo de golf y 4,05 M€₂₀₁₂/año a ingresos derivados de la actividad turística (CHS, 2015). Genera 150 empleos por campo de golf (CHS, 2015). Hay 27 campos de golf con uso en 2012 (CHS, 2015).

⁸ Valor de producción estimado a partir de datos de energía producida en 2006 (precios en € de 2012).

En términos económicos y sociales, el sector servicios representó el 64% del valor añadido bruto (VAB) y el 64% del empleo total de la demarcación durante el periodo 2000-2013 (véase la [tabla 7.2](#)). Durante este periodo, la industria (excluyendo la construcción y servicios) alcanzó el 16% del VAB y el 15% del empleo. La construcción supuso el 13% del VAB y el 12% del empleo. Aunque generalmente no se encuentra desagregada, la agro-industria es una parte importante de la industria. En la Región de Murcia, el sistema agroalimentario en su conjunto aportó el 21% del PIB regional (el 5% en relación con el sector primario, el 5% en relación con la industria agroalimentaria y el 11% en relación con las actividades auxiliares, como transporte, piensos, energía y lubricantes, y otros bienes y servicios) y el 28% del empleo asalariado regional (UCAM, 2016). La materia prima de la agro-industria y su agua virtual asociada parecen corresponderse con bienes producidos localmente, excepto los piensos en la ganadería (véase el capítulo 9). Finalmente, el sector agrario tiene una moderadamente pequeña importancia relativa en la economía del territorio de la demarcación. Este sector representó aproximadamente el 5% del Valor Añadido Bruto (VAB) total de la demarcación y un 8% del empleo total en el periodo 2000-2013.

7.3. RENDIMIENTO ECONÓMICO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA

Junto con la cuenca del Sur y algunas zonas de Huelva, los regadíos de la demarcación del Segura representan probablemente la agricultura más productiva de España y una de las más productivas del mundo.

Tabla 7.3. Uso unitario medio de agua verde y agua azul de la agricultura de regadío en la DHS. Elaboración propia a partir de datos de uso de agua de riego y superficie de la CHS (2015), de mapas de precipitación, evapotranspiración potencial y real y de datos de rendimientos del MAPAMA (2015). Cifras de uso de agua verde redondeadas.

	USO DE AGUA VERDE ¹	DOTACIÓN DE AGUA AZUL ²	USO TOTAL	ÁREA ³	USO TOTAL DE AGUA VERDE	USO TOTAL DE AGUA AZUL ⁴	USO TOTAL DHS
	m ³ /ha/a	m ³ /ha/a	m ³ /ha/a	ha	hm ³ /a	hm ³ /a	hm ³ /a
Cereales de invierno	2600	2223	4823	6156	16	14	30
Arroz	2700	8600	11300	515	1	4	6
Cereales de primavera (maíz)	2700	5719	8419	1923	5	11	16
Tubérculos (patata)	2800	3900	6700	2010	6	8	13
Algodón	2700	5500	8200	29	0	0	0
Oleaginosas (girasol)	2700	4360	7060	1129	3	5	8
Forrajes	2800	2428	5228	0	0	0	0
Alfalfa	0	8460	8460	155	0	1	1
Hortícolas protegidos	0	6964	6964	7822	0	55	55
Hortícolas al aire libre	2700	4672	7372	74567	201	348	550
Cítricos	2700	5073	7773	75732	204	384	589
Frutales fruto carnoso	2800	4607	7407	40882	114	188	303
Almendro	2600	2170	4770	11695	30	25	56
Viñedo para vino	2600	1260	3860	17360	45	22	67
Viñedo para uva de mesa	2600	3636	6236	4699	12	17	29
Olivar	2700	1000	3700	17718	48	18	66
Total				262393	687	1101	1788

¹ Fuente: Capítulo 3 del presente informe.

² Fuente: Demanda neta de regadío por grupos de cultivo en la DHS para los horizontes 2012, 2015 y 2021.

³ Fuente: Superficie neta de regadío por grupos de cultivo en las diferentes Unidades de Demanda Agraria (UDA) de la DHS (ha) para los horizontes 2012, 2015 y 2021).

⁴ Fuente: Dotación neta por tipo de cultivo (valores en m³/ha/año).

La superficie agrícola de la demarcación (7720 km²) se distribuye aproximadamente entre un 50% de secano y un 50% de regadío (CHS, 2015). Algunos regadíos son riegos “de apoyo”, con dotaciones bajas, como ocurre en parte de los cereales, la vid, olivar o almendros. La agricultura murciana se caracteriza por tener un importante desarrollo del regadío con riego tecnificado. Los sistemas de riego son muy eficientes. El 72,5% es regadío localizado, 25% por gravedad y 2,6% por aspersión (CHS, 2015).

El agua de lluvia utilizada por la agricultura de secano y de regadío alcanza una cantidad superior a la de riego, unos 1962 hm³/año frente a los 1100 hm³/año de agua de riego. El secano implica mayor riesgo y vulnerabilidad frente a la variabilidad climática y tiene un valor económico notablemente menor que el de la agricultura de regadío, 400 M€/año frente a 2700 M€/año aproximadamente. Véanse las tablas 7.3, 7.4 y 7.5.

La productividad económica de la tierra también varía según el tipo de cultivo. Por ejemplo, los cultivos hortícolas protegidos, que son hortalizas cultivadas en invernadero, como el tomate, melón o pimiento, presentan un rendimiento medio de unos 48.500 €/ha, seguido por los hortícolas al aire libre y el viñedo de uva de mesa, con unos 14.500 €/ha, frente a los 450 €/ha calculados para los cereales de invierno (tabla 7.4).

Es importante tratar la agricultura de modo desagregado, puesto que los diferentes cultivos tienen rendimientos muy dispares. En las figuras 7.1 y 7.2 y tablas 7.3, 7.4 y 7.5 se consignan las diferencias fundamentales en el volumen de agua requerido y en el valor económico obtenido por los regadíos. A continuación se hacen algunas consideraciones iniciales que parecen deducirse de los datos de estas tablas

Tabla 7.4. Productividad económica media del agua azul y de la tierra, de la agricultura de regadío en la DHS. Elaboración propia a partir de datos de consumo de agua de riego y superficie de CHS (2015) y datos de rendimientos y precios del MAPAMA (2015).

	Rendimiento ¹	Huella hídrica verde ²	Huella hídrica azul	Huella hídrica total	Precio ³	Productividad económica de la tierra	Productividad económica del agua
	kg/ha/a	L/kg	L/kg	L/kg	€/kg	€/ha/a	€/m ³
Cereales de invierno	2750	945	808	1753	0,2	451	0,20
Arroz	4950	545	1737	2283	0,3	1318	0,15
Cereales de primavera (maíz)	10300	262	555	817	0,2	1841	0,32
Tubérculos (patata)	33600	83	116	199	0,2	7716	1,98
Algodón	2000	1423	2898	4321	0,3	597	0,11
Oleaginosas (girasol)	2200	1227	1982	3209	0,3	721	0,17
Forrajes	15000	186	161	346	0,1	1612	0,66
Alfalfa	70000	0	121	121	0,1	9691	1,15
Hortícolas protegidos	85000	0	80	80	0,6	48531	6,97
Hortícolas al aire libre	37000	73	126	199	0,4	14536	3,11
Cítricos	30000	89	168	257	0,2	7000	1,38
Frutales fruto carnoso	21000	132	218	350	0,5	11444	2,48
Almendro	1100	2428	2026	4454	1,0	1112	0,51
Viñedo para vino	3600	722	350	1073	0,6	2067	1,64
Viñedo para uva de mesa	25000	103	144	247	0,6	14499	3,99
Olivar	7600	354	131	485	0,5	3905	3,90
Total							

¹ Fuente: Anuario de estadística del MAGRAMA 2015 para la Región de Murcia

² Fuente: Capítulo 3 del presente informe

³ Fuente: Serie histórica del índice de precios percibidos por los agricultores (media 2004-2014) (MAPAMA, 2015)

Tabla 7.5. Consumo de agua verde y productividad económica del agua verde y de la tierra de la agricultura de secano en la DHS. Valores medios. Elaboración propia a partir de datos del área de CHS (2015) y datos de rendimientos medios y precios del MAPAMA (2015). Cifras de consumo de agua verde redondeadas.

	CONSUMO ESPECÍFICO AGUA VERDE ¹	ÁREA ²	CONSUMO AGUA VERDE	RENDIMIENTO ³	HUELLA HÍDRICA VERDE	PRECIO ⁴	PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA DE LA TIERRA	PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA DEL AGUA
	m ³ /ha/a	ha	hm ³ /a	kg/ha/a	L/kg	€/kg	€/ha/a	€/m ³
Cereales de invierno	2600	207900	541	1053	2469	0,2	173	0,07
Hortícolas al aire libre	2700	571	2	22186	122	0,4	8707	3,22
Frutales fruto carnoso	2800	132000	370	13442	208	0,5	7279	2,60
Almendro	2600	93500	243	374	6952	1,0	388	0,15
Viñedo para vino	2600	24800	64	2048	1270	0,6	1176	0,45
Olivar	2700	20500	55	1120	2411	0,5	573	0,21
Total		479271	1275					

¹ Fuente: Capítulo 3 del presente informe

² Fuente: Superficie neta de secano por grupos de cultivo en la DHS (CHS, 2015)

³ Fuente: Anuario de estadística del MAGRAMA 2015 para la Región de Murcia

⁴ Fuente: Serie histórica del índice de precios percibidos por los agricultores (media 2004-2014) (MAPAMA, 2015)

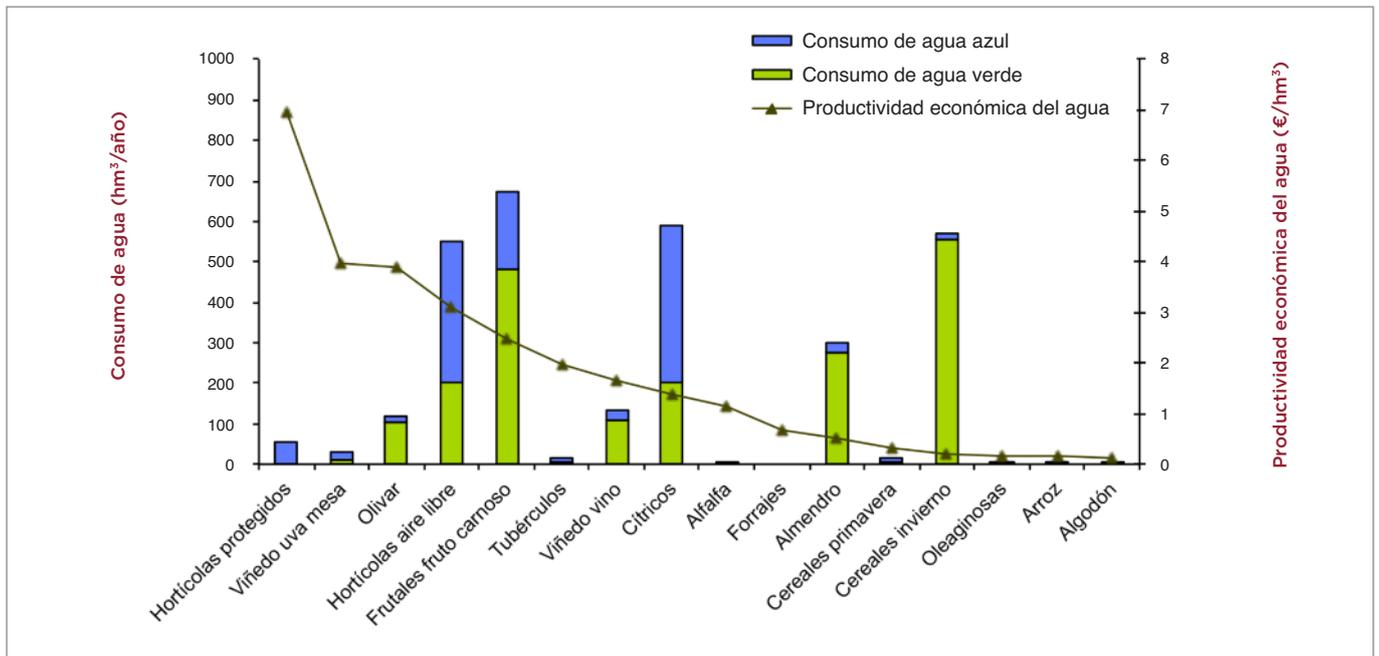


Figura 7.1. Consumo de agua azul y verde y productividad económica del agua azul en la DHS. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de consumo de agua de riego y superficie de la CHS (2015), datos de rendimientos y serie histórica del índice de precios percibidos por los agricultores (media 2004-2014) del MAPAMA (2015) y huella hídrica verde del capítulo 3.

y figuras. De todas formas, el valor económico no es exclusivamente el motor de los cambios que se han producido y que continuarán en los tipos de cultivo. Existen valores “intangibles” sociales (simbólicos, religiosos y culturales) y ambientales asociados al agua, que con frecuencia son ignorados ya que no se ven fácilmente, pero que se sabe que existen por sus consecuencias e impactos asociados.

La productividad económica del agua de los cultivos más tradicionales (cereales: trigo, cebada, avena, arroz y maíz, y oleaginosas: girasol) e industriales (algodón) varían entre 0,1 y 0,3 €/m³, aumenta a unos 0,5 €/m³ para el almendro y 1,4 €/m³ para los cítricos, se aproxima a 2 €/m³ para viñedo de vino, frutales de fruto carnosos (melocotones y albaricoques) y patata, se acerca a 4 €/m³ para el olivar y viñedo de uva de mesa y casi alcanza 7 €/m³ para los cultivos hortícolas protegidos (figuras 7.1 y 7.2 y tabla 7.4).

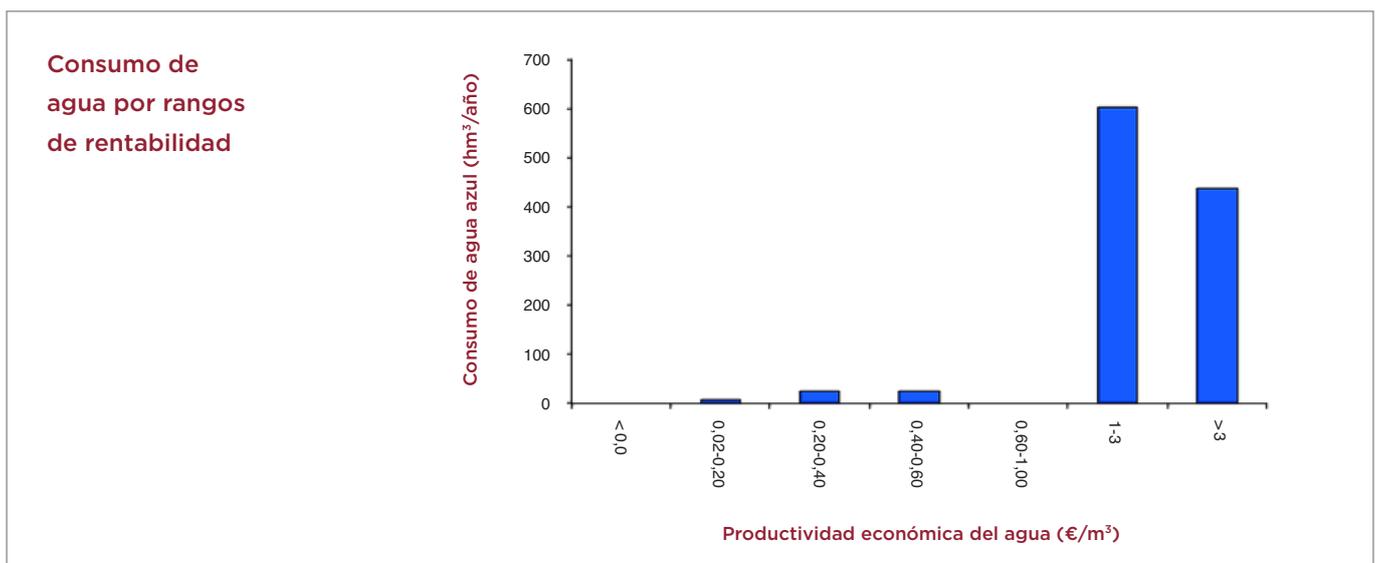


Figura 7.2. Consumo de agua azul por rangos de rentabilidad en las explotaciones de regadío en la DHS (margen neto) para la totalidad de la superficie de regadío). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de consumo de agua de riego y superficie de la CHS (2015), datos de rendimientos y serie histórica del índice de precios percibidos por los agricultores (media 2004-2014) del MAPAMA (2015).



Arrozal

En muchos casos, la elección de la fuente de agua por parte de los agricultores es función del tipo de cultivo y beneficio generado. Por ejemplo, el agua desalinizada se la pueden permitir aquellos que cultiven cosechas de medio/alto valor económico (véanse los costes del agua en el [capítulo 8](#)).

Los tres productos que consumen más agua de riego en total son los cítricos (35%), los hortícolas al aire libre (32%) y los frutales de fruto carnoso (17%). Éstos últimos tienen productividades económicas del agua medias, de 1,4, 3,0 y 2,5 €/m³ respectivamente, con un valor económico de 530, 1080 y 470 M€ respectivamente (20, 41 y 18% de la agricultura de riego) (figuras [7.1](#) y [7.2](#)). Estos tres cultivos consumen 3,5 veces más agua que todos los demás juntos.

Los cultivos hortícolas protegidos consumen tan solo el 5% del agua azul y tienen una productividad económica muy alta, de unos 7 €/m³, pero solamente tienen un valor económico del 14% de la agricultura de riego (380 M€/año) y ocupan el 3% del total de superficie de regadío en la demarcación (unas 7800 ha). Algo similar ocurre en el Campo de Dalías (Almería), donde las productividades de los cultivos hortícolas protegidos alcanzan 10 €/m³ (Dumont, 2015). Allí los cultivos bajo invernadero tienen una superficie notablemente superior, 24.700 ha (Dumont, 2015). En la DHS, los cítricos y productos hortícolas al aire libre se extienden respectivamente sobre el 29% y 28% de la superficie cultivada para regadío en la demarcación, seguidos del 16% de los frutales de fruto carnoso.

La figura [7.2](#) muestra que en la DHS, entre 2004 y 2014 se utilizaron unos 350 hm³/año para productos de alto valor económico, de más de 3 €/m³. Es decir, con el 40% del agua se produjo el 60% del valor económico.

Desde una perspectiva europea, la estructura de la gestión del agua ha ido evolucionando para adaptarse a los nuevos modos de gestión y planificación de la Política Agraria Común, tras la reforma de 2003, más orientada a la producción según las reglas del mercado. La agricultura se ha especializado hacia una agricultura de primor, con variedades tempranas, aprovechando la ventaja climática en momentos en que no hay competencia. Asumiendo un cierto riesgo por la posibilidad de heladas, se están incorporando cultivos en climas más fríos, como la cereza. Los agricultores han pasado de ser productores a ser distribuidores y a depender de las cadenas de distribución. No obstante, con el 60% del agua se produce el 40% del valor económico.

En muchos casos, los agricultores, tienen que competir con otros agricultores remotos que están produciendo con agua más barata y menores costes de la mano de obra. Las hortalizas de verano están pasando hacia zonas donde hay una mayor abundancia de agua, dejando las zonas de clima más suave para las variedades de invierno, tempranas y extratempranas.

El usuario final debe asumir los costes del agua de acuerdo con el principio de recuperación de costes del artículo 9 de la Directiva Marco del Agua europea.

Desde un punto de vista social cabe distinguir dos tipos de agricultura en la demarcación: 1) agricultura industrial orientada a maximizar la producción con fines comerciales, en general para los grandes

mercados nacionales, internacionales o de las grandes superficies comerciales, en especial la agricultura intensiva especializada como la bajo cubierta y la hidropónica; 2) agricultura ocupacional como medio de vida y empleo en que la maximización de la producción no es el objetivo prioritario.

La primera es una actividad que debe cubrir todos sus costes, incluyendo hasta donde sea posible las externalidades negativas, pagando por el agua su coste total, y que en general no es subvencionable.

La segunda actividad tiene un valor de apoyo social y de ocupación y mantenimiento del territorio y del paisaje. Esto es un valor añadido que la sociedad debe compensar y por lo tanto es una actividad susceptible de ser subsidiada hasta un cierto punto, a cambio de cumplir objetivos ambientales, a modo de “jardineros del territorio”. Este es un aspecto en el que se tiene muy poca experiencia a nivel mundial. Como suele suceder, una notable y dirigida intervención pública suele ser poco eficaz y desincentivadora, con posibles efectos contrarios a los buscados. Se requiere desarrollar nuevas fórmulas que permitan alcanzar objetivos, pero con libertad en cuanto a cómo hacerlo.



Explotación intensiva al aire libre



Cultivo hidropónico bajo cubierta

REFERENCIAS

CHS (2015) Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura 2015-21. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

Dumont, A. (2015) Flujos, huellas y valores: visiones y decisiones sobre el agua subterránea en España. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Disponible online: <http://eprints.ucm.es/31040/1/T36214.pdf>

EC (2012) A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. Impact assessment. European Commission. Disponible online: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:32ebb05c-7e0a-46d1-86a1-a8209b3d9a50.0001.04/DOC_1&format=PDF

MIMAM (Ministerio de Medio Ambiente) (2007) El agua en la Economía Española: situación y perspectivas. Ministerio de Medio Ambiente. Grupo de Análisis Económico.

UCAM (2016) Aproximación al dimensionamiento del sistema agroalimentario de la Región de Murcia. Cátedra UCAM-Santander. Universidad Católica de Murcia.

8. CONSIDERACIONES SOBRE EL COSTE DEL AGUA

El agua tiene un coste asociado a su obtención, que es la suma de los costes de operación y mantenimiento, incluyendo en su caso el de corrección de la calidad y reposiciones de instalaciones, y un coste de amortización de la inversión económica realizada. Además, su detracción del medio ambiente supone unos costes adicionales importantes, aunque pocas veces se valoran y no siempre se consideran. Hay que distinguir entre el coste del agua en el lugar de puesta a disposición y el que tiene en el lugar de aplicación, que adiciona el de transporte y bombeo y en su caso el de almacenamiento temporal. Los costes actuales están gravados por un alto precio de la energía eléctrica, mayor que en el resto de Europa y en aumento. A estos costes hay que sumar los impuestos que correspondan, principalmente el IVA. Los costes son los de obtención del agua o los precios y tarifas que hay que pagar cuando el agua la suministra una institución.

Todos los costes del agua deberían cubrirse por los usuarios. Si se cubren en parte, se deteriora el sistema y servicio, a menos que sean compensados mediante subvenciones explícitas o encubiertas, que pagan otros. Los subsidios o subvenciones pueden ser de carácter social o para conseguir determinados fines, como promover el uso de determinadas fuentes de agua. Con frecuencia, los subsidios tienen efectos contrarios a lo que se pretendía al establecerlos, de modo que su aplicación debería ser excepcional, en condiciones muy claras y por tiempo limitado, o para fines sociales bien delimitados, en especial en lo que hace referencia a la agricultura. En la DHS se busca que se cubran la totalidad de los costes, aunque sólo se ha conseguido parcialmente.

Los valores que se dan a continuación son orientativos y redondeados, antes de impuestos y para la década de 2010. Proceden principalmente de lo contenido en el Plan Hidrológico de Demarcación del Segura (CHS, 2015) y en la recopilación contenida en MASE (2015). Se trata principalmente de valores aplicados a la agricultura, a los que el agricultor debe añadir los costes asociados a la aplicación de las correcciones y mezclas que deba hacer, como sucede con frecuencia en la DHS. Los costes domésticos, urbanos e industriales se incrementan por el servicio y el tratamiento para asegurar la calidad adecuada.

Los costes/pagos medios característicos del agua agrícola en la Cuenca del Segura son de 0,05 €/m³ (200 €/ha) para las aguas superficiales propias reguladas y 0,2 a 0,3 €/m³ (800 €/ha) para las aguas subterráneas. Si se adicionasen los costes ambientales, los pagos se incrementarían entre 0,05 y 0,3 €/m³ (Garrido y Calatrava, 2009). Los costes normales del agua para horticultura varían entre 0,15 y 0,75 €/m³ (Calatrava y Martínez-Granados, 2012).

Los pagos por el agua para regadío son del orden de 0,3 €/m³ para suministros del Acueducto Tajo-Segura (ATS) a través del Sindicato Central de Riego del ATS (SCRATS) y de 1,2 €/m³ para la MCT (Mancomunidad de los Canales del Taibilla). Los costes respectivos del recurso son 0,2 y 0,3 €/m³.

La tarifa de agua regenerada es del orden de 0,15 €/m³.

El agua de mar desalinizada tiene un coste total en planta del orden de 0,8 €/m³ (para una planta moderna optimizada), de los que unos 0,6 a 0,7 €/m³ son los de operación a capacidad nominal. Si se opera a una fracción de la capacidad nominal los costes aumentan en función de la carga y pueden llegar y superar 1,0 €/m³.

En cualquier caso, para realizar comparaciones hay que considerar los costes/pagos que se realizan son por el agua en el lugar de uso y no en el lugar de producción. En la DHS, las aguas subterráneas tienen claras ventajas económicas sobre las aguas industriales cuando el lugar de uso está alejado o elevado con respecto al de producción, aun con bombeos desde grandes profundidades. Esto es lo que explica que en numerosas áreas del Altiplano Murciano, a pesar del alto y creciente coste de extracción del agua subterránea, esta sea utilizada, ya que los otros recursos en el lugar de uso serían más caros cuando las conducciones, elevaciones y reservorios necesarios estuviesen disponibles.

A título de ejemplo, los costes medianos y extremos, redondeados, del agua subterránea son: 1. Extracción 0,20 €/m³ (entre 0,15 €/m³ y 0,35 €/m³), 2. Distribución y aplicación 0,25 €/m³ (entre 0,15 €/m³ y 0,65 €/m³) y 3. Total de 0,5 €/m³ (entre 0,3 y 0,9 €/m³). El coste total mediano en los acuíferos más intensamente explotados y con minería del agua es de 0,5 €/m³ (entre 0,3 €/m³ y 0,9 €/m³). En el acuífero de Ascoy-Sopalmo, el más intensamente explotado, el coste del agua es de los menores del Altiplano Murciano.

Aunque el pago por el agua es una pequeña parte del coste de una explotación agraria intensiva, es uno de los componentes que el agricultor puede gestionar en beneficio del margen neto. Se han realizado algunos estudios de la disposición al pago (máxima capacidad de pago) por el agua de los agricultores, en especial en el Campo de Cartagena. En el Plan Hidrológico de la DHS (CHS, 2015) se evalúa entre 0,15 y 0,18 €/m³, según los lugares, considerando una pérdida del 10% en el margen neto o un incremento del 5% de los costes totales del agua. En el Campo de Cartagena, para unos costes medios del agua de 0,2 €/m³, hasta 0,4 €/m³, la disposición al pago en caso de sequía, para pequeños volúmenes de agua, varía desde entre 0,1 y 0,2 €/m³ para los pequeños agricultores, hasta 0,6 a 0,8 €/m³ para los grandes (Rigby et al., 2010).

Para un margen neto de 0,75 €/m³, Rigby et al. (2010) calculan que la disposición al pago en Murcia es de 0,3 €/m³, que es inferior a los precios públicos del agua de desalinización (0,50 €/m³), los que a su vez son menores que los de operación. Aún con esos precios subsidiados del agua desalinizada, no se evitaría el uso del agua subterránea en situaciones de escasez.

El agua subterránea juega el importante papel de proporcionar seguridad de disponibilidad de agua. Según las encuestas de Rigby et al. (2010), el agricultor del Campo de Cartagena estaría dispuesto a pagar más para incrementar la seguridad de disponibilidad de agua, en especial cuando se trata de cultivos leñosos que conllevan una inversión a largo plazo.

Un ejemplo de la variabilidad de costes del agua para los usuarios, en el caso de la zona regable de Lorca, se presenta en la [tabla 8.1](#).

Tabla 8.1. Precios actuales del agua según su origen pagados por el distrito de riego de Lorca, según Fuente Rey et al. (2015), sin incluir los costes de distribución.

ORIGEN DEL AGUA	€/m ³
Embalse de Puentes	0,10
Trasvase Tajo-Segura	0,13
Sistema de regulación de la cuenca del Segura	0,10
Pozos propios del distrito de riego	0,14
Compras de agua a pozos de terceros	0,25
EDAR local	0,10
Desalinizadora de Águilas	0,45
Pozos de sequía de la CHS	0,27
Compras ocasionales en la cuenca del Tajo	0,20

Entre los costes indirectos del agua están los de su observación, control y gestión. Una parte se puede considerar una función pública a cubrir con los impuestos generales, pero otra parte, posiblemente la mayor, es un beneficio directo a los usuarios del agua, que son los que los deben pagar. No se conocen estudios para optimizar la inversión y costes de operación de las redes correspondientes en función de los beneficios de un mejor conocimiento y de la toma de decisiones con menos errores y desviaciones. Las actuaciones a realizar pueden ser en parte realizadas por los propios usuarios. No existen planes al respecto. En el Plan Hidrológico de la DHS (CHS, 2015) se evalúa el coste de las acciones a realizar en 600 M€/año, de los que unos 300 M€/año deberían ir a cargo de los usuarios urbanos y 150 M€/año a cargo de los usuarios agrícolas. Pero se trata de estimaciones por lo bajo, que dada la importancia del agua en la DHS, deberían aumentarse.

REFERENCIAS

Calatrava, J. y Martínez-Granados, D. (2012) El valor de uso del agua en el regadío de la cuenca del Segura y en las zonas regables del trasvase Tajo-Segura. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 12(1): 5-32.

Garrido, A. y Calatrava J. (2009) Trends in water pricing and markets. In: A. Garrido, M.R. Llamas (eds.), *Water Policy in Spain*, CRC Press-Taylor & Francis: 131-144.

MASE (2015) Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea en España: Minería del Agua Subterránea en España. Preparado por E. Custodio para UPC y AQUALOGY-Cetaqua, Barcelona: 1-487. <http://hdl.handle.net/2117/111272>

CHS (2015) Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura 2015-2021. Documento memoria y 12 anejos. Disponible online: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

Rey, D., Calatrava, J. y Garrido, A. (2015) Comparison of different water supply risk management tools for irrigators: option contracts and insurance. *Environmental and Resource Economics*, 10.1007/s10640-015-9912-2

Rigby, D., Alcón, F. y Burton, M. (2010) Supply uncertainty and the economic value of irrigation water. *European Review of Agricultural Economics*, 37(1): 97-117.

9. BALANCE DE AGUA VIRTUAL: ENTRADAS Y SALIDAS

Las cifras sobre comercio de agua virtual proporcionadas a continuación son una primera aproximación que da un orden de magnitud útil para detectar las causas de los problemas y soluciones relacionados con el agua en la demarcación. Los datos de comercio internacional se proporcionan a nivel provincial (MINECO, 2017), ya que no se han encontrado datos más desagregados. Se ha analizado la Región de Murcia como provincia de mayor influencia en la demarcación del Segura, con el 60% de la superficie territorial y el 64% de la superficie agrícola (CHS, 2015). No se ha encontrado información de comercio interregional dentro de España desagregada por producto.

En la Demarcación Hidrográfica del Segura (CHS), el comercio es clave para la economía, particularmente la exportación del sector agroalimentario (véase figura 9.1). El 20% del peso de las exportaciones españolas de frutas y hortalizas tiene su origen en la Región de Murcia. Para las hortalizas el porcentaje llega al 24% (UCAM, 2016). De hecho, la DHS es conocida como la “Huerta de Europa” por la importancia de la producción regional y comercialización internacional hortofrutícola. Durante los últimos diez años (2005-2015), la Región de Murcia ha sido exportadora neta de lechugas (42% del total de hortalizas y legumbres) y cítricos (49% del total de frutas, de las que el 63% son limones). La producción de frutas y hortalizas se comercializa fundamentalmente en fresco.

En términos de comercio de agua virtual, Murcia exportó 494 hm³/año relacionados con el comercio de frutas y verduras durante el período 2005-2015 (véase la figura 9.1). Este número, más bien bajo en comparación con el alto valor económico generado, se relacionó en gran parte con los recursos de agua azul procedentes de la demarcación. La exportación de agua virtual asociada a frutas y hortalizas supuso el 7% de la precipitación total (7132 hm³/año) y el 8% de la evapotranspiración real (6373 hm³/año) en la demarcación.

Al mismo tiempo, durante el período 2005-2015 Murcia fue importadora de materias primas con alto contenido de agua virtual, como semillas oleaginosas y cereales, principalmente habas de soja (54% de la importación de semillas) provenientes de Brasil en un 70% y maíz (49% de la importación de cereales) provenientes de Ucrania en un 47%. En términos hidrológicos, esta importación aportó a la Región unos 3000 hm³/año de agua verde y 120 hm³/año de agua azul (esta última relacionada con las importaciones de maíz). No obstante, no se debe atribuir el total del agua virtual importada a la DHS, ya que parte de las importaciones que se reciben en el puerto de Cartagena (el cuarto a nivel nacional en tráfico de mercancías) se redistribuyen al resto de la Península.

Se ha realizado una primera aproximación de las importaciones de semillas oleaginosas y cereales utilizados en la demarcación mediante la estimación de la cantidad de piensos necesarios para la producción pecuaria. Se necesitan 1253 hm³/año (1110 hm³/año de agua verde y 143 hm³/año de agua azul) para producir los piensos del sector ganadero en la demarcación (véase el capítulo 3). En definitiva, del total de agua virtual importado asociado a semillas oleaginosas y cereales (3120 hm³/año), la demarcación se apropia tan solo de 1253 hm³/año; se supone que los 1867 hm³/año restantes se redistribuyen al resto de la Península. La importación de agua virtual asociada a semillas oleaginosas y cereales supuso el 18% de la precipitación total en la demarcación (7132 hm³/año) y el 20% de la evapotranspiración real (6373 hm³/año). Esta importación de alimentos y piensos contribuye a compensar parte del déficit hídrico en la DHS, aunque no es algo que se explicita.

La DHS importa semillas oleaginosas y cereales con alto consumo de agua y bajo valor económico unitario, mientras que exporta frutas y hortalizas, con bajo consumo de agua y mayor valor en términos económicos.

La industria de transformación para conservas de fruta, hortalizas y zumos, en buena parte para exportación, también tiene un peso económico y un consumo de agua relativamente importante. La mayor parte de los ingredientes de las conservas se basan en materias primas producidas y cosechadas en la demarcación. Los jugos de frutas son de naranja en un 17% (el 85% de las naranjas se producen en Murcia y el 15% son importadas de otras regiones españolas) y mezclas de frutas en el resto de los casos. Las conservas son de melocotón en un 43% (el 99% de los melocotones se producen en Murcia) y agrios en un 20% (el 57% son mandarinas, de las que el 98% se producen en Murcia).

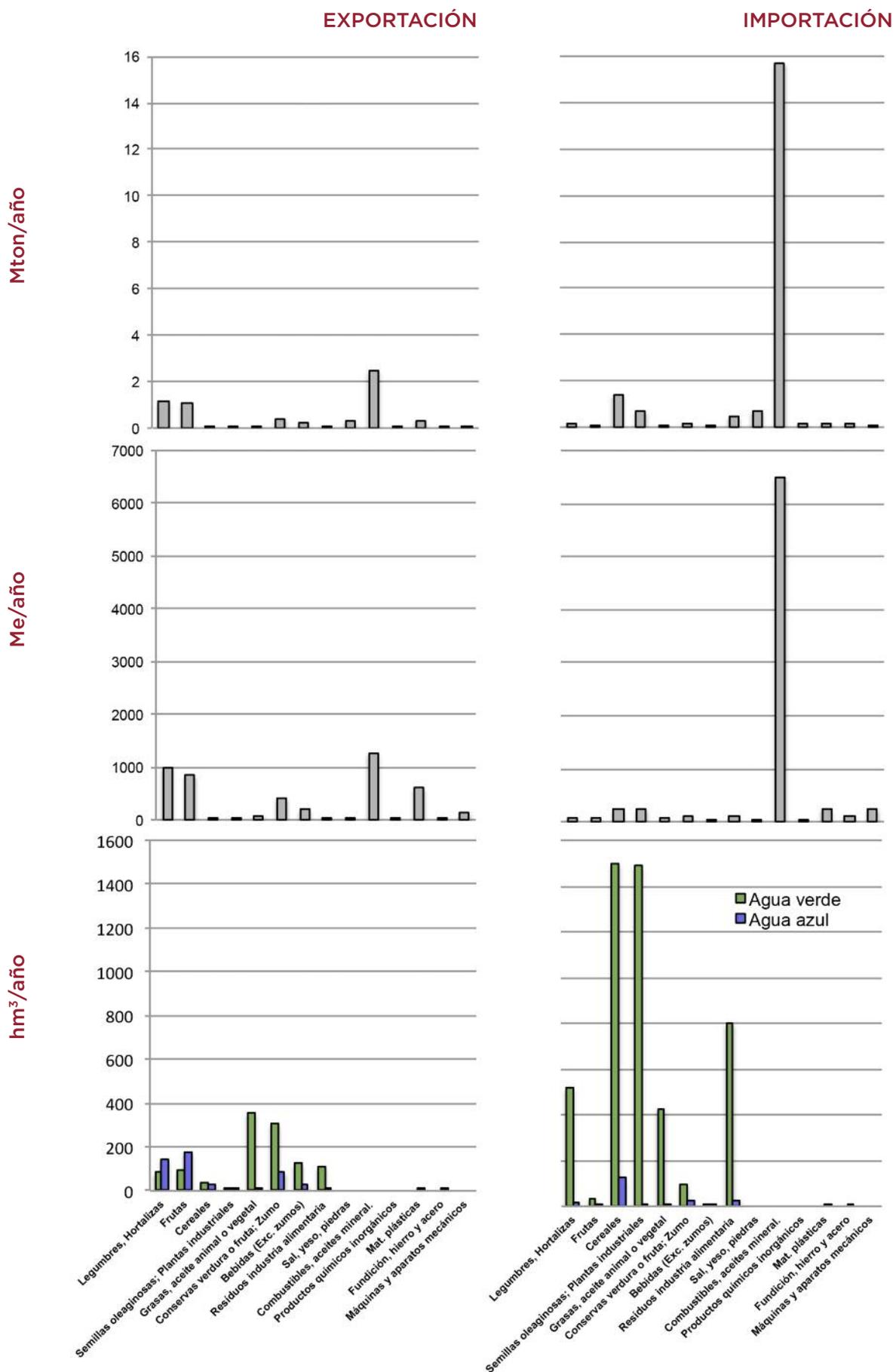


Figura 9.1. Exportación e importación internacional anual de productos agrícolas en millones de toneladas (Mton), millones de euros (M€) y millones de metros cúbicos (hm³) para Murcia durante los años 2005-2015. Se representan los valores superiores a 2000 M€/año y 2 Mton/año. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de comercio (toneladas y euros) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO, 2017), agua azul exportada de la CHS (2015), agua verde exportada del capítulo 3, media global de agua azul y verde importada (Mekonnen y Hoekstra, 2010) y media global de agua azul y verde de productos no agrícolas exportados e importados (Ercin et al., 2011).

*No se tienen datos de la cantidad de productos re-exportados ni del comercio interregional en España.

En términos económicos y de peso, Murcia es un importador relevante de combustibles y aceites minerales, con un consumo de agua para producirlos prácticamente nulo.

La exportación de frutas y hortalizas y la importación de semillas oleaginosas han ido en aumento durante los últimos 10 años. De modo similar, las exportaciones del sector ganadero han experimentado un crecimiento, con una huella hídrica directa dentro de la demarcación muy pequeña y un valor económico asociado elevado (145 M€/año en el periodo 2005-2015). La importación de cereales presenta picos que se pueden asociar con años hidrológicos secos en la demarcación (2009; 2012; 2015), mientras que las exportaciones de conservas de fruta, hortalizas y zumos se han mantenido relativamente estables.

En total, la importación de agua virtual de Murcia, estimada para el periodo 2005-2015, alcanzó 5100 hm³/año (96% verde, 4% azul), de los que 1253 hm³/año se utilizan en la demarcación en forma de pienso para el sector ganadero. La exportación total supone unos 1600 hm³/año (69% verde, 31% azul) (véase la **figura 9.2**).

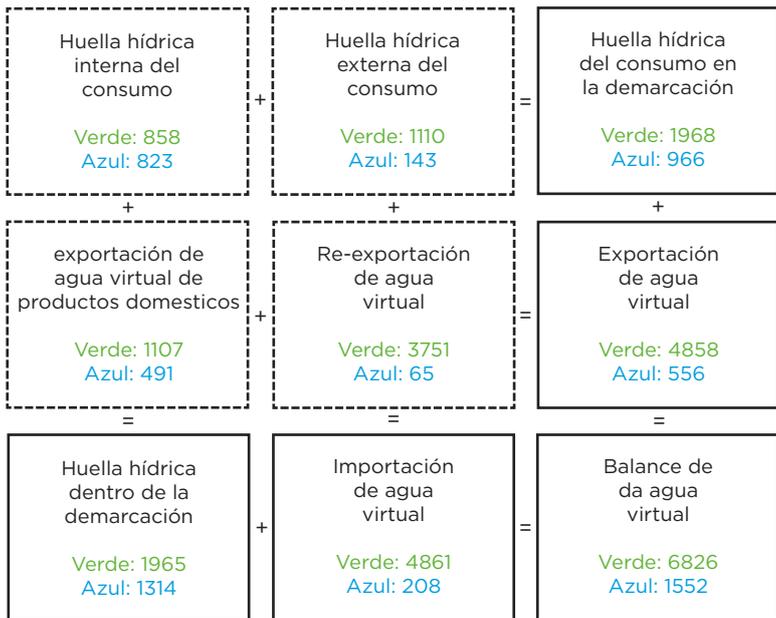


Figura 9.2. Esquema de contabilidad de la huella hídrica en la Demarcación Hidrográfica del Segura por tipo de agua (verde y azul), en hm³/año. Datos anuales medios del periodo 2005-2015. Fuente: Elaboración propia basada en datos de la CHS (2015), el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO, 2017), Mekonnen y Hoekstra (2010) y Erzin et al. (2011). *No se tienen datos de la cantidad de productos re-exportados ni del comercio interregional en España.

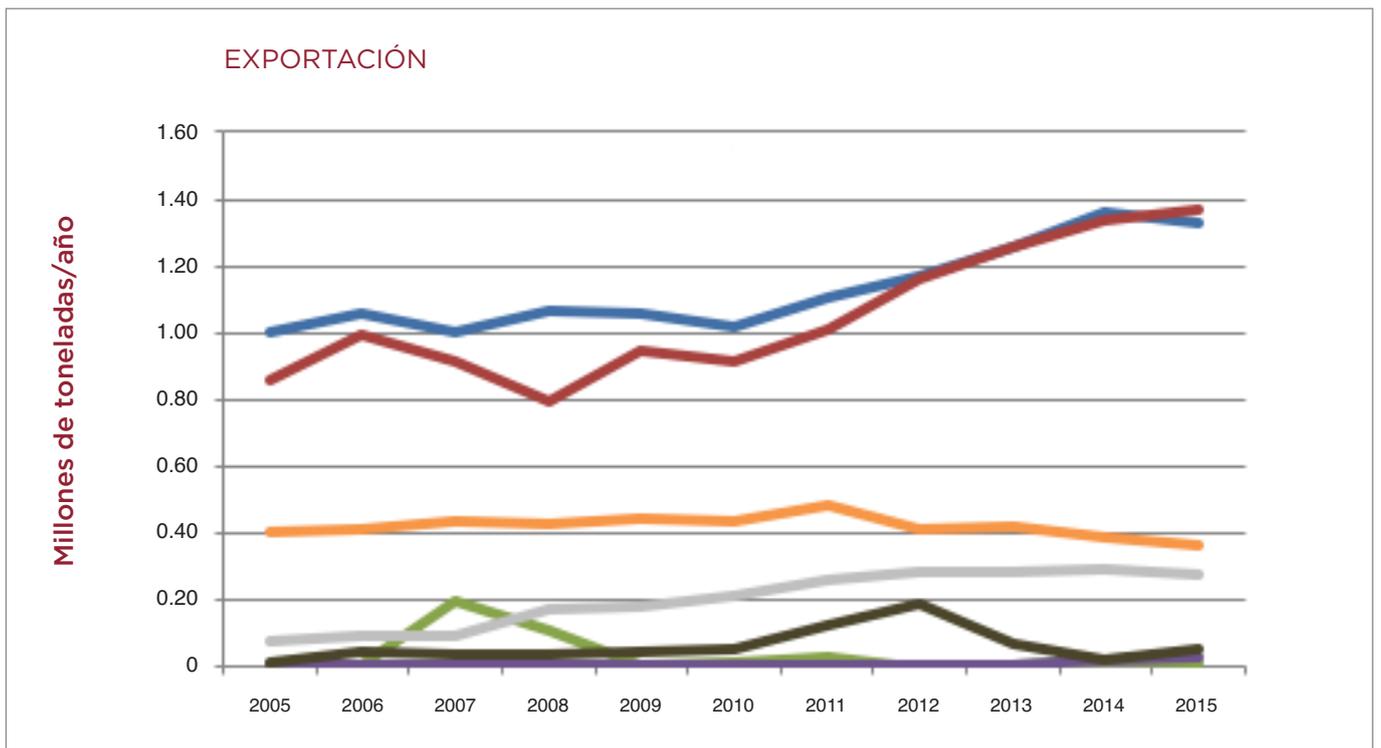
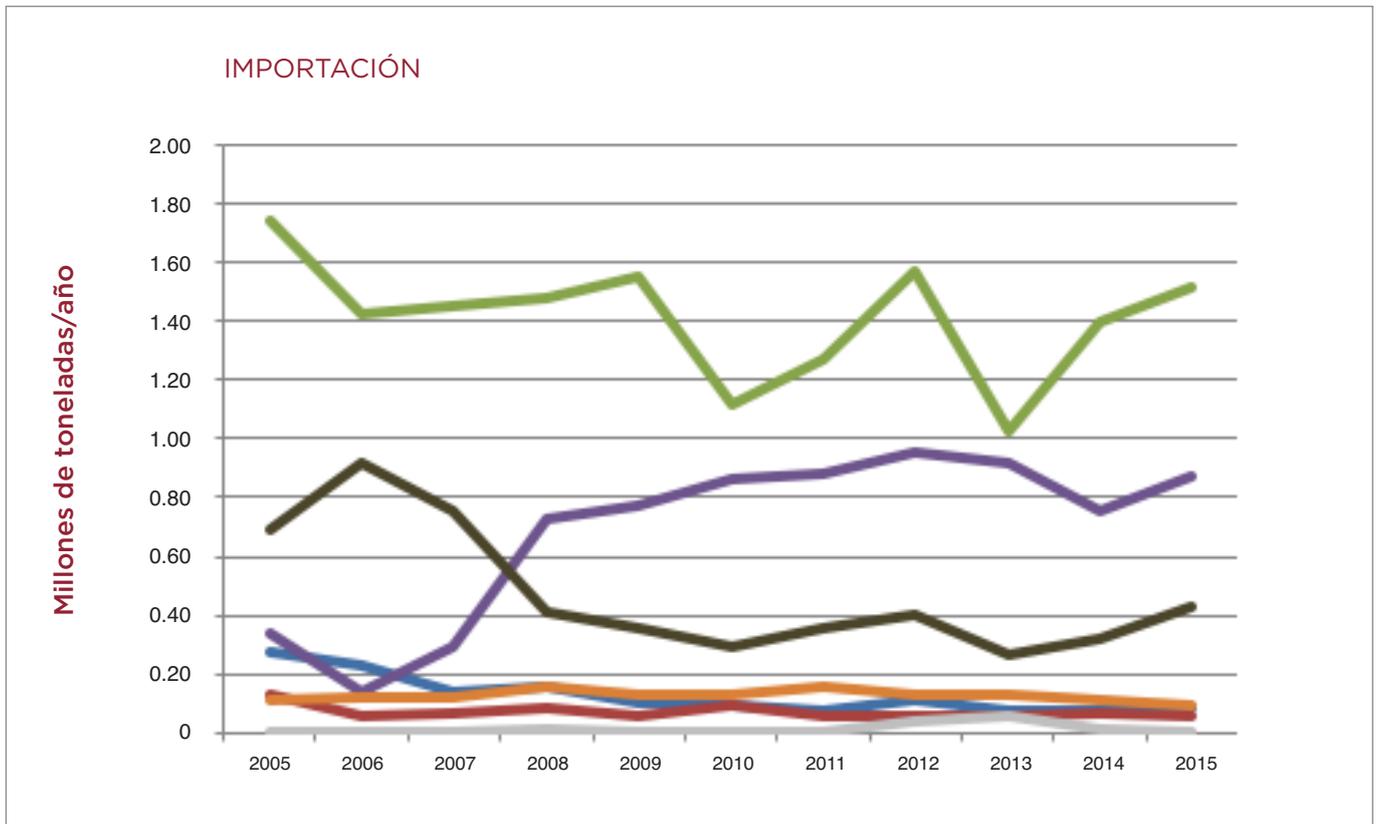
En el mundo actual globalizado, el concepto de comercio de agua virtual podría ser muy relevante para esta región. La incorporación de la noción de comercio de agua virtual en la planificación hidrológica, por medio del intercambio de bienes o las acciones de limitación de cultivos, podría ayudar a la disminución de presión sobre los recursos hídricos locales y a mitigar la escasez de agua y los periodos de sequía en la demarcación. A su vez, idealmente, éste comercio podría aportar valor agregado a la economía de la región, tal y como lo hace actualmente con las exportaciones de frutas y verduras y del sector ganadero, en aumento.



Manipulación robotizada de los productos de la huerta para su expedición



Productos hortofrutícolas de la huerta murciana



- Legumbres, hortalizas
- Cereales
- Conservas, verdura o fruta; zumo
- Residuos industria alimentaria
- Frutas
- Semillas oleaginosas; plantas industriales
- Bebidas (excepto zumos)

Figura 9.3. Evolución temporal del comercio agrícola en los últimos 10 años. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de comercio (toneladas) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO, 2017).

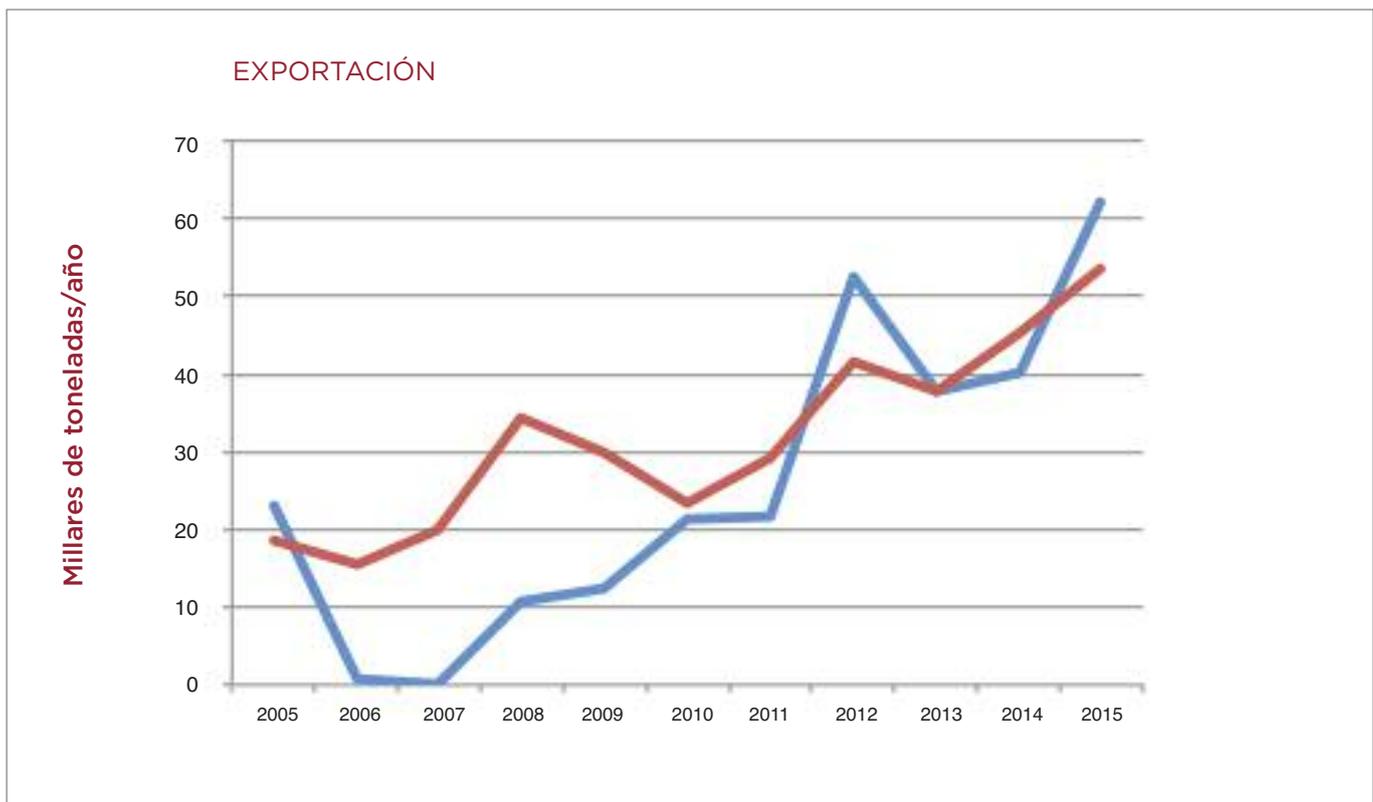
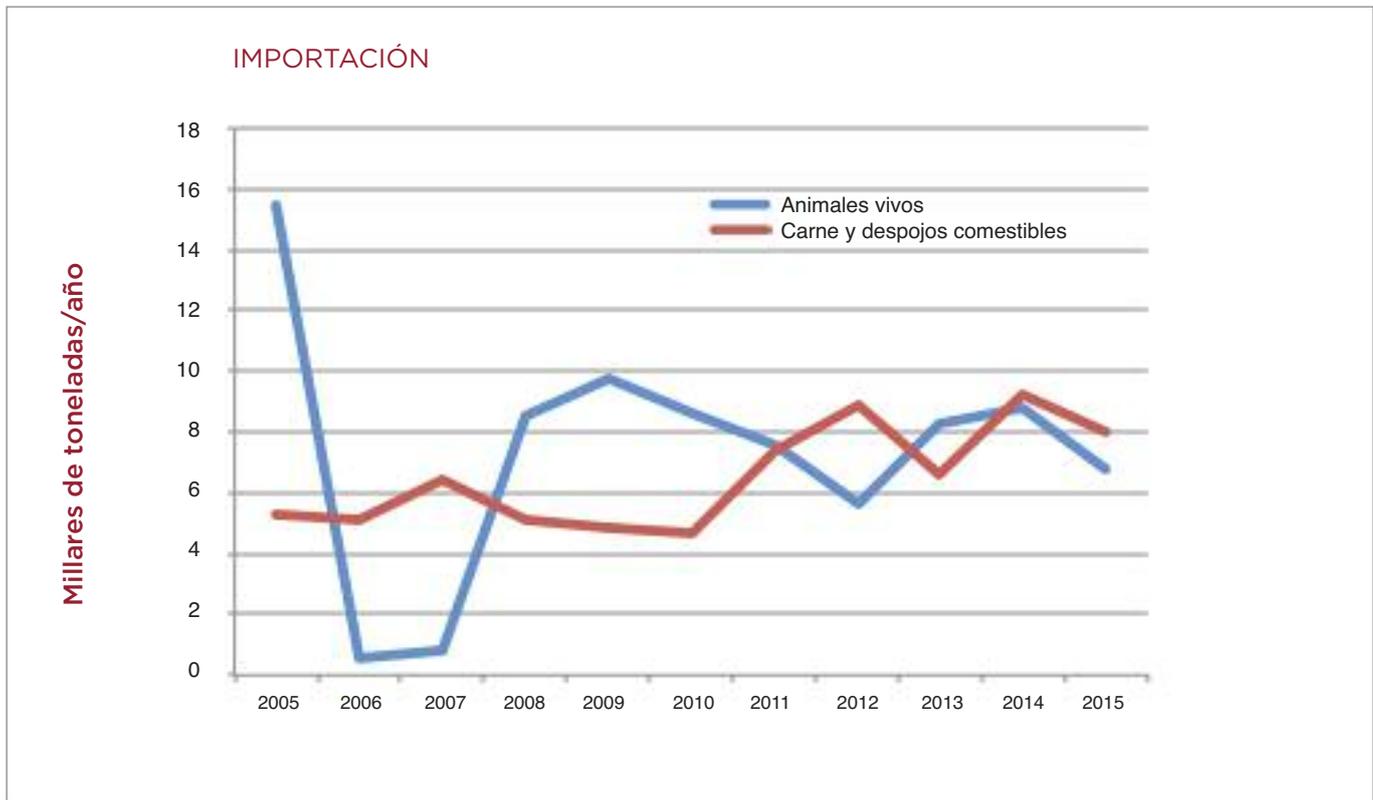


Figura 9.4. Evolución temporal del comercio del sector ganadero en los últimos 10 años. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de comercio (toneladas) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO, 2017).

REFERENCIAS

CHS (2015) Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-21. Disponible online: <https://www.chse-gura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

Ercin, A.E., Aldaya, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2011) Corporate water footprint accounting and impact assessment: The case of the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage, *Water Resources Management*, 25(2): 721-741.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2010) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, *Value of Water Research Report Series No.47*, UNESCO-IHE. Volume 2: Appendices.

MINECO (2017) DataComex. Estadísticas del comercio exterior. Secretaría de Estado de Comercio. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad Disponible online: <http://datacomex.comercio.es/>

UCAM (2016) Aproximación al dimensionamiento del sistema agroalimentario de la Región de Murcia. Cátedra UCAM-Santander. Universidad Católica de Murcia.

10. SISTEMAS DE GESTIÓN COLECTIVA. NUEVAS TENDENCIAS

Basado en la contribución de Marta Rica y Elena López-Gunn

INTRODUCCIÓN

Se analiza la naturaleza, las funciones y el papel que tienen las diferentes Comunidades de Usuarios de Aguas (CUA) de la Demarcación Hidrográfica del Segura (CHS). El objetivo es reflejar lo realizado desde la planificación hidrológica y detectar los aspectos que se podrían mejorar desde la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) para conseguir una gestión más efectiva.

COMUNIDADES DE USUARIOS EXISTENTES Y ENTIDADES PARA LA GESTIÓN COLECTIVA DEL AGUA

Al hablar de Comunidades de Usuarios hay que distinguir entre comunidades de base o de primer orden, que comparten toma o concesión, Comunidades Generales o de segundo orden, formadas por Comunidades de Usuarios cuya utilización del agua afecte a un interés común y Juntas Centrales, que engloban a Comunidades de Usuarios, Comunidades Generales y usuarios individuales, para proteger sus derechos e intereses frente a terceros y ordenar y vigilar el uso coordinado de sus propios aprovechamientos (art.81 TRLA).

En la DHS existe una diversidad de CUA. Son importantes las Comunidades de Regantes (CR) y los Heredamientos tradicionales, algunas centenarias como la Junta de Hacendados de la Huerta de Murcia en la Vega Media del Segura, con su Consejo de Hombres Buenos como jurado de riegos consuetudinarios y el Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela en la Vega Baja.

Existen nueve Comunidades Generales, que se constituyen bajo el artículo 81.2 del TRLA. Se han constituido ocho Juntas Centrales por el art. 81.3 del TRLA, de constitución voluntaria. Los motivos principales para la creación de estos colectivos son las infraestructuras comunes o participación en planes de modernización o la concesión de aguas trasvasadas por una misma toma como el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura. Además, existen cuatro Juntas Centrales que se han constituido por mandato de la Comisaría de Aguas de la CHS en acuíferos declarados legalmente “sobreeplotados”, reuniendo a todos los aprovechamientos de las correspondientes áreas.

Existen dos modelos de regadío que conviven: los regadíos tradicionales de las vegas alimentados por las aguas superficiales de los ríos principales y los regadíos modernizados, con elevada tecnología y procedencia de recurso muy variado (superficiales, subterráneas, trasvases y recursos no convencionales).

En relación con los usuarios de los recursos no convencionales, estos se han visto favorecidos por la mejora de los sistemas de tratamiento y regeneración de las aguas residuales urbanas, especialmente en la Región de Murcia, y por la importante inversión acometida en los últimos años con destino a desalinización a través de Acuamed.

Adicionalmente, en los últimos años se ha producido un gran desarrollo del régimen cooperativista que ha logrado aglutinar a pequeños y medianos productores agrarios, en un sistema muy competitivo que constituye un ejemplo a nivel nacional.

Este sistema cooperativista ha fomentado la investigación en los sistemas de producción y las buenas prácticas agrarias y ha impulsado una logística para el transporte y distribución del producto, alcanzando nuevos mercados.

En la actualidad la Demarcación Hidrográfica del Segura supone un 30% de la producción nacional de frutas y hortalizas, con aproximadamente 5 millones de toneladas al año.

La CHS aprueba los estatutos y ordenanzas de las CR, estando encargada de velar por su buen funcionamiento, que realiza sobre todo interviniendo en la aprobación de las ordenanzas reguladoras de cada comunidad.

Según la ley de Aguas, las Comunidades Generales o Juntas Centrales pueden proteger sus derechos e intereses frente a terceros y ordenar y vigilar el uso coordinado de sus propios aprovechamientos. Para el caso de Comunidades de un mismo acuífero, el art. 87.1 de la TRLA establece explícitamente que “Los usuarios de una misma unidad hidrogeológica o de un mismo acuífero estarán obligados, a requerimiento del Organismo de cuenca, a constituir una comunidad de usuarios, correspondiendo a dicho Organismo, a instancia de parte o de oficio, determinar sus límites y establecer el sistema de utilización conjunta de las aguas.”

FACTOR LIMITANTE: DIFICULTAD DE IMPLEMENTAR PLANES DE ORDENACIÓN

En el Plan Hidrológico de la Demarcación 2015-2021 se ha puesto de manifiesto el importante uso que se hace en la cuenca de recursos no renovables de aguas subterráneas y lo desequilibradas que están algunas masas en relación con sus recursos y sus extracciones. Esto dificulta considerablemente la aplicación de planes de ordenación de extracciones si no existe un nuevo recurso que permita sustituir el agua subterránea.

Ha quedado acreditada la imposibilidad con los recursos propios de la cuenca de dar solución al déficit actual, que precisará para su resolución una planificación nacional.

De acuerdo con la Directiva Marco se han prorrogado los objetivos para lograr el buen estado de estas masas de agua hasta el año 2027. Si en esa fecha no se hubiese conseguido el buen estado de las masas habrá que valorar la procedencia de una reestructuración de los usos de las masas en riesgo.

En la nueva planificación hidrológica, los planes de ordenación pasan a denominarse planes de actuación. Se dice que “la viabilidad de los planes de actuación será mayor en aquellas masas de agua en las que haya alternativas de reordenación mediante sustitución de recursos subterráneos por recursos externos al acuífero. En la DHS, esta posibilidad surge a partir de las iniciativas encaminadas al incremento de los recursos procedentes de la desalinización que contempla la Ley 11/2005 y en función de los recursos externos que, en su caso, determine el futuro PHN [Plan Hidrológico Nacional]”.

En resumen, se opta por el incremento de los recursos de la Demarcación con nuevos recursos externos y se descarta una reducción significativa de la demanda, ya que no parece viable a la vista de las graves consecuencias sociales, económicas y ambientales que se derivarían.

Como consecuencia de la declaración de sobreexplotación, las CUAS constituidas tendrán, por ley, que participar en la elaboración de los planes de ordenación de extracciones. Los recursos alternativos que sustituyan las extracciones actuales no renovables deberán tener unas condiciones de coste y calidad similares a los actuales y en todo caso que no resulte superada su capacidad de pago.

¿QUÉ NUEVAS TENDENCIAS DE GESTIÓN COLECTIVA SE DAN? DIVERSIFICACIÓN DEL RIESGO

Los usuarios, en espera de nuevos recursos externos, han ido llevando a cabo otras estrategias para asegurarse el agua. Además de acceder al agua desalinizada, que es la opción más cara, han optado por otros mecanismos:

- Modernización de regadíos: Se han sustituido sistemas de riego por inundación por sistemas de riego localizado en modalidad de goteo, tecnificación de los sistemas de riego y adaptación de nuevos cultivos a las zonas regables.
- Uso de aguas urbanas regeneradas con carácter complementario, con lo que se diversifica la procedencia de sus recursos y se aumenta su garantía.
- Esfuerzos de los representantes de usuarios para encontrar herramientas legales que permitan obtener recursos hídricos externos a la demarcación. En situaciones de sequía se han adoptado por el Gobierno medidas que permiten la no recuperación del total del coste del agua.
- Existencia de contratos de cesión de derechos e intercambio de agua, tanto al amparo de una situación de sequía como ordinaria.

Tabla 10.1. Comunidades Generales de Usuarios en la demarcación hidrográfica del Segura. Fuente: CHS (2015).

NOMBRE	MUNICIPIOS	RECURSOS UTILIZADOS
Comunidad general de regantes de Bullas	Bullas	Subterránea
Comunidad general de regantes de Caravaca	Caravaca de la Cruz	Subterránea
Comunidad general de regantes del Noroeste	Caravaca de la Cruz	Subterránea
Comunidad general de regantes riegos de Levante, margen izquierda del Segura	Elche/Elx	Trasvase y superficial
Comunidad general sector a, zona ii, de las Vegas Alta y media del Segura	Abarán	Superficial
Comunidad general Vega del Segura	Las Torres de Cotillas, Villanueva del Río Segura, Ceutí, Archena	Superficial
Comunidad general zona iv del trasvase Tajo-Segura	Fortuna, Abanilla, Santomera	Trasvase
Junta de hacendados de la huerta de Murcia (tradicional, Consejo de Hombres Buenos)	Murcia	Superficial
Sindicato central de las comunidades de Torres de Cotillas	Las Torres de Cotillas	Trasvase

Tabla 10.2. Juntas Centrales de constitución voluntaria en la demarcación hidrográfica del Segura. Fuente: CHS (2015).

JUNTA CENTRAL	MUNICIPIO	RECURSO
Consorcio titulares aprovechamientos Alto Guadalentín	Lorca	subterráneo
Junta central de regantes del Alto Segura	Hellín	mixto
Junta central de usuarios norte de la Vega del Segura	Cieza	superficial
Junta central de usuarios regantes del Segura	Murcia	superficial
Junta central usuarios acuífero Alto Guadalentín	Lorca	subterráneo
Junta central usuarios Ascoy-Sopalmo	Cieza	subterráneo
Junta de usuarios del embalse de Bigastro	Bigastro	superficial
Sindicato central de regantes del acueducto Tajo-Segura (SCRATS)	Murcia	transvase

Tabla 10.3. Juntas Centrales de constitución forzosa, en acuíferos con declaración de sobreexplotación en la DHS.

NOMBRE	MUNICIPIO	RECURSO
Acuífero sobreexplotado Ascoy-Sopalmo	Cieza	Subterráneo
Junta central acuífero sobreexplotado Alto Guadalentín	Lorca	Subterráneo
Junta central de usuarios acuífero Cresta del Gallo	Murcia	Subterráneo
Junta central de usuarios del acuífero Bajo Guadalentín	Totana	Subterráneo

INDICACIONES SOBRE EL CAMINO A SEGUIR

La estrategia establecida en la planificación es no otorgar nuevas autorizaciones destinadas a la generación de nuevos regadíos o áreas de demanda, pero tampoco limitar las existentes, esperando que, en el marco de una planificación hidrológica nacional, sea donde pueda darse una solución global al problema.

Si bien los derechos y la gestión residen en las Comunidades de Usuarios de primer nivel o de base, las de nivel superior otorgan una capacidad de representación y gestión que aglutina intereses colectivos comunes, posibilitando unos logros de nivel superior.

REFERENCIAS

CHS (2015) Plan Hidrológico 2015-2021 de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Confederación Hidrográfica del Segura. Disponible online: <http://www.chsegura.es>.

Texto refundido de la Ley de Aguas (2001) Aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio (TRLA) y reglamentos de aplicación.

11. INVOLUCRACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LA GESTIÓN: PARTICIPACIÓN Y TRANSPARENCIA

Basado en la contribución de Lucia De Stefano

La implementación de la Directiva Marco del Agua europea (DMA) en España, junto con las demandas sociales de transparencia y rendición de cuentas en el ejercicio de la acción pública en general, está suponiendo una transformación gradual de los modelos de toma de decisiones en relación con la planificación y la gestión del agua, fundamentalmente incorporando de manera más ambiciosa a nuevos actores y perspectivas. Aunque los ámbitos formales de participación pública establecidos por la Ley de Aguas de 1985 no se han reformado en más de 30 años y siguen concediendo un papel muy limitado a la sociedad civil, la Administración del Agua ha ido gradualmente abriéndose para responder a los nuevos retos sociales y legales en materia de participación pública. En este breve capítulo se repasa la experiencia de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) en este proceso de apertura, centrándose en dos aspectos en particular: 1. Los procesos información, consulta y participación pública que han acompañado al desarrollo de la planificación hidrológica y 2. La transparencia en la información relacionada con el agua.

LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Siguiendo los requerimientos de la DMA y de la normativa española en materia de participación pública, la CHS ha desarrollado desde 2007 sendos Proyectos de Participación Pública para la elaboración de los Planes de Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) correspondientes a los ciclos de planificación hidrológica 2009-2015 y 2015-2021. La estructura de ambos procesos ha sido similar, incluyendo actividades de información y difusión, seis meses de consulta pública de documentos clave y procesos de participación activa, centrándose en los hitos del proceso de planificación hidrológica: documentos iniciales, Esquema Provisional de Temas Importantes (EPTI), Plan de Demarcación y su correspondiente Informe de Sostenibilidad Ambiental. En ambos ciclos, con el fin de identificar y contactar con los actores a involucrar en cada fase del proceso participativo, la CHS fue elaborando un registro electrónico de partes interesadas (359 organizaciones e individuos, en mayo de 2017); <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion/listadopartes.html>.

El primer ciclo de planificación se caracterizó por un ambicioso programa de información pública, con elaboración de folletos y resúmenes divulgativos, utilización de cuñas de radio y anuncios en prensa escrita y elaboración de boletines informativos por parte de la CHS, entre otras actividades. Bajo el lema “Todos tenemos la palabra”, el objetivo de esta campaña informativa era la difusión de información sobre la DMA, el proceso planificación hidrológica y las oportunidades de participación pública que se abrían. En el segundo ciclo, las acciones divulgativas se limitaron a la actualización de la página web del organismo de cuenca y la comunicación por correo electrónico con las organizaciones e individuos que conformaban el registro de partes interesadas de la CHS.

Para facilitar la participación activa, la CHS organizó reuniones presenciales de mesas sectoriales (agrupación de partes interesadas del mismo sector económico o social) y territoriales (agrupación de partes interesadas por comarcas) en los momentos clave del proceso de planificación. La **tabla 11.1** resume las acciones de participación activa llevadas a cabo en los dos ciclos. En la mayoría de los casos, las reuniones tenían una estructura similar, en la que un representante de la CHS presentaba los documentos propuestos y se abría un espacio de debate y consulta con los presentes.

El inicio de este primer ciclo fue en 2003, fecha en la que se traspuso al ordenamiento jurídico español la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea, que no se terminó hasta la aprobación del Plan en el año 2014.

El largo proceso de este primer ciclo estuvo motivado por la dificultad extrema de desarrollar un plan que contase con un apoyo suficiente de todas las partes implicadas e hiciese compatible la satisfacción de las demandas con el buen estado de las masas de agua.

En la medida en que el segundo ciclo se desarrolló en un periodo temporal muy inferior, llegando a solaparse fases del primer ciclo con las del segundo, y el elevado grado de conocimiento y consenso del primer plan, posibilitó avanzar mucho más rápido y sin menoscabo de la participación pública. En cualquier caso, el formato del proceso de participación activa, limitándose casi siempre a una única reunión presencial de carácter eminentemente informativo en cada fase del proceso, difícilmente facilita la emergencia de procesos realmente deliberativos que permitan la definición colectiva de los problemas, el debate de alternativas y la selección de soluciones (Espluga et al., 2011; Ballester y Parés, 2013). Como aspecto positivo cabe destacar la participación de técnicos de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHS en todas las reuniones y el intercambio de opiniones y visiones con los participantes.

Además de la reducción de las actividades de información y las de participación activa entre el primer y el segundo ciclo, se aprecia también una disminución en el número de alegaciones recibidas a los distintos documentos sometidos a consulta pública (Figura 11.1). Este decremento en la involucración de las partes interesadas también se ha observado en otras demarcaciones hidrográficas, en algunos casos como consecuencia de un desencanto general respecto a los procesos de participación pública y la percepción de una escasa incidencia de los mismos en las decisiones finales (Hernández-Mora et al., 2015).

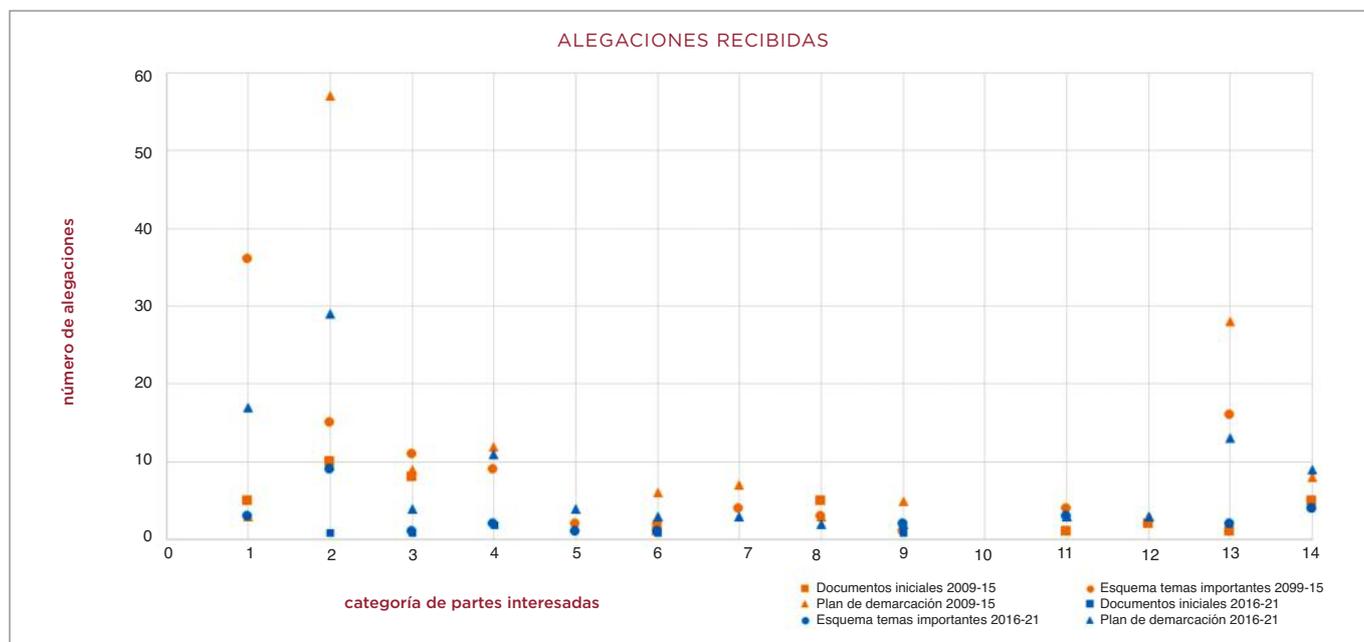
Tabla 11.1. Reuniones de participación activa con partes interesadas durante el primer y segundo ciclo de participación hidrológica.

		PRIMER CICLO DE PLANIFICACIÓN (2009-2015)			SEGUNDO CICLO DE PLANIFICACIÓN (2015-2021)		
		Documentos iniciales	EPTI	Plan hidrológico	Documentos iniciales	EPTI	Plan Hidrológico
Mesas sectoriales	Socioeconómica	*	*				
	Agraria	*	*			*	*
	I+D+i		*			*	*
	Ambiental	*	*			*	*
	Abastecimiento y saneamiento	*		*		*	*
	Aguas costeras (Murcia)	*					
	Aguas costeras (Valencia)	*		*		*	*
	Aguas costeras (Andalucía)	*					
	Mesas territoriales	Cabeceras Segura y Mundo		* *	*		
Sureste de Albacete			* *				
Altiplano-Vinalopó			* *	*			*
Noroeste de Murcia			* *	*			*
Centro Murcia			* *				
Vegas y Sur de Alicante			* *	*			*
Suroeste y Valle del Guadalentín			* *	*			*
Campo de Cartagena			* *	*			*

*El número de asteriscos indica el número de reuniones celebradas. Fuente: elaboración propia a partir de CHS (2014; 2015).

LA TRANSPARENCIA EN EL ACCESO A LA INFORMACIÓN

El acceso a la información es considerado como el primer nivel de la participación pública (CIS, 2003), además de ser clave para garantizar la rendición de cuentas sobre los procesos de toma de decisiones, la implementación de esas decisiones y los resultados alcanzados. Desde la perspectiva de quien proporciona la información, se puede distinguir entre información reactiva, es decir, la que proporciona la administración hidráulica en respuesta a solicitudes de información de los ciudadanos e información proactiva, donde la Administración pone a disposición la información de manera voluntaria utilizando herramientas telemáticas y de otro tipo a su alcance.



1: Asociaciones; 2: Comunidades y Asociaciones de Usuarios; 3: Asociaciones ecologistas; 4: Ciudadanos; 5: Colegios profesionales; 6: Empresas; 7: Partidos políticos; 8: Sindicatos; 9: Sociedades estatales y autonómicas; 10: Organismos Científicos y Universidades; 11: Autoridades Competentes centrales; 12: Autoridades Competentes locales; 13: Autoridades Competentes autonómicas. Fuente: Elaboración propia a partir de documentos disponibles en la página web de la CHS.

Figura 11.1. Número de alegaciones recibidas durante el primer y segundo ciclo de participación hidrológica.

Desde el año 2010, en España se ha evaluado el nivel de información proactiva de los organismos de cuenca a través del Índice de Transparencia en la Gestión del Agua (INTRAG), de Transparencia Internacional.¹ En las cuatro ediciones del índice (2010, 2011, 2013 y 2015) la CHS obtuvo puntuaciones globales intermedias (60%, 68%, 66%, y 51% de la puntuación máxima, respectivamente), observándose una tendencia hacia unos resultados peores en las últimas dos ediciones. Como en otras demarcaciones, las puntuaciones más bajas, y que por tanto apuntan a áreas donde es recomendable concentrar los esfuerzos de mejora, se dieron en los apartados relativos a la transparencia en la gestión de los recursos y usos del agua, la información económico-financiera y los contratos y licitaciones (Figura 11.2).

Para que sirvan realmente como instrumento de participación, la información y los datos tienen que ser fiables, actualizados y estar disponibles en formatos que los hagan reutilizables. Sólo de esta manera los interesados, organizaciones públicas o privadas y centros de investigación podrán usarlos para reproducir los resultados de los análisis oficiales o generar nueva información con métodos y/o enfoques distintos de los oficiales. En la DHS este es aún un reto pendiente, ya que casi la totalidad de los datos consultables en la web de la CHS se encuentran disponibles solo para su visualización *online* o para la descarga en formato pdf. Además, la información puesta a disposición no siempre está actualizada, pudiéndose crear por tanto un desfase temporal entre la información disponible y las necesidades informativas de los ciudadanos.

En la CHS, al igual que en el resto de las demarcaciones hidrográficas españolas, la implementación de la DMA y la disponibilidad de nuevas tecnologías de la información y comunicación generaron un impulso en la apertura tanto en la divulgación de información como en la toma de decisiones sobre el agua. Sin embargo, este impulso inicial parece haberse ralentizado en los últimos años. Además, esta apertura se contrapone a los ámbitos formales de participación de la demarcación (Junta de Gobierno, Asamblea de Usuarios, Comisiones de Desembalse, Comisión de la Sequía o Consejo del Agua de la Demarcación y, en el seno de este último, la Comisión de Planificación Hidrológica), que siguen estando dominados por los usuarios económicos del agua, fundamentalmente por el regadío. Es deseable que la apuesta por la transparencia, la información abierta y la participación social en la gestión del agua impulsada por

¹ <http://transparencia.org.es/indice-de-la-gestion-del-agua-intrag/>

INTRAG en la CHS

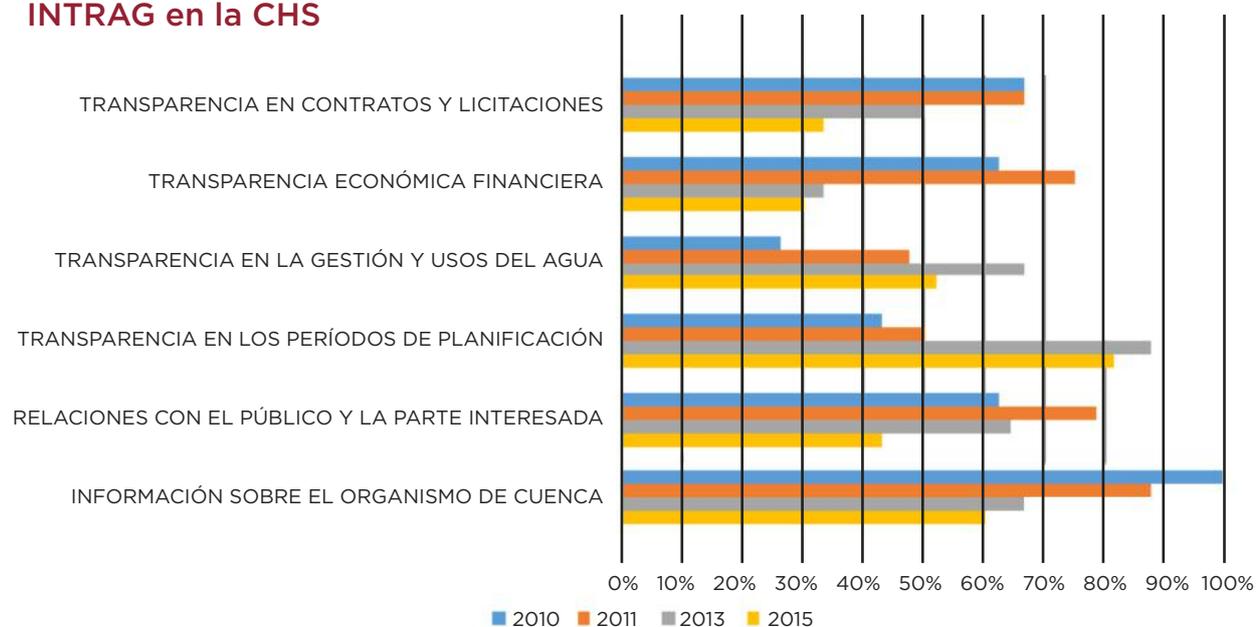


Figura 11.2. Puntuaciones obtenidas por la Confederación Hidrográfica del Segura en INTRAG 2010, 2011, 2013 y 2015.

Elaboración propia a partir de <http://transparencia.org.es/indice-de-la-gestion-del-agua-intrag/>

la implementación de la DMA, siga consolidándose como una nueva forma de gestionar un recurso que es patrimonio común de todos los ciudadanos.

REFERENCIAS

Ballester, A. y Parés, M. (2013) Democracia deliberativa y política de agua: Experiencias de participación en el contexto de la Directiva Marco del Agua en España. In Proceedings of the VIII Iberian Congress of Water Management and Planning, pp. 178-190. Lisbon, Portugal, 6-8 December 2013.

Common Implementation Strategy, CIS (2003) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document n. 8. Public Participation in relation to the Water Framework Directive.

CHS (2014) Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2009/2015. Anejo 11 Participación Pública. Confederación Hidrográfica del Segura. Julio de 2014. <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion/index.html>

CHS (2015) Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/2021. Anejo 11 Participación Pública. Confederación Hidrográfica del Segura. Septiembre de 2015. <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>

Espluga, J., A. Ballester, N. Hernández-Mora y J. Subirats (2011) Participación pública e inercia institucional en la gestión del agua en España. Revista de Estudios e Investigaciones Sociales nº134, Abril-Junio 2011. pp: 3-26.

Hernández-Mora, N., Cabello, V., De Stefano, L. y L. Del Moral (2015) Networked water citizen organizations in Spain: Potential for transformation of existing power structures for water management. Water Alternatives 8(2): 99-124.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. EL AGUA Y SUS USOS

El estudio proporciona una visión general de los distintos tipos de agua y datos sobre temas prácticos relevantes no considerados en los planes hidrológicos de demarcación, como son la desagregación de los tipos de cultivos y sus necesidades de agua verde y azul y rendimiento económico y social (véanse las tablas 5.1, 7.1-7.5). Se destacan los aspectos que se relacionan a continuación.

Del total de agua que interviene en los procesos, en cifras redondeadas, 7130 hm³/año proceden de la precipitación, 300 hm³/año del transvase Tajo-Segura, aunque en el último lustro ha sido menor, 17 hm³/año del transvase Negratín-Almanzora, 160 hm³/año de la desalinización, 230 hm³/año del consumo de reservas de agua subterránea y 1250 hm³/año de las importaciones de agua virtual en forma de pienso para el sector ganadero.

La reutilización alcanza 140 hm³/año, lo que supone el 74% del agua azul captada que está conectada a la red de abastecimiento municipal. Actualmente, la práctica totalidad de las aguas urbanas que no se consumen se tratan en estaciones de depuración de aguas residuales.

Los usos de estos volúmenes de agua, también en cifras redondeadas, son esencialmente:

- Regadío: 1546 hm³/año de agua azul y 687 hm³/año de agua verde
- Agricultura de secano: 1275 hm³/año de agua verde
- Bosques y vegetación natural: 3065 hm³/año de agua verde
- Ganadería: 9 hm³/año de agua azul para uso directo como suministro al ganado y la explotación ganadera (limpieza de las instalaciones, uso del personal trabajador, etc.) y 143 hm³/año de agua azul y 1110 hm³/año de agua verde como uso indirecto para los piensos
- Uso doméstico e industrial: 244 hm³/año de agua azul. Los campos de golf añaden 11 hm³/año de agua azul y 3 hm³/año de agua verde.

En las áreas de riego intensivo con agua subterránea, ésta resulta relativamente costosa a causa de las generalmente grandes elevaciones que hay que realizar y se aproximan a los de operación de las plantas desalinizadoras, pero claramente por debajo de los totales que incluyen amortización y el transporte hasta el lugar de utilización del agua. Así, salvo intervenciones administrativas decididas y socialmente costosas, el consumo de reservas de agua subterránea continuará al menos hasta el año 2027 a una tasa de unos 200 hm³/año. Hasta el presente se han consumido en las masas de agua de la Demarcación unos 15 km³ de reservas y aún quedan por lo menos otros tantos que, si bien en algunas zonas podrían durar algunas décadas, en otras se producirán agotamientos más rápidos, en la mayor parte de las veces asociados a un deterioro de la calidad del agua, principalmente por aumento de la salinidad.

El agua regenerada en las EDAR se encuentra disponible en muchas zonas de la demarcación y puede ser utilizada para riego. El precio final es razonable por cuanto es el usuario de abastecimiento el que soporta el coste de la depuración. El usuario de regadío ha de asumir el coste adicional de ponerla a disposición en el lugar de uso, lo que depende en parte de la infraestructura de transporte y almacenamiento disponible. En las zonas bajas, donde la proporción de agua desalinizada en el agua residual urbana es ya notable y creciente, existe el problema adicional de altos contenidos en boro para cultivos sensibles, como los cítricos, que es aún mayor si se considera adicionalmente un uso directo del agua desalinizada en ellos. Para paliar este efecto hay que recurrir a mezclas de agua o a aplicaciones secuenciales, lo que requiere otras fuentes de agua y mezclas adaptadas a los sistemas de riego y a los tipos de cultivo.

En los lugares en que el agua subterránea complementa al uso del agua superficial, como en el Campo de Cartagena, aquella es un seguro contra las variaciones en la disponibilidad. En los casos en que el agua subterránea es salobre, en general a consecuencia de la acumulación de retornos de riego



Postrasvase

o de fenómenos de movilización de aguas subterráneas salinas naturales por la explotación, no se puede recurrir a la desalobración si no existe una adecuada evacuación y tratamiento del rechazo que asegure que no se traslada el problema a otras masas de agua continentales o costeras. La acumulación de nitratos de origen agrícola en los acuíferos y consecuentemente en los drenajes de los mismos, constituye parte de la problemática, que algunos expertos consideran asociada a la pérdida temporal de calidad del agua del Mar Menor.

2. LAS DEMANDAS INSATISFECHAS

Los recursos de agua azul renovables anualmente disponibles en la Demarcación Hidrográfica del Segura, de unos 1443 hm³/año, no son suficientes para satisfacer un uso de agua para el mantenimiento del modelo productivo actual, de unos 1870 hm³/año. La diferencia se salda con un uso continuado de reservas de agua subterránea y con una desatención de parte de las zonas regables, que se encuentran en una situación de falta de garantía. Las cifras dadas son valores medios estacionarios. Hay que avanzar más allá para considerar valores dinámicos asociados a la climatología de cada año, además de a la evolución tecnológica, económica y social. La realidad es aún más compleja ya que las entradas y salidas de agua ocurren también vía comercio de agua virtual y mediante el agua verde procedente de la precipitación. Hoy en día, la agricultura es la actividad que utiliza un mayor volumen de agua, alrededor del 80%, pero es difícil predecir cómo va a cambiar en lo que queda de siglo.

La agricultura de regadío en la zona tiene una excelente tecnología y obtiene buenos beneficios económicos, gracias especialmente a su situación de privilegio en el mercado de la Unión Europea. Ello ha inducido en las últimas décadas a una especialización hacia una agricultura de primor con variedades tempranas y competitivas. La superficie de regadío se ha mantenido estable, reduciendo ligeramente sus necesidades de agua y con una productividad en aumento. Por otra parte, el colectivo de los agricultores en la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) lleva años presionando para que se posibilite el aumento de los recursos externos de la Demarcación y se elimine el déficit actual que padece. En

cuanto al volumen anual de agua que se necesita, éste se corresponde con el necesario para eliminar las actuales situaciones de extracción de reservas en las masas subterráneas y la adecuada atención a la superficie de riego actual de la Demarcación. Está generalmente admitido que cualquier actuación que se acometa deberá suponer la recuperación de la totalidad de sus costes asociados.

Las aguas subterráneas se vienen empleando tradicionalmente y estudiando de manera sistemática y científica en la cuenca del Segura desde hace más de 60 años, existiendo al efecto innumerables estudios e informes públicos disponibles. Sin perjuicio de que el nivel de estudio sea siempre susceptible de mejoras a medida que crece la información disponible y se perfecciona el conocimiento, puede afirmarse que existe ya un marco conceptual general y un análisis de las condiciones geológicas, hidrogeológicas e hidroclimáticas del territorio suficientemente avanzado como para que no haya dudas de calado respecto al esquema global y catalogación de sus acuíferos, sus flujos subterráneos y los órdenes de magnitud de sus balances.

La mejora del conocimiento de las aguas subterráneas de la Demarcación se considera siempre una actuación adecuada. Solamente sobre la base de una correcta delimitación de las masas de agua, sus flujos y relación con otras masas de agua y la cuantificación de sus recursos, podrán acometerse los planes de actuación que conduzcan a un uso sostenible de los recursos subterráneos de la cuenca del Segura. Ciertos aspectos, como la mejora de la evaluación de la descarga subterránea al Mar Menor, han pasado en los últimos años a tener un carácter prioritario.

Manifestaciones e informes de terceros como los que se han realizado en los últimos meses, sin estudios técnicos que los sustenten, con escaso rigor técnico y con errores conceptuales, no solamente desprestigian a quienes los realizan sino a todo el conjunto del colectivo de hidrogeólogos y generan conflictos territoriales y expectativas que se traducen en frustración una vez que no pueden ser cumplidas.

Un flujo subterráneo de recursos hídricos renovables desde la cabecera de la cuenca del Segura hasta el mar, sin interrupciones, ni discontinuidades, no resulta hidrológicamente factible, debido a la intensa compartimentación tectónica que se da en la demarcación del Segura, que es la causa determinante de la catalogación de 235 acuíferos, confinados en general por barreras impermeables laterales que impiden que sus aguas, no solamente no descarguen subterráneamente al mar sino que incluso no lo hagan en muchos casos a los existentes en sus proximidades.

La situación de explotación intensiva de los recursos caracterizada en el Plan Hidrológico se estima que refleja adecuadamente la realidad de una cuenca actualmente deficitaria en recursos.

3. POSIBLES SOLUCIONES

Cabe mencionar las siguientes posibles soluciones:

A. Aumentar el volumen de agua desalinizada. El problema de esta solución es en parte el elevado coste del agua, superior a 0,5 €/m³ (unos 0,80 a 0,90 €/m³ si se recupera la totalidad de los costes asociados). Este coste excede la capacidad de pago de muchos cultivos de la Demarcación. Además, el alto contenido en boro de las aguas las hace inadecuadas para ciertos cultivos y tipos de riego, lo que obliga a realizar mezclas con aguas de distinto origen, que no serían posibles sin los trasvases actuales. Por su parte el hecho de que se constituya como un recurso que se incorpora al sistema a cota cero, obliga a construir nuevas infraestructura y asumir costes energéticos adicionales, como consecuencia de la necesidad de bombear los caudales producidos a cotas elevadas y en su caso a establecer permutas con otros usuarios, lo que dificulta la gestión del sistema de explotación único de la cuenca.

B. Continuar con el bombeo de reservas de aguas subterráneas. Actualmente se estima este bombeo en unos 200 hm³/año. Posiblemente este volumen podría mantenerse durante algún tiempo, aunque no en todos los acuíferos, ya que algunos muestran indicios claros de agotamiento en la actualidad y una disminución significativa de su calidad. Esta actuación resulta contraria al concepto de sostenibilidad de la Directiva Marco del Agua y de las previsiones del Plan Hidrológico de cuenca que establece que esta explotación de reservas no debe ir más allá del año 2027.

C. Recurrir a un incremento de los recursos de la demarcación sobre la base de nuevas transferencias externas. En cualquier caso, además de estudiarse la viabilidad de estas transferencias, deberán propo-



Canal del postravase

nerse con claridad sus condiciones económicas y ambientales reales. Se estima que su dificultad puede ser grande a la vista de los conflictos territoriales que se generen, pero no insalvables a medio plazo.

D. Analizar la posibilidad de reasignar el agua de los regadíos para atender los cultivos más rentables y aquellas actividades con mayor rendimiento económico y social, que sean a su vez ambientalmente razonables, como el turismo o la agroindustria. En este último caso sería importando más agua virtual en forma de materias primas, principalmente piensos. Hay que valorar los problemas sociales y ambientales derivados, así como los efectos en la calidad del agua y en el ambiente.

Estos cambios necesitan un largo tiempo, lo que requiere planificación, aceptación y buena gobernanza. Se debe escuchar las opiniones de la sociedad en su conjunto para llegar a un equilibrio que beneficie a la economía de la demarcación bajo unas normas éticas de uso y afecciones y de respeto al medio natural y a la ocupación humana del territorio.

E. Fomentar el asociacionismo para una mejor gestión y gobernanza del agua. Existe un gran desarrollo de comunidades de regantes que comparten y gestionan sistemas de agua comunes, pero no para las aguas subterráneas. Es debido a que los que ostentan derechos de aguas privadas tienen una ventaja comparativa con los que no los tienen y a la que no renuncian. La figura de la Comunidad de Regantes, que solamente resulta de aplicación para aguas públicas, no es la apropiada para ellos, sino la de las Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas para la defensa y gestión del acuífero, de forma similar a las otras existentes en España.

RECOMENDACIONES GENERALES

Para avanzar hacia una gestión más integrada de los recursos hídricos podría ser oportuno que en los futuros planes hidrológicos se tratase con mayor detalle o que se incorporasen los aspectos o temas siguientes.

1. ELABORAR LOS CUADROS DE USOS Y DEMANDAS REQUERIDOS POR LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA, CONSIDERANDO LOS CONCEPTOS MENCIONADOS EN ESTE INFORME

Descripción más detallada de todos los tipos de agua que se utilizan, especialmente el agua verde o edáfica tanto en la agricultura como en la vegetación natural (bosques, prados, etc.), con el apoyo de sensores remotos.

Considerar el efecto de los cambios en los usos del territorio en cuanto a su impacto en los balances de agua y por lo tanto en su disponibilidad. Hasta la fecha, los planes hidrológicos de demarcación no han tenido en cuenta este proceso, aunque su evaluación ya se apunta en el estudio oficial del cambio climático en Cataluña. Esto es una parte importante del cambio global.

Analizar las entradas y salidas de agua virtual en la demarcación, asociadas al comercio de alimentos, piensos y otros productos, para comprender y poner en perspectiva los actuales usos del agua en la demarcación. Deberían tenerse en cuenta en la futura planificación hidrológica, tanto en sus aspectos de cantidad de agua como económicos y sociales, entre ellos la generación de empleo, así como los posibles problemas de calidad asociados, en especial en cuanto a la ganadería, y como abordarlos y gestionarlos.

2. DETALLAR MÁS LOS ANÁLISIS ECONÓMICOS DE LOS DISTINTOS RENDIMIENTOS DE LOS DIFERENTES USOS DEL AGUA, INCLUYENDO LAS IMPLICACIONES SOBRE LA SOCIEDAD

Éste es un paso previo para alcanzar el desiderátum de la Directiva Marco el Agua de que el usuario debería pagar todos los costes de disponibilidad y servicio y en lo posible los ambientales y otras externalidades negativas posibles, huyendo de las subvenciones, salvo en casos excepcionales, bien definidos y por un tiempo limitado. Si hay costes a cargo de otros, deberían explicitarse. Se requiere un esfuerzo adicional para tratar de cuantificar las externalidades. La recuperación total de los costes de los servicios de agua facilitaría, por un lado, que la política de precios del agua proporcione incentivos adecuados para el uso eficiente de los recursos hídricos por parte de los usuarios y por otro que los análisis económicos aporten elementos de apoyo a la toma de decisiones que sean económica y medioambientalmente racionales. Debería avanzarse en la gestión de costes comunes, de observación, control y ambientales, su recaudación, gestión y aplicación.

Considerar el interés social, territorial y paisajístico de las actividades rurales no necesariamente rentables, para que sus pobladores, como “jardineros de la naturaleza” realicen las funciones necesarias, suficientemente remuneradas y bajo reglas claras y que su propio entorno humano pueda valorar y sancionar. Esto supone habilitar los fondos necesarios a cargo de la comunidad y de los que reciben el beneficio de la conservación.

3. REALIZAR ANÁLISIS SOCIALES REFERIDOS A EMPLEO, VIDA RURAL, PARTICIPACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES Y TRANSPARENCIA EN RELACIÓN CON EL AGUA

Hay que tener en cuenta la realidad social y considerar valores culturales arraigados en la sociedad. Este tipo de análisis sirve para entender la complejidad que plantea el tema del agua. Especialmente, en regiones sensibles a la escasez de recursos hídricos, el agua forma parte esencial del patrimonio, tanto tangible como intangible. Las exigencias de participación y acceso a la información de la Directiva Marco del Agua son ambiciosas. La DMA vincula su éxito a la información, consulta y participación de los usuarios y el público en general en los procesos de planificación y toma de decisiones sobre el agua (considerandos 14 y 16 y Art. 14). Aunque estos estudios han mejorado mucho en los últimos años, todavía deben mejorar más.

4. REALIZAR UN ANÁLISIS EN DETALLE DE LA VARIABILIDAD TEMPORAL Y TENDENCIAS DE LOS RECURSOS DE AGUA

Evaluación de la variabilidad temporal y tendencias de la disponibilidad y uso de agua verde y azul y productividad económica y social de modo desagregado por sector, servicio y producto durante al

menos dos décadas. Este tipo de análisis ayuda a comprender y equilibrar los problemas de disponibilidad y usos del agua, junto con el cumplimiento de los regímenes de caudales ecológicos, especialmente en cuanto a las fluctuaciones climáticas y sus situaciones extremas de inundaciones y sequías.

Iniciar estudios basados en la teoría de la decisión para tratar la incertidumbre inevitable de los datos utilizados en la planificación hidrológica, incluyendo los ambientales, económicos y sociales, y transformarlos en una metodología que se aplique en la buena gobernanza y en la planificación flexible pero con reglas claras.

5. EVALUAR LA VIABILIDAD DE ESTABLECER OBJETIVOS MENOS RIGUROSOS EN ALGUNAS MASAS SUBTERRÁNEAS DESCONECTADAS DE CAUCES SUPERFICIALES Y DE LAS QUE NO DEPENDAN MANANTIALES O HUMEDALES.

Para poder discernir si la continuación en el uso y consumo de las reservas de agua subterránea en una masa desconectada de cauces superficiales de la que no dependan manantiales o humedales, es una maldición o una bendición, se requiere un análisis comparativo de los beneficios y costes derivados del uso de las aguas subterráneas. Así, se debería:

Analizar el papel futuro de las aguas subterráneas procedentes de la disminución de las reservas en algunos acuíferos. El concepto de “sobreexplotación” de la Ley de Aguas española debería ser revisado a la luz de la propia experiencia de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Es un aspecto importante para la revisión futura de la Directiva Marco del Agua europea y actualmente para solicitar objetivos menos rigurosos.

Considerar que en algunos casos el marco temporal de la recuperación de las masas de agua subterráneas se estima en muchas décadas e incluso siglos, tanto en cantidad como en calidad. Si la planificación de medidas y recuperación implica efectos intergeneracionales importantes, tendrían que evaluarse de forma diferente a la convencional. La adecuada evaluación de masas de agua con notables reservas consumibles requiere de una reflexión profunda que vaya más allá de aceptar los criterios tradicionales, pues la forma en que se valore el futuro condicionará las decisiones que se adopten en el presente. Esto requiere un procedimiento que debe diseñarse y un posible planteamiento de objetivos distintos de los actualmente aplicados.

Considerar que los intentos de recuperación, e incluso los de no más deterioro (según como se define), pueden tener un alto coste, posiblemente desproporcionado respecto a los beneficios, con lo que estas situaciones deben tratarse específicamente y en un contexto que permita incluir externalidades ahora no consideradas.

Ver cómo abordar económica y socialmente los casos en que, aun suponiendo que cesase la acción (presión), el deterioro continuaría, como es el caso de los nitratos actualmente en tránsito por gruesos medios no saturados o largas evoluciones transitorias de sistemas acuíferos de tamaño medio y grande. Es una realidad en la Demarcación Hidrográfica del Segura.

6. CONTRIBUIR EXPERIENCIA DE GESTIÓN PARA LA RENOVACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EUROPEA (DMA) QUE DEBERÁ ESTABLECERSE EN 2027 Y CUYOS PRIMEROS PASOS DE DISCUSIÓN ACABAN DE COMENZAR

Uno de los aspectos a considerar es que la gestión pública, la buena gobernanza y la apropiada planificación del agua están muy influidas por la variabilidad que caracteriza al área mediterránea. La razonable aplicación de la reglamentación y de lo que se dispone en la DMA debe ser viable, socialmente eficaz y no crear situaciones desproporcionadas. La DHS puede ser un buen soporte de conocimiento y experiencia.

Los logros conseguidos de utilización de agua regenerada urbana e industrial en agricultura y en su caso para recarga artificial de acuíferos, deben estar soportados por una apropiada reglamentación que lo haga posible y no quedar limitada o imposibilitada por normativas en exceso prudentes que, en aras de una supuesta protección del ciudadano, más bien coartan la consecución de mejoras y la resolución de problemas.

GLOSARIO

Agua azul. Agua dulce superficial y subterránea, es decir, el agua de los lagos, ríos y acuíferos de agua dulce. Es agua movilizable.

Agua de rechazo. Agua muy salina o salmuera que se descarga de una planta de desalinización o de desalobración.

Agua dulce. Agua de baja salinidad, apta para los diferentes usos.

Agua regenerada. Agua residual depurada que ha sido sometida a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destina.

Agua reutilizada. Agua que, habiendo sido utilizada por quien la derivó o recibió, se ha sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida para un nuevo uso privativo, en función de los usos a que se van a destinar antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre. Está ligada al agua regenerada.

Agua salobre. Agua con un contenido en sales por encima del límite recomendable o que permite su uso directo.

Agua salada. Agua con un contenido alto en sales disueltas, del orden de magnitud o de un orden inferior de la salinidad del agua marina.

Agua verde. Agua que procede de la precipitación sobre el terreno y que se almacena en el suelo o se queda temporalmente en la parte superior del suelo o la vegetación, que no forma parte de la escorrentía superficial ni recarga los acuíferos. Corresponde al agua edáfica o agua en la zona radicular (radical).

Agua virtual. Volumen de agua verde y/o azul consumida para producir un bien o un servicio.

Azarbe. Cauce artificial o dren adonde van a parar las aguas sobrantes o filtraciones de los riegos.

Consumo de agua. Volumen agua extraída de una cuenca hidrográfica pero no retornada a la misma cuenca. El consumo de agua puede ser debido a la evaporación, transpiración, integración en un producto o por liberación en una cuenca hidrográfica diferente o en el mar. Véase uso de agua.

Demanda de agua. Volumen de agua, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. Este volumen será función de factores como el precio de los servicios, coste de poner el agua a disposición en el lugar de utilización, el nivel de renta, el tipo de actividad, la tecnología u otros.

Desalinización. Tratamiento para obtener agua dulce del agua salada, generalmente el agua marina.

Desalobración. Vocablo nuevo que se aplica al proceso de reducción de la salinidad de un agua salobre.

Disponibilidad de agua azul. Escorrentía (aguas subterráneas y superficiales), menos los requisitos ambientales, tales como los caudales ecológicos de los ríos o las necesidades ambientales de los humedales o la descarga al mar requerida en los acuíferos costeros. La disponibilidad de agua azul por lo general varía intra —e inter— anualmente.

Escasez de agua. Ver “escasez de agua azul”.

Escasez de agua azul. La relación entre la disponibilidad de agua azul y la demanda de agua azul. La escasez de agua azul varía intra e interanualmente.

Exportación de agua virtual. Volumen de agua virtual (azul y/o verde) asociado a la exportación de bienes o servicios producidos en una zona determinada (cuenca hidrográfica, región o nación, por ejemplo).

Extracción de agua. Volumen y caudal de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea. Parte del agua dulce extraída se evapora, otra parte vuelve a la cuenca de donde se retiró y otra parte puede volver a otra cuenca hidrográfica o ir al mar.

Huella hídrica. Es un indicador del uso de agua dulce que considera tanto el uso de agua directo como indirecto de un consumidor o productor. El uso del agua se mide en términos de volúmenes de agua consumida (evaporada) y contaminada. La huella hídrica se puede calcular para un producto en particular, para cualquier grupo de consumidores bien definido (por ejemplo, un individuo, familia, pueblo, ciudad, provincia, cuenca hidrográfica y área geográfica dada, estado, o nación) o productores (por ejemplo, una organización pública, empresa privada o sector económico).

Huella hídrica azul. Volumen de agua azul (superficial y subterránea) que los seres humanos consumen para producir un bien o servicio. El consumo se refiere al volumen de agua dulce utilizada y que luego se evapora o se incorpora en el producto. También incluye el agua extraída de aguas superficiales o subterráneas en una cuenca y que se transfiere a otra cuenca hidrográfica o se vierte al mar o a masas de aguas salinas. Es la cantidad de agua azul que no vuelve a la cuenca de la que fue extraída.

Huella hídrica de un producto. Volumen total de agua dulce usada para producir una mercancía, bien o servicio en las diversas etapas de la cadena de producción. No sólo se refiere al volumen total de agua consumida y contaminada, sino que también a dónde y cuándo se utiliza el agua.

Importación de agua virtual. Volumen de agua virtual asociado a la importación de bienes o servicios en un área geográficamente delimitada, por ejemplo, una nación, región o cuenca hidrográfica. Es el volumen total de agua dulce utilizada en las zonas de exportación para producir los productos. Visto desde la perspectiva del área de importación, esta agua puede ser vista como una fuente adicional de agua que se añade a los recursos hídricos disponibles dentro de la misma área.

Ingresos netos. Renta que una empresa o una nación tiene después de restar los costes y gastos de los ingresos totales. El ingreso neto es un término contable. Se refiere a las subvenciones, además del valor añadido bruto (VAB) y los impuestos, menos el consumo de capital fijo y el pago de sueldos, alquileres e intereses.

Masa de agua subterránea. Volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos. Es un término administrativo y no necesariamente se corresponde con una unidad hidrológica o hidrogeológica. Su designación más correcta hubiese sido cuerpo de agua subterránea.

Masa de agua superficial. Parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

Margen neto. Ganancia de la explotación de un cultivo que resulta de restar del producto bruto (conjunto de los ingresos del agricultor obtenidos por la venta de la producción, subvenciones percibidas y otros ingresos secundarios) los costes pagados y las amortizaciones.

Minería del agua subterránea. Ocurre cuando la explotación excede la recarga y consecuentemente se produce una disminución progresiva de las reservas. La tasa de agotamiento de las reservas incluye tanto la reducción asociada a la explotación durante la etapa transitoria larga de los grandes acuíferos como la minería del agua subterránea. Un enfoque práctico considera el tiempo, que es relevante para la gestión del sistema acuífero. Así, se considera que hay minería de agua subterránea cuando después de cesar la extracción, la recuperación a condiciones cercanas a las iniciales necesita un determinado largo tiempo y que suele ser de una o dos generaciones humanas. En los acuíferos costeros, la sustitución de agua dulce por agua salada debido a la extracción puede considerarse como minería de agua dulce.

Productividad del agua. Producción en volumen, peso o valor económico por metro cúbico de agua (azul o verde) empleada para obtener el bien o servicio correspondiente. Incluye varios indicadores. La productividad del agua (unidad de producto/m³) es la inversa de la huella hídrica (m³/unidad de producto). El término “productividad del agua” es un término similar al de la productividad laboral o productividad de la tierra. Cuando la productividad del agua se mide en el *output* monetario en lugar del *output* físico por unidad de agua, se puede hablar de “productividad económica del agua”.

Productividad económica de agua (o productividad aparente del agua). Valor económico de los productos producidos por unidad de consumo o contaminación del agua. Véase también “productividad del agua”. Es la relación entre el valor de producción y el consumo de agua. Difiere del valor marginal (productividad de la última unidad de agua), que generalmente se utiliza para determinar la eficiencia de la asignación.

Recarga de agua subterránea. Proceso por el cual se añade agua del medio no saturado y externa a un acuífero. Puede ser de modo natural por la infiltración de la lluvia o de aguas superficiales, inducida por modificación de las condiciones hidrodinámicas del acuífero o sistema acuífero o artificial mediante pozos o balsas de recarga.

Recursos disponibles de aguas subterráneas. Valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo inter-anual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada, para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados. Es una definición simplista, aunque muy usada. En la realidad es un concepto complejo, que ha de tener en cuenta las relaciones de los acuíferos, con las aguas superficiales, la posibilidad física y económica de obtener el agua, las implicaciones de calidad y salinidad asociadas a la explotación, las necesidades ambientales que se deban conservar, los impactos territoriales y las reservas de agua a mantener.

Recursos renovables. Recursos naturales que tras el cese de la explotación pueden volver a sus niveles de existencia anteriores por procesos naturales. No se especifica el tiempo de recuperación, que puede ser corto o largo, lo que influye en su consideración.

Rendimiento del cultivo. Peso de la cosecha por unidad de superficie cosechada. Se puede medir en términos de materia seca.

Reservas de agua subterránea, también denominadas almacenamiento de agua subterránea. Es la cantidad total de agua en el acuífero o sistema acuífero, incluyendo la de los acuitardos. En los acuíferos gruesos debe especificarse la profundidad máxima considerada. Cuando hay agua salina, debe especificarse si las reservas se refieren al agua total, independientemente de la calidad o sólo se tiene en cuenta el agua dulce. En los acuíferos costeros, la masa de agua salina generalmente se incluye, pero debe especificarse si la parte marina está incluida o no. Hay que distinguir entre reservas totales, que es producto de un volumen de terreno por una porosidad, de las reservas extraíbles (captables, movilizables) que es el volumen de terreno por la porosidad drenable, hasta una cierta profundidad. El agua en la zona no saturada generalmente se excluye.

Retorno de riego. Agua empleada para riego que no es consumida, evaporada ni percolada a un acuífero subterráneo y que se integra nuevamente al ciclo hídrico.

Reutilización. Es la acción que permite volver a utilizar los recursos hídricos y darles un uso igual o diferente. Las aguas residuales de origen urbano o industrial se tratan en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) mediante diferentes procedimientos físicos, químicos, biológicos y biotecnológicos, para conseguir un agua efluente de mejores características de calidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.

Seguridad ambiental. Existe cuando los sistemas sociales interactúan con los sistemas ecológicos en una forma sostenible, todos los individuos tienen un acceso justo y accesible a los servicios de los ecosistemas y existen mecanismos para prevenir la degradación ambiental y las situaciones de crisis.

Seguridad hídrica. Existe cuando se dispone de una cantidad y calidad aceptable de agua para la salud, los medios de vida y los ecosistemas y la producción, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua para las personas, el medio ambiente y las economías.

Uso del agua. El uso incluye, pero no está limitado a cualquier extracción de agua, liberación del agua u otras actividades humanas dentro de la cuenca hidrográfica. Se distinguen tres tipos de uso del agua: (a) extracción, cuando el agua se toma de un río o de una reserva de agua superficial o subterránea y después de su uso se devuelve a un cuerpo de agua natural, por ejemplo, el agua utilizada para el enfriamiento en procesos industriales; estos flujos de retorno son particularmente importantes para los usuarios aguas abajo en el caso de agua extraída de ríos; (b) consumo de agua, que se refiere al agua extraída de la cuenca hidrográfica pero no retornada a la misma cuenca. El consumo de agua puede ser debido a la evaporación, transpiración, integración en un producto o por liberación en una cuenca hidrográfica diferente o en el mar. Por ejemplo, el vapor que se escapa a la atmósfera en el regadío o el agua contenida en los productos finales que ya no está disponible directamente para usos posteriores; (c) no-extracción, es decir, el uso in situ de una masa de agua para la navegación, incluyendo la flotación de los registros por la industria maderera, la pesca, la recreación, la eliminación de efluentes y la generación de energía hidroeléctrica.

Valor añadido bruto (VAB). Valor monetario de los bienes y servicios producidos en una economía en las diferentes etapas del proceso productivo. El valor añadido bruto a precios de mercado es igual al valor de la producción menos los gastos intermedios. El VAB remunera los factores básicos de la economía, capital y trabajo. Se diferencia del Valor Añadido Neto, que es menor que el VAB, por la partida de amortizaciones del capital.

Valor de la producción. Valor económico total recibido por los productos vendidos en el mercado.

Valores intangibles (o intrínsecos). Valores que responden a los factores no racionales de la naturaleza humana, que no son fácilmente cuantificables, como pueden ser los sentimientos, emociones, sensaciones, sensibilidades, evocaciones y aspectos religiosos.

