

TRAS LAS “HUELLAS” DEL AGUA EN ESPAÑA*

AFTER THE “FOOTPRINTS” WATER IN SPAIN

Por
José Antonio Sotelo Navalpotro**

A don Joaquín Bosque Maurel, maestro, colega y amigo.

I. PRIMERA APROXIMACIÓN

Auguste Comte sostenía que la humanidad atravesó una etapa teológica que fue sucedida por otra metafísica, que ha acabado desembocando en la actual que es positiva, marcada por el hecho de que el conocimiento se basa solamente en los datos que brinda la experimentación. De aquí, que si queremos hacer ciencia, debemos partir de la reflexión y de la valoración del actual aparato científico. “Ninguna cadena es más fuerte que el más débil de sus eslabones”, recoge el refrán, punto de partida para entender que las investigaciones buscan tamizar el caos, si bien los procedimientos no son lineales, y así a pesar de que se ha perfeccionado una poderosa lógica del sentido, los investigadores siguen caminos paralelos. La ciencia es un sistema complejo. Como señala Marcos Kaplan (*Ciencia, sociedad y desarrollo*), leyes y teorías, conocimientos, invenciones, no son meros resultados de actividades lógicas y empíricas

* Ref.: MINECO (2014).CTM2013-41750-P.

** José Antonio Sotelo Navalpotro. Ph.D. Catedrático de Análisis Geográfico Regional. Universidad Complutense de Madrid: jasotelo@ghis.ucm.es

intrínsecamente consideradas. Reflejan la atmósfera intelectual no científica de una época. Se da pues una relación entre el desarrollo científico, por una parte, y los valores y las normas de una sociedad, por otra.

En los momentos actuales, se está hablando en diversos ámbitos de la Huella de Carbono, íntimamente ligada a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y al cambio climático. Sin embargo, la idea de conocer la huella de las acciones humanas se remonta a finales del siglo pasado, cuando se dieron notables cambios en el paradigma imperante, con la aparición de conceptos como Huella Ecológica o la propia Huella Hídrica. La primera, la Huella Ecológica fue definida por Wackernagel y Rees, en 1996 en su libro *Nuestra Huella Ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*, como “una medida de la carga impuesta por una población dada a la naturaleza”; la segunda, la Huella Hídrica, busca aproximarnos al uso eficiente del agua y el control de su contaminación, objetivo fundamental en la búsqueda de la sostenibilidad, ya sea de una empresa, ciudad o nación. Hoekstra y Chapagain, en 2007, definieron y desarrollaron una herramienta que calcula el consumo directo e indirecto de agua por parte de un consumidor o un productor (es decir, cuantificar el volumen total de agua consumida y/o contaminada por unidad de tiempo, que se usa para producir un bien o un servicio, que consume un individuo, una comunidad o una fábrica).

Existe una relación directa entre ese elemento principal del medio natural y del medio antrópico que es el agua, y el propio medio ambiente. De aquí que su estudio necesite de la puesta en práctica de nuevos indicadores. De hecho, su desarrollo teórico, y su puesta en práctica es de notable importancia ya que países como España son especialmente sensibles a la gestión del agua, por las especiales características climatológicas y el déficit existente de este recurso en gran parte de su territorio. En España, la agricultura de regadío es la principal consumidora de agua, seguida de lejos por el sector industrial y energético, y, por el consumo doméstico. Estos usos del agua, aplicados con técnicas poco respetuosas para el medio ambiente, pueden causar importantes impactos ambientales. Como señala el Observatorio de la Sostenibilidad de España, las exigencias específicas de calidad de agua que tienen los distintos usos del agua hacen que, en la mayoría de las ocasiones, sea necesario emplear un tratamiento previo más o menos sofisticado (filtración, desinfección, etc). En países como España, donde la escasez de agua

para los distintos usos es un problema cada vez más acuciante, se están buscando nuevas fuentes para satisfacer la demanda creciente. Entre las alternativas que se barajan, aunque no exentas de polémica, están la desalación y los trasvases.

Todo ello sin olvidarnos, como recoge el “Perfil Ambiental de España”, que en 2014 se cumplió el décimo cuarto aniversario de la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua, cuyo fin es alcanzar un “buen estado” ecológico y químico de las aguas comunitarias para los próximos años. Esta normativa supone un importante esfuerzo de adaptación y una renovación profunda de la gestión del agua para cumplir sus objetivos en prevención y reducción de la contaminación, promoción del uso sostenible del agua, protección del medio ambiente, mejora de la situación de los ecosistemas acuáticos y atenuación de los efectos de las inundaciones y sequías; aspectos todos ellos, que nos llevan a concluir, que mucho se aprende en los libros, pero más se hace en la contemplación de la naturaleza, causa y ocasión de todos los libros.

Es en el ámbito de la Huella Hídrica, en el que encontramos conceptos como el de Agua Virtual (AV), que se define como el volumen de agua requerido para producir un bien o un servicio (Allan, 1998). Este concepto fue introducido por Allan (1993, 1994) cuando analizaba la “importación” de Agua Virtual, en lugar de agua real, en los productos de los países del Medio Oriente. Allan consideró que exportar un producto que tiene altos requerimientos hídricos (Agua Virtual) es equivalente a exportar agua. De manera, que el país importador no necesita utilizar agua nacional para obtener un determinado producto y, por tanto, puede dedicarla a otros ámbitos.

Velásquez (2009) considera que la potencialidad del concepto de Agua Virtual, más allá de la aplicación agrícola de requerimiento hídrico del cultivo, se basa en dos factores; Primero, en la información proporcionada de los requerimientos de agua de todos los bienes y servicios, permitiendo cuantificar la cantidad de agua necesaria para producir una cantidad de un determinado producto. Segundo, en que puede ser relacionada con el comercio (alcanzando todo su potencial), permitiendo analizar la información de los flujos de Agua Virtual entre regiones. Hanasaki et al. (2010) consideran que el concepto “Agua Virtual” es un complemento útil para el análisis de los recursos hídricos, de su disponibilidad y de su uso en una región determinada.

En función de los flujos comerciales del Agua Virtual, y del agua contenida en los productos comercializados, se puede diferenciar entre el Agua Virtual exportada y el Agua Virtual importada (Velásquez, 2009). Además, de acuerdo con la región productora de un determinado producto, se puede diferenciar entre el Agua Virtual real y el Agua Virtual teórica (Hoekstra, 2003). Siendo, el Agua Virtual real el volumen de agua realmente utilizado en la producción de un bien o servicio en la región de producción del mismo, y el Agua Virtual teórica el agua que se utilizaría en la región de destino si se produciría en ella el producto importado. Gracias a los flujos de Agua Virtual, el acceso a los recursos hídricos ya no se limita únicamente a un sistema hídrico o región donde viven un grupo de personas (Siebert y Döll, 2010). Esto ayuda a relajar la escasez de agua en muchas regiones áridas, pero manifiesta al mismo tiempo la dependencia de recursos hídricos externos.

Para evaluar la demanda de agua en una región, se debe añadir la extracción de agua en los diferentes sectores económicos (Hoekstra y Chapagain, 2007). Pero las bases de datos sobre el uso del agua, generalmente, sólo presentan información en los sectores doméstico, agrícola e industrial (Gleick, 1993; Shiklomanov, 2000; FAO-AQUASTAT, 2003). Esta información es útil pero no suficiente para analizar en profundidad la situación de los recursos hídricos necesarios por los habitantes de una región en relación con sus patrones de consumo (Hoekstra y Chapagain, 2007). Se requiere incluir el agua utilizada en la producción de los bienes consumidos por los habitantes de una determinada región, que se han producido en otras regiones, siendo la demanda real de agua superior a la extracción de los recursos hídricos de la región. Además, se debe incluir el caso contrario, el agua utilizada en la producción de bienes que se exportan.

En este sentido, para medir el volumen total de agua utilizada por los habitantes de una determinada región, se desarrolló el índice “Huella Hídrica” (HH). Éste se define como el “volumen total de agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo, por un grupo de personas o por un país, respectivamente” (Chapagain y Hoekstra, 2004, Hoekstra, 2003). Chapagain y Orr (2009) consideran que la Huella Hídrica es la expresión del contenido de Agua Virtual, y que permite evaluar dónde se origina el agua. Además, sirve

para poner de manifiesto la idoneidad de una región productora para exportar agua.

La Huella Hídrica también es útil para cuantificar y evaluar los flujos de Agua Virtual, de las importaciones y de las exportaciones (Hoekstra y Chapagain, 2007). Por tanto, la Huella Hídrica está compuesta de dos partes: la Huella Hídrica interna cuando se considera el agua procedente de los recursos hídricos endógenos de una región, y la Huella Hídrica externa cuando se toma en cuenta la cantidad de agua necesaria para desarrollar los productos o servicios consumidos en una región, cuando éstos han sido producidos en el exterior (HISPAGUA, 2006). Además, en varios estudios realizados (Allan, 2003; Hoekstra y Hung, 2002; Yang y Zehnder, 2002) se destaca la importancia de este índice para alcanzar la seguridad hídrica y alimentaria de las regiones áridas y semiáridas (Rodríguez-Casado et al., 2009).

Los primeros estudios realizados de la Huella Hídrica fueron llevados a cabo por Hoekstra y Hung (2002) y Chapagain y Hoekstra (2003, 2004). Inicialmente se estimó el flujo de Agua Virtual del agua azul (ríos, lagos y acuíferos) de cada país en relación con el comercio de los productos agrícolas y de los productos ganaderos. Posteriormente, se han ido desarrollando nuevas metodologías de cálculo de la Huella Hídrica, incluyendo nuevos parámetros y formas de consumo de agua.

II. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA

La base metodológica del presente trabajo es la metodología desarrollada por el Grupo de Investigación “Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio”, donde se han establecido los estándares de cálculo a escala nacional, autonómica, provincial y municipal. A su vez, asienta sus bases en los trabajos realizados por Chapagain y Hoekstra (2004), y actualizada en Hoekstra et al. (2009). Ésta metodología ha sido adaptada a los datos disponibles en España para realizar un análisis más detallado y preciso, a nivel provincial, autonómico y nacional, en el año 2007; detengámonos, pues, en su análisis.

La “Huella Hídrica” (Water footprint – *WFP*; m³) es el volumen de agua necesaria, directa o indirectamente, para la producción de los pro-

ductos y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada o industria, o persona.

Como la población de un área geográfica determinada se abastece de productos elaborados domésticamente e importados, la huella hídrica tiene dos componentes: el agua interna y el agua externa:

- Huella Hídrica Interna (internal water footprint - IWFP): el agua procedente de los recursos nacionales de un área geográfica determinada.
- Huella Hídrica Externa (external water footprint - EWFP): cantidad de agua necesaria para desarrollar los productos o servicios consumidos en un área geográfica determinada, cuando éstos han sido producidos en el exterior.

La fórmula para su cálculo es:

$$WFP = IWFP + EWFP$$

Tanto para el cálculo de la huella hídrica interna como para la huella hídrica externa, se debe tener en cuenta el agua superficial y la subterránea.

La “Huella Hídrica Interna” se define como el uso de los recursos hídricos domésticos para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada. Es la suma del volumen total de agua utilizada de los recursos de agua doméstico en la economía nacional, menos el volumen de agua virtual exportada a otras áreas geográficas (mediante la exportación de productos producidos en el área geográfica determinada):

$$IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom}$$

donde:

- *AWU* son los usos agrícolas del agua (Agricultural Water Use)
- *IWW* son los usos industriales (Industrial Water Withdrawal)
- *DWW* son los usos domésticos (Domestic Water Withdrawal)
- *VWEdom* es la exportación de agua virtual a otras áreas geográficas (Virtual water export related to export of domestically produced products)

Los usos industriales del agua se refieren a todo el volumen de agua consumido en cualquier proceso industrial, y los usos domésticos se refieren al consumo de agua potable y la utilizada por los gobiernos

locales. Llamas (2005) considera que todavía es necesario avanzar en las metodologías de cálculo del agua virtual de los usos urbanos, para la producción de alimentos manufacturados y de los productos industriales.

Por su parte, la “Huella Hídrica Externa” se define como el volumen anual de recursos hídricos usados en otras áreas geográficas para manufacturar los productos o prestar los servicios consumidos en una determinada área geográfica. Es igual al agua virtual importada ($VWEI$) menos el volumen de agua virtual exportada a otras áreas geográficas determinadas como resultado de la reexportación de productos importados ($VWE_{re.export}$):

$$EWF = VWI - VWE_{re-export}$$

Al mostrar la metodología, es igualmente de interés aproximarse al cálculo de la huella hídrica a diferentes escalas territoriales. Hoekstra et al. (2009) diferencian de manera clara la huella hídrica de los consumidores en un área geográfica y la huella hídrica dentro de un área geográfica. Estos dos conceptos están relacionados, debido a que la huella hídrica interna de un área geográfica es igual a la huella hídrica dentro de ella, en la medida en que no está relacionada con la producción de productos de exportación. La huella hídrica externa del consumo nacional se obtiene de los productos importados (contenido de agua virtual) y la huella hídrica asociada dentro de otra área geográfica.

La huella hídrica de un área geográficamente delimitada (WF_{area}) es:

$$WF_{area} = \sum_q WF_{proc}(q)$$

Donde, $WF_{proc}(q)$ es igual a la huella hídrica de un proceso q dentro de un área geográfica delimitada. La fórmula suma toda el agua consumida o contaminada por los procesos que tienen lugar en esa área geográfica.

La huella hídrica de un país ($WF_{cons,nat}$) tiene dos componentes:

$$WF_{cons,nat} = WF_{cons,nat,int} + WF_{cons,nat,ext}$$

Donde, $WF_{cons,nat,int}$ es la huella hídrica interna del consumo nacional. Se define como el uso de los recursos hídricos nacionales para producir

bienes y servicios consumidos por la población nacional. Es la suma de la huella hídrica en un país ($WF_{area,nat}$) menos el volumen de agua virtual exportada a otros países, en lo relacionado con la exportación de productos elaborados con recursos hídricos domésticos ($V_{e,d}$):

$$WF_{cons,nat,int} = WF_{area,nat} - V_{e,d}$$

La huella hídrica externa del consumo nacional ($WF_{cons,nat,ext}$) se define como el volumen de los recursos hídricos utilizados en otros países para producir bienes y servicios consumidos por la población en el país considerado. Es igual a la importación de agua virtual en el país (V_i) menos el volumen de exportación de agua virtual a otros países, como resultado de la reexportación de productos importados ($V_{e,r}$):

$$WF_{cons,nat,ext} = V_i - V_{e,r}$$

El agua virtual exportada de un país (V_e) es la suma del agua de origen doméstico exportada ($V_{e,d}$) y el agua de origen extranjero reexportada ($V_{e,r}$):

$$V_e = V_{e,d} + V_{e,r}$$

Hay que considerar que sólo una parte del agua virtual importada por un país será consumida, y por tanto será la huella hídrica externa del consumo nacional ($WF_{cons,nat,ext}$), y la otra parte será reexportada ($V_{e,r}$):

$$V_i = WF_{cons,nat,ext} + V_{e,r}$$

La suma de V_i y $WF_{area,nat}$ es igual a la suma de V_e y $WF_{cons,nat}$. Al resultado de esta suma se le denomina balance de agua virtual de un país (virtual-water budget - V_b):

De esta forma, a través del cálculo de la huella hídrica podemos aproximarnos a la realidad de la Huella Hídrica de España, considerando el cálculo e interpretación de la Huella Hídrica como un elemento fundamental en las decisiones políticas, en relación con el tema del agua, contribuyendo incluso a la aplicación de la Directiva Marco del Agua, sobre todo si tenemos en cuenta que España es el primer país que ha incluido el análisis de la huella hídrica en la formulación de políticas, planes, programas y proyectos.

Para el cálculo de la Huella hídrica de España (WF_{Esp}) se consideraron dos componentes, la huella hídrica interna del consumo nacional ($WF_{Esp,int}$) y la huella hídrica externa del consumo nacional ($WF_{Esp,ext}$):

$$WF_{Esp} = WF_{Esp,int} + WF_{Esp,ext}$$

Siendo $WF_{Esp,int}$ el agua consumida en España menos el volumen de agua virtual que se exporta, y $WF_{Esp,ext}$ el agua virtual que se importa en los productos agrarios. Para el cálculo del consumo total de agua en España se incluyeron los sectores: agrícola (sin cultivos forrajeros, asumiendo que todos ellos han sido consumidos por el ganado), ganadería, y doméstico e industrial.

Podemos destacar que España es uno de los países que más agua “per cápita” consume ($2300 \text{ m}^3 \text{ cápita}^{-1} \text{ año}^{-1}$, según Chapagain y Hoekstra, 2004), a pesar de ser el más árido de Europa. La suma de los requerimientos hídricos de los diferentes sectores económicos de España, tanto de agua azul como de agua verde, es de alrededor de $100 \text{ km}^3 \text{ año}^{-1}$.

III. RESULTADOS

A partir de los datos obtenidos de los cálculos de Huella Hídrica en España, se pueden observar grandes diferencias territoriales a nivel municipal, provincial, regional y nacional. Desde una perspectiva autonómica nos encontramos con la excepción hecha de Madrid, Cataluña, Comunidad valenciana y Andalucía, que el resto de las Comunidades Autónomas están por debajo de los 10.000 hm^3 . Destaca, en el otro extremo el caso de La Rioja con una huella inferior a los 1.000 hm^3 ; el resto de Comunidades oscila entre los 1.000 y los 10.000 hm^3 : entre ellos, encontramos a Navarra o Cantabria, con cifras inferiores a los 2.500 hm^3 , u otras como El País Vasco, Castilla y León o Galicia, que superan los 5.000 hm^3 . Una posible explicación la encontramos en la intensificación de las demandas urbano-turísticas producida durante la segunda mitad del siglo XX, que ha incrementado la vulnerabilidad de muchos sistemas de abastecimiento frente a las secuencias largas de sequía. Tras el fuerte incremento del consumo de agua potable subyace la fuerte expansión de las ciudades y, unido a ello, el alza de nivel de vida, la elevación de los módulos de gasto por la

generalización de electrodomésticos y de los hábitos de aseo (Rico, A.M., 2004). También interviene el aumento del consumo en establecimientos industriales y en los servicios municipales de limpieza de calles, plazas, etc.

Desde una perspectiva provincial, Barcelona y Madrid, por un lado, Valencia por otro y Vizcaya, Asturias, La Coruña, Alicante, Murcia, Sevilla, Cádiz y Málaga, son las provincias con una mayor Huella Hídrica de España, quedando todas ellas por encima de los 2.500 hm³. El resto de las provincias españolas no superan este umbral, e incluso no son pocas las que quedan por debajo de los 1.000 hm³.

Una singularidad reciente añadida al escenario hidrológico del país, es que al ancestral uso del agua para transformar secanos en regadío y para la generación de electricidad, se ha unido la apetencia por el recurso, también desmesurada e insaciable por naturaleza, para promover grandes negocios urbanísticos, en las que el agua es ofrecida como un bien libre que permite crear ambientes idílicos de fantasía y capricho, con jardines hidrófilos, murmullos de agua, piscinas privadas a discreción, y generosas cartas de campos de golf,... todo ello para deleite de un determinado tipo de sociedad dispuesta a pagar el capricho y la ostentación en lugares donde la naturaleza no dispone del agua requerida para esas fantasías, que debe ser detráida de otras cuencas, o satisfecha a expensas de la esquilación de los sistemas hidrológicos propios mientras se pueda. De aquí la notable importancia que adquiere el análisis a nivel municipal de la Huella Hídrica de España. Se pone de manifiesto, a escala municipal, el enorme peso de la Huella Hídrica de Madrid y Barcelona, junto con el resto de la trama urbana de España, que nos permitirá valorar las diferencias territoriales y los desequilibrios inter e intrarregionales. La observación del mapa de la Huella Hídrica a nivel estatal nos muestra la aparición de la dicotomía centro-periferia, remarcando la huella de las ciudades españolas, complementado con la aparición de dos ejes perfectamente diferenciables: el atlántico y el mediterráneo.

Nos encontramos ante unas desigualdades territoriales que, “grosso modo” coinciden con los desequilibrios demográficos y económicos. De esta forma, se da un aumento de las desigualdades desde la perspectiva de la Huella Hídrica, en relación con la población y la producción. Por otra parte, si descendemos a un análisis local, encontramos

que los municipios que presentan un mayor nivel de Huella Hídrica se corresponden con los núcleos urbanos más importantes de España. Y es que la ubicación de funciones consuntivas de agua en los mismos coadyuva a que se produzca este fenómeno. De hecho, si concedemos rango plenamente urbano a las poblaciones de más de 2.000 habitantes, podemos observar que se da una correspondencia casi total con una Huella de más de 100 hm³, superándose los 5.000 hm³ en las áreas de influencia de las principales ciudades españolas (Madrid, Barcelona, Valencia, Zaragoza, Sevilla, Málaga,...). Sobre estos datos, a la vista de los resultados recogidos en el mapa adjunto, podemos señalar la laxa disposición sobre el territorio de los municipios con una mayor Huella (correspondiéndose, con los propios desequilibrios territoriales existentes; de hecho, los menores niveles de Huella se corresponden con áreas que quedan al margen de un sistema urbano marcado por su desajustada jerarquía).

Estas estimaciones sobre el gasto de agua potable en España se aproximan a las ofrecidas por el Instituto Nacional de Estadística (2015), que elevan el consumo bruto a 4.781 hm³/año. Este gasto incluiría el volumen controlado por las entidades suministradoras, que asciende a 3.781 hm³/año, y el agua no contabilizada o perdida, que supone 1.000 hm³/año, es decir, el 20,9% de la demanda bruta. Del agua controlada (3.781 hm³/año), el consumo doméstico en hogares asciende a 2.482 hm³/año, es decir, el 65,6%. Le siguen otros sectores de consumo, donde se incluyen las industrias conectadas a la red, con 840 hm³/año (22,2%); los consumos municipales, con 303 hm³/año, que suponen el 8% del agua controlada; y otros consumos, que se elevan a 155 hm³/año. La distribución regional del consumo ofrece bastantes contrastes, de forma que Andalucía (667 hm³/año), Cataluña (657 hm³/año), Madrid (482 hm³/año) y Comunidad Valenciana (368 hm³/año) suman 2.174 hm³/año, que supone el 57,5% del gasto de agua potable controlada en España. Según las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística, la regiones que ofrecen las mayores pérdidas de agua potable serían Aragón (35%), Ceuta y Melilla (33%), Comunidad Valenciana (29,9%), País Vasco (29%), Asturias (23%) y Baleares (23%). En el lado opuesto, las regiones que ofrecen unas pérdidas mucho menores serían La Rioja (11%), Galicia (13%), Madrid (13,6%) y Navarra (14%) (esto vendría a explicar la importancia que tiene conocer y valorar la Huella Hídrica que

presentan estas regiones). Ahora bien, llegados a este punto debemos de ser conscientes de que el análisis por Comunidades Autónomas enmascara cuestiones relacionadas con una realidad, cuando menos compleja (Sotelo, J.A. et alia, 2010).

Desde una perspectiva provincial, Barcelona y Madrid, por un lado, Valencia por otro y Vizcaya, Asturias, La Coruña, Alicante, Murcia, Sevilla, Cádiz y Málaga, son las provincias con una mayor Huella Hídrica de nuestro país, quedando todas ellas por encima de los 2.500 hm³. El resto de las provincias españolas no superan este umbral, e incluso no son pocas las que quedan por debajo de los 1000 hm³ (Lugo, Orense, Huesca, Teruel, Lérida, Álava y doce provincias más). Una posible explicación la encontramos en el hecho de que a principios de los años noventa del pasado siglo, el agua no registrada oscilaba del 34% de las grandes áreas metropolitanas y el 24% de las poblaciones inferiores a 20.000 habitantes. En la encuesta de 2000, el porcentaje de agua no controlada había descendido al 24,81%, con valores del 19,72% en las áreas metropolitanas y del 29,52% de las poblaciones con población comprendida entre 20.000 y 50.000 habitantes. Entre las causas que explican la existencia de un alto volumen de agua no registrada, se encontrarían las propias pérdidas en la red (45%), los errores en la medición y el subcontaje (18%), situaciones de fraude (4%), y otros factores desconocidos (23%). Y es que los problemas del agua constituyen una compleja realidad poliédrica en la que entremezclan escalas y situaciones, intereses y valores, derechos y apetencias. Cualquier intento de solución debe partir de un análisis objetivo, holístico y ponderado, de los elementos que conforman esa realidad. En cierto modo podemos decir que lo que ocurre con el agua es, simplemente, la versión hidrológica de una realidad superior, que no es otra que el modelo de sociedad que hemos creado, que — a su vez —, ha dado lugar a un tipo de ser humano especial, depredador, atrapado en una dinámica que le obliga a consumir toda su energía, su capacidad de imaginación y su libertad en una dirección negativa, insolidaria y destructora.

Los datos recogidos en la tabla 1 reflejan la problemática inherente en los momentos actuales, a las aguas azules, verdes y grises de las Demarcaciones Hidrográficas españolas, totalizando para el año 2015 la Huella Hídrica “estándar” los 106.059,5 hm³, con una huella Hídri-

Cuadro 1. Indicadores de la Huella Hídrica (HH) de España y las Demarcaciones Hidrográficas (2015).

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm3)	HH Estándar (m3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm3)	HH Adaptada (m3/hab/año)
Júcar	10.847,2	2277	5.375,9	1.128,5
Islas Baleares	2.259,8	2.298,6	727,1	739,6
Lazarote	259,6	2.109,6	30,1	244,7
Ebro	7.199,3	2.370,3	1.1535	3.797,8
Tajo	18.191,1	2.541,2	7.033	982,5
Tenerife	1.769,7	2.109,6	265,7	316,8
Gran Canaria	1.692,4	2.109,6	233,5	291
Miño-Sil	1.968,4	2.334,3	2.478,6	2.912,7
Galicia Costa	4694	2.339,8	2.943	1.467
Guadalquivir	10.099,3	2.391,4	10.500,4	2.486,4
Cantábrico	5.215,8	2.349	3.282,4	1.478,3
Duro	5.084	2.308,4	9.745	4.424,8
Fuerteventura	182,8	2.109,6	43,5	501,9
Cuencas Inter. País Vasco	3.394,3	2.588,5	546,4	416,7
Isla del Hierro	22,1	2.109,6	9,3	885,7
Cuencas Internas de Cataluña	16.579,6	2.579,1	3.245,3	504,8
Segura	4.367,4	2.439,3	2.586,8	1.444,8
Guadiana	3.382,2	2.373,5	8.166,7	5.730,9
Guadalete y Barbate	1.988,2	2.391,6	1.188,7	1.429,9
Isla de la Gomera	45,9	2.109,6	11,4	523,3
Isla de la Palma	179,8	2.109,6	68,2	800,4
Cuenca Mediterránea Andaluza	5.779,1	2.391,6	2.218,5	918,1
Tinto, Odiel y Piedras	839,7	2.391,6	459,2	1307,9
ESPAÑA	10.059,5	2.412,2	72.693,4	1.653,3

Fuente: “Estimación de la “Huella Hídrica” por Organismos de Cuenca”.

NOTA: La muestra contabiliza el Agua azul y el Agua verde.

ca “estándar” por habitante y año de 2.412 m³. Esto se traduce en una Huella Hídrica “adaptada” de 72.693,4 hm³, y en una Huella Hídrica “adaptada” por habitante y año de 1.653,3 m³. Grosso modo, es consecuencia de los 1.621 ríos catalogados y unos 2.500 humedales, junto con los acuíferos —considerando tanto los grandes acuíferos como los de carácter local—, que ocupan las tres cuartas partes del país. Unas y otras masas de agua se alimentan recogiendo, aproximadamente, el treinta por ciento de las precipitaciones registradas. Cobran de esta manera relativa importancia los “Programas de control de aguas superficiales” y “los Programas de control de agua subterránea” derivados de

la “Directiva Marco Europea del Agua”. Detengámonos en el análisis de la Huella Hídrica de las Demarcaciones, de forma concreta las cuencas intercomunitarias situadas en el territorio de nuestro país (Guadalquivir, Segura y Júcar).

La Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, así como las cuencas hidrográficas que vierten al Océano Atlántico desde el límite entre los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta la desembocadura del Guadalquivir, junto con sus aguas de transición (Cabrera, E.). La cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, con una extensión de 57.527 km², está configurada y delimitada por los bordes escarpados de la Meseta al norte (Sierra Morena), las cordilleras Béticas, emplazadas al Sur con desarrollo SO-NE y el Océano Atlántico, la demarcación se extiende por doce provincias pertenecientes a cuatro Comunidades Autónomas, de las que Andalucía representa más del 90% de la superficie de la demarcación.

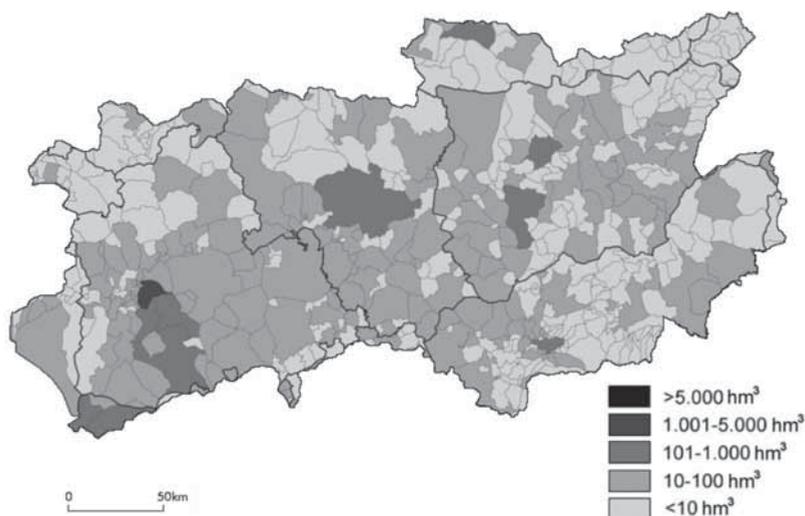


Figura 1. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996).

Fuente: Elaboración propia.

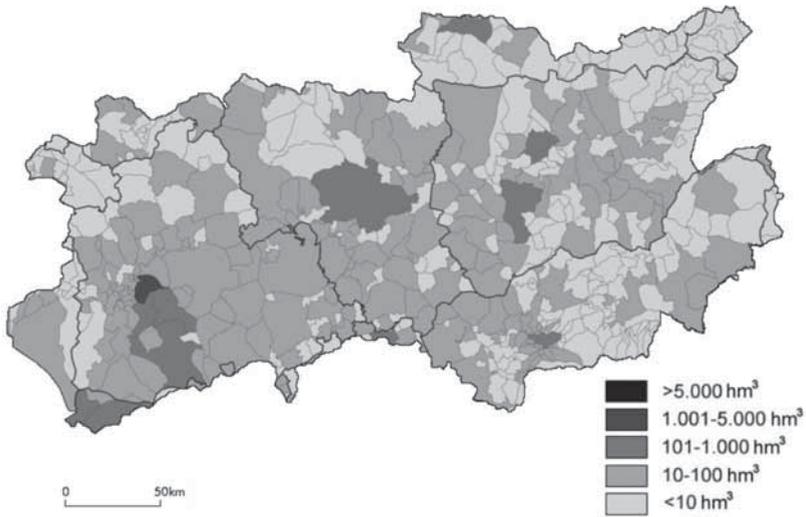


Figura 2. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2015).

Fuente: Elaboración propia.

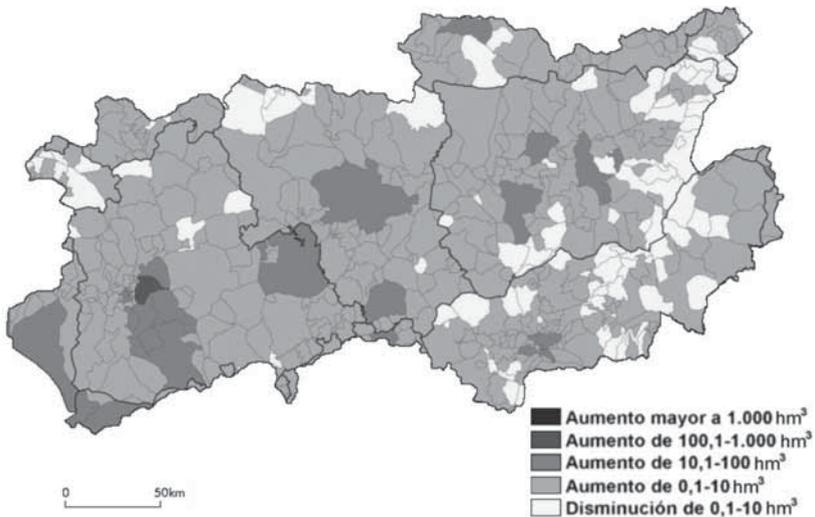


Figura 3. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996-2015).

Fuente: Elaboración propia.

En volumen, la precipitación total media supone 33.000 hm³, cifra que equivale a una línea isoyeta ideal de 573 mm, oscilando entre 260 y 980 mm. Los valores máximos se localizan en las zonas montañosas, especialmente en la Sierra de Cazorla (subzona Guadalquivir hasta embalse del Tranco), mientras que las mínimas lo hacen en la subcuenca del Guadiana Menor (sin embargo es esta la cuenca que recoge mayor cantidad de lluvia debido a su extensión (Cuenca Hidrográfica Guadalquivir, 2010).

La Huella Hídrica de esta demarcación se recoge en el cuadro adjunto:

RESULTADOS	HH Estándar Total (Hm ³)	HH Estándar Total (m ³ /hab./año)	HH Adaptada Total (Hm ³)	HH Adaptada Total (m ³ /hab./año)
Guadalquivir	10.099,3	2.391,4	10500,4	2.486,4

La Huella Hídrica en relación con el uso doméstico, la población permanente que se abastece con recursos de la cuenca del Guadalquivir es de 4.136.681 habitantes, distribuidos en 429 municipios, siendo especialmente importantes demográficamente las provincias de Sevilla, Córdoba, Granada y Jaén. Si nos referimos a sistemas de explotación, el de Sevilla es el más poblado, debido fundamentalmente a que contiene el área metropolitana de Sevilla, la población estacional tiene escasa representación en la cuenca (6%). La presión por viviendas secundarias es mucho menor que en otras cuencas y la presión por viviendas secundarias se refleja en el uso turístico del agua; el consumo actual total de agua para abastecimiento de poblaciones se estima en 436 hm³ anuales, con una dotación de agua suministrada promedio en el ámbito de 289 litros diarios por habitante permanente, y 272 litros por habitante equivalente. Igualmente, señalar que el consumo medio anual de los regadíos en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir asciende a 3.324 hm³/año y supone alrededor del 87% del uso total actual del agua en la Demarcación. Por su parte, la demanda total consuntiva de la cuenca del Guadalquivir en la actualidad es de 3.833 hm³/año, siendo el principal consumidor el uso agrario, con 3.329 hm³/año, lo que representa casi un 87% de la demanda total. La demanda urbana supone 436 hm³/año representando un 11% del total.

Cuadro 2. Los principales usos del agua por origen (hm³/año).

Abastecimiento	Regulado	326,58	436,41
	No regulado	53,80	
	Subterránea	56,03	
Agrario	Regulado	2.131,47	3.329,49
	No regulado	347,86	
	Subterráneo	833,55	
	Reutilización	16,62	
Industrial	Regulado	24,72	35,78
	Subterráneo	11,06	
Energía	Superficial	30,92	30,92
Total			3.832,69

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2015).

Los niveles medios de las tarifas para los servicios urbanos de agua se sitúan en 1,23 €/m³ con una media de 1,21 €/m³ para el uso doméstico y una media de 1,40 €/m³ para el uso industrial. Sin embargo hay que mencionar que este precio es una media ponderada de los municipios de la Demarcación Hidrográfica de Guadalquivir donde el peso de los grandes municipios (como Emasesa-Sevilla, Emacsa-Córdoba) con precios más altos que la media oculta la heterogeneidad existente en las tarifas donde los núcleos de población pequeños tienen precios muy inferiores; los ingresos que finalmente se estiman de las distintas entidades netos de cánones y tarifas en alta son de 446 millones de euros/año para la demarcación, de los cuales 301,28 millones de euros son ingresos recibidos por los servicios de abastecimiento urbano (67,51%) y el resto, 145,02 millones de euros (32,49%) corresponden a ingresos percibidos por los servicios de saneamiento; por su parte, los ingresos totales por los servicios del agua en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir ascienden a 556,6 millones de Euros, correspondiendo la mayor parte de los ingresos a los servicios de agua urbana.

Igualmente, señalar que de los análisis realizados se desprende que el coste total de los servicios de agua susceptibles de recuperación de costes en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir asciende a 649,9 millones de Euros. Frente a estos costes, los organismos que prestan los servicios han obtenido unos ingresos por tarifas del orden de 553,9 millones de Euros, por

lo que el índice de recuperación global se sitúa en 85,22%. El análisis por usos revela que los índices de recuperación se sitúan en un 86,72% en el uso doméstico, 77,91% en la agricultura y 86,82% en la industria.

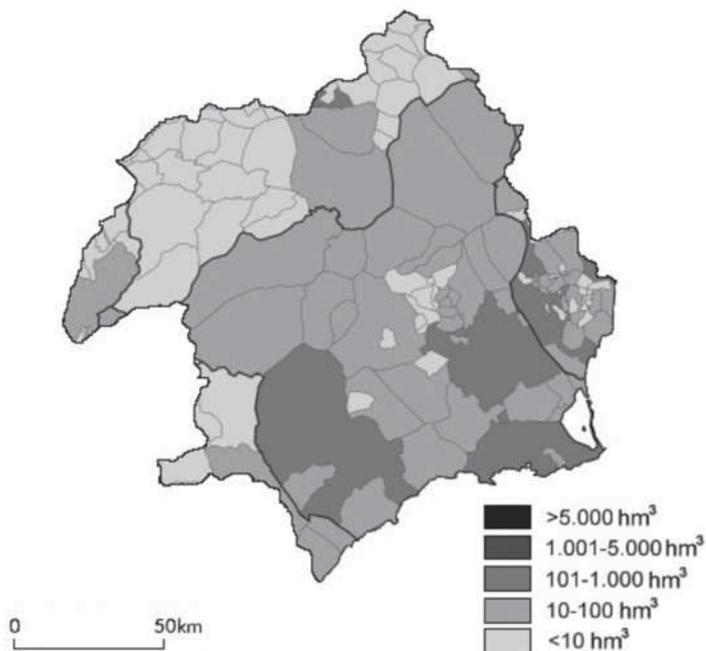


Figura 4. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996).

Fuente: Elaboración propia.

En lo que a la Demarcación Hidrográfica del Segura se refiere, decir que comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición; además la subcuenca hidrográfica de la Rambla de Canales y las cuencas endorreicas de Yecla y Corral Rubio (...) se encuentra en la parte sureste del territorio español con una superficie aproximada de 18.870 km², y que afecta a cuatro comunidades autónomas: en su totalidad a la de Murcia y parcialmente a las comunidades de Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (provincia de Albacete) y Valencia (provincia de Alicante), La superficie total de la cuenca es aproximadamente un 3,7% del territorio español (Cuenca Hidrográfica Segura, 2008).

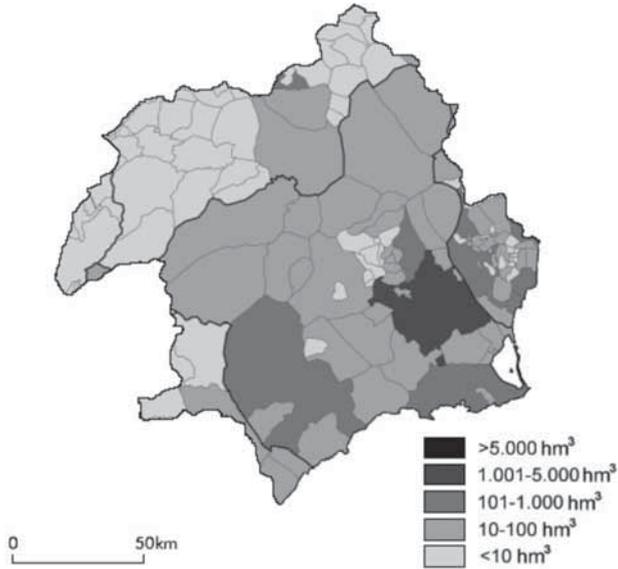


Figura 5. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Segura (2015).

Fuente: Elaboración propia.

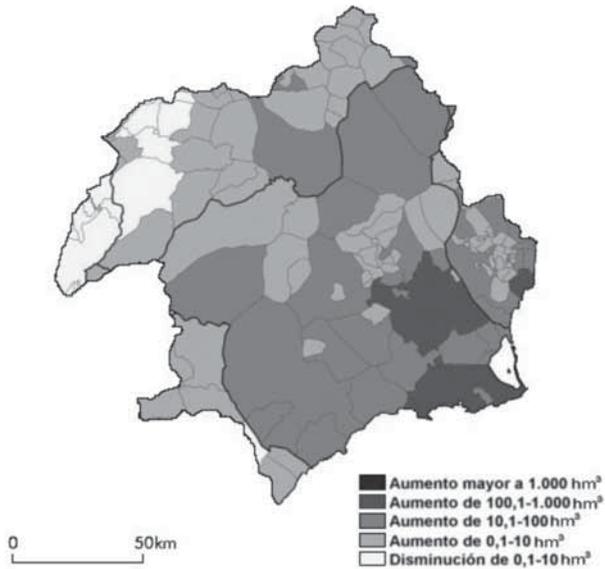


Figura 6. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996-2015).

Fuente: Elaboración propia.

La Huella Hídrica de esta demarcación se recoge en el cuadro adjunto:

RESULTADOS	HH Estándar Total (Hm ³)	HH Estándar Total (m ³ /hab./año)	HH Adaptada Total (Hm ³)	HH Adaptada Total (m ³ /hab./año)
Segura	4.367,4	2.439,3	2.586,8	1.444,8

La precipitación media anual en la demarcación es de unos 400 mm, caracterizada por un régimen de precipitaciones con grandes desequilibrios espaciotemporales y un claro contraste entre las zonas de cabecera: Mundo y Segura hasta su confluencia, y las partes medias y bajas de la cuenca: Vegas y zonas costeras. La Demarcación del Segura presenta un clima suave y templado, con una evapotranspiración potencial media del orden de 700 mm y una escorrentía media total del orden del 15% de la precipitación media total, siendo la más baja de la península.

La población permanente de la Demarcación asciende a cerca de 1.850.000 habitantes (año 2006), siendo la densidad de la cuenca de 97,6 hab/km², por encima de la media nacional (88 hab/km²), presentando una marcada estacionalidad. El número de municipios cuyo término municipal pertenece total o parcialmente a la Demarcación del Segura es de 132. No obstante, el número de municipios cuyo núcleo de población se encuentra físicamente en la demarcación es de 105, de ellos el 56% son municipios de menos de 10.000 habitantes, y el 27% tienen menos de 2.000 habitantes.

Por otra parte señalar que la demanda bruta para uso urbano se estima en 217 hm³, el sector turístico representa aproximadamente el 25% de la demanda de abastecimiento urbano. Los campos de golf han experimentado un importante crecimiento durante los últimos años en la demarcación, la demanda de usos recreativos para campos de golf se considera una demanda asociada a la demanda urbana y de segundo uso, ya que las concesiones que están siendo tramitadas y la inmensa mayoría de las concedidas contemplan el riego de los campos de golf mediante la reutilización de aguas residuales urbanas depuradas. La demanda bruta para uso agrícola del ámbito de planificación de la Demarcación del Segura asciende a unos 1662 hm³ representando el 85% del total de la demanda de recursos hídricos. En cuanto a la distribución mensual, hay un fuerte carácter estacional de la demanda, con máximos en verano (junio-agosto), y mínimos en otoño e invierno (octubre-enero). El sector

industrial no supone una demanda significativa respecto a los otros sectores y actividades, aproximadamente 58 hm³/año”.

El déficit final medio interanual de la Demarcación Hidrográfica del Segura puede estimarse entre 313 hm³/año y 371 hm³/año, de los cuales entre 200 y 245 hm³/año se dan en el sistema de explotación del río Segura, 88 hm³/año se derivan de la sobreexplotación de recursos subterráneos del sureste de Albacete y 25 hm³/año se derivan de la necesidad de implantar caudales ecológicos en los afluentes de la margen derecha y reducir las afecciones de las extracciones de recursos a los manantiales de la zona. El 55% del coste total de los servicios de agua en la Demarcación corresponde a los servicios de agua urbanos (distribución urbana y saneamiento), mientras que la distribución del agua para riego supone un 45% del total. El suministro de agua “en alta” (extracción de aguas subterráneas, captación de aguas superficiales y transporte) supone aproximadamente un 40% del total. Respecto a la recuperación de los costes en baja de los usos urbanos del agua, es del 87,88% (el 67,7% correspondiente al servicio de distribución urbana de agua y el 32,3% restante a los servicios de saneamiento). La recuperación de costes del suministro en baja, llevado a cabo por las comunidades de regantes, la recuperación de costes se sitúa en el 91,96%.

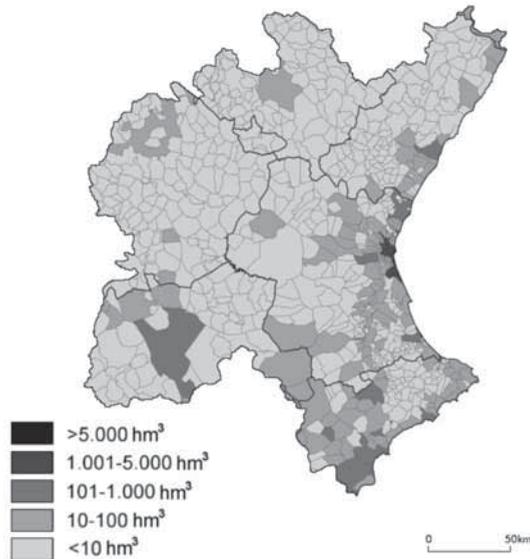


Figura 7. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (1996).

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, destacar que la sobreexplotación de las masas de agua subterránea de la Demarcación es uno de los principales problemas medioambientales existentes —que se refleja de forma notable en la Huella Hídrica—, ya que ocasiona la disminución de los caudales circulantes por las masas de agua superficiales bien por la desecación de manantiales o por la conexión río-acuífero en determinadas masas de agua. La desecación de manantiales y la reducción de los caudales circulantes en los ríos de la Demarcación afectan al cumplimiento de los objetivos medioambientales de las masas de agua superficiales y a la conservación de ecosistemas terrestres (humedales) asociados a las masas de agua subterránea. A estos problemas ambientales se une la insostenibilidad en el tiempo de las extracciones subterráneas por encima de los recursos renovables de los acuíferos, por el descenso de las reservas acumuladas en los mismos. El problema de la sobreexplotación generalizada de los acuíferos empieza en la década de los años 60 en algunos acuíferos de la Demarcación, generalizándose en los años 70 y 80 y manteniéndose la sobreexplotación en la actualidad. Esta sobreexplotación tiene como origen el desarrollo del regadío (más del 95% del agua extraída de los acuíferos se utiliza para regadío) en diversas zonas de la cuenca y el desarrollo tecnológico que permitió la aplicación de bombas con capacidad de bombeo a mayores profundidades”.

La Demarcación Hidrográfica del Júcar, por su parte, comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura y la desembocadura del río Cenia, incluida su cuenca, junto con sus aguas de transición. Quedan excluidas las cuencas intracomunitarias de la Comunidad Valenciana pendientes de definir, así como las aguas de transición a ellas asociadas. La demarcación se extiende parcialmente por el territorio de cuatro comunidades autónomas: Comunidad Valenciana 49,6%, Castilla-La Mancha 36,6%, Aragón 13,6% y Cataluña 0,6%; con superficie total de 49.486 km² (Cuenca Hidrográfica Júcar, 2009).

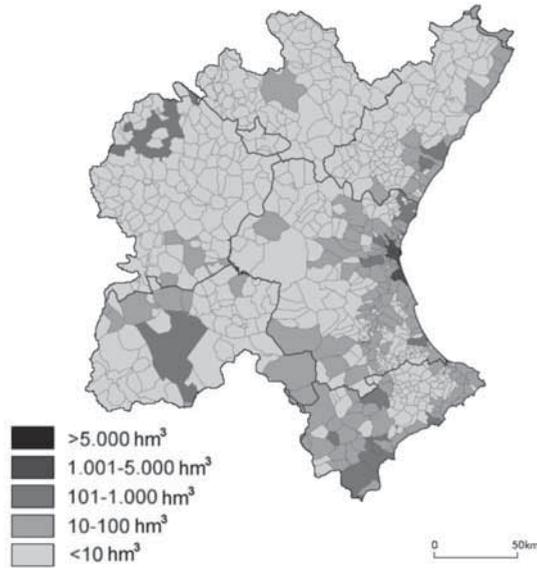


Figura 8. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2015).

Fuente: Elaboración propia.

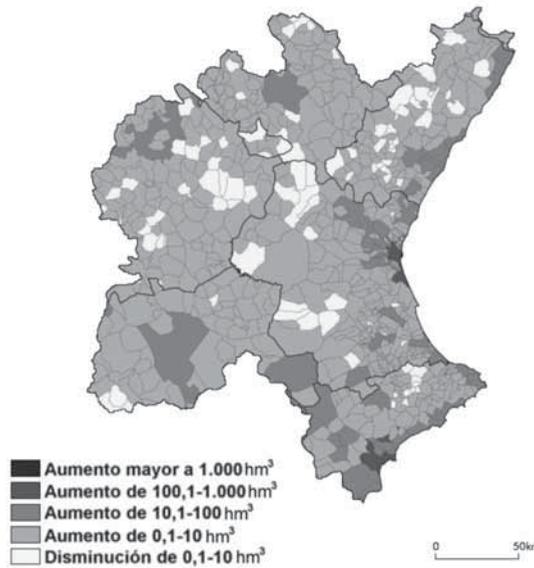


Figura 9. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (1996-2015).

Fuente: Elaboración propia.

En la Demarcación Hidrográfica del Júcar el tipo de clima existente es el mediterráneo, con veranos cálidos y secos y con inviernos suaves. La excepción a este patrón climático es la llamada “gota fría”, fenómeno que tiene una mayor probabilidad de ocurrencia durante los meses de octubre y noviembre. Este fenómeno provoca precipitaciones repentinas y bruscas, pudiendo ser causantes de inundaciones devastadoras. La precipitación media anual para toda la cuenca está en torno a los 500 mm, aunque con importantes diferencias espaciales y concentración temporal de las precipitaciones. En las regiones más meridionales la lluvia media anual se sitúa en valores inferiores a 300 mm, mientras que en otras zonas alcanza valores superiores a 750 mm, esta variación es debido a que la Demarcación Hidrográfica del Júcar se encuentra entre dos zonas climáticas muy diferentes: la Europea y la Norte-Africana. La densidad de población de la cuenca de 115 hab/km², muy por encima de la media nacional (89 hab/km²). El número de municipios en la demarcación es de 789, de los cuales 751 tienen su núcleo urbano ubicado dentro del ámbito de la Demarcación. De ellos, el 88% son municipios de menos de 10.000 habitantes, y el 68% tienen menos de 2.000 habitantes.

La Huella Hídrica de esta demarcación se recoge en el cuadro adjunto:

RESULTADOS	HH Estándar Total (Hm ³)	HH Estándar Total (m ³ /hab./año)	HH Adaptada Total (Hm ³)	HH Adaptada Total (m ³ /hab./año)
Júcar	10.847,2	2277	5.375,9	1.128,5

Por otra parte, señalar que en la serie 1940/41-2005/06 la aportación total (escorrentía superficial y subterránea) de la red fluvial en la Demarcación Hidrográfica del Júcar se ha estimado en 3.510 hm³/año, a la que hay que sumar las salidas subterráneas al mar, que se estiman en 423 hm³/año. Así mismo, en la serie reciente 1980/81-2005/06, la aportación total en al red fluvial es del orden de 3.287 hm³/año, a la que hay que añadir los 424 hm³/año de salidas subterráneas al mar. En la serie reciente (periodo 1980/81-2005/06), los resultados obtenidos muestran que la aportación total sufre una reducción del orden del 7%”.

“Usos y Demandas: la demanda urbana en la Demarcación Hidrográfica del Júcar es de 552 hm³ anuales, constituyendo un porcentaje aproximado del 17% del total de la demanda de la demarcación, desta-

cándose como segundo uso en importancia volumétrica. En cuanto a su origen, de los 552 hm³ abastecidos, aproximadamente 324 hm³ son de origen subterráneo y 175 hm³ superficial (de los cuales 114 hm³ proceden de embalses). Alrededor de 3 hm³ proceden de desalación, mientras que unos 50 hm³ constituyen transferencias de la Mancomunidad de Canales del Taibilla.

La demanda bruta actual para uso agrario asciende a unos 2.540 hm³, correspondiendo al uso agrícola el 99% de la demanda y el 1% restante al uso ganadero. Entre ambas representan aproximadamente un 80% del total de la demanda. La demanda total actual para uso industrial, incluyendo el volumen conectado a la red asciende a 215 hm³/año. Según la procedencia del agua demandada se puede distinguir entre la demanda industrial conectada a las redes de abastecimiento, que supone un 38% de la demanda total y la demanda procedente de recursos propios (el 62% restante), principalmente de origen subterráneo (50%), seguido de las aguas superficiales (11%), y la demanda de reutilización, que supone tan sólo el 1% de la demanda industrial total. El volumen total no contabilizado en el uso urbano es de 132 hm³, lo que supone un 4% de la demanda total. En síntesis, la demanda total de agua en la Demarcación se estima en 3.317 hm³ anuales, de los que el sector agrícola emplea el 78%. Únicamente un 17% de la demanda se emplea para satisfacer los usos urbanos (incluido el uso industrial conectado a red). El sistema de explotación con mayor demanda es el Júcar, que acapara más de la mitad de la demanda total de la demarcación. Le siguen Turia y Mijares, todos ellos intercomunitarios. Los sistemas intracomunitarios constituyen menos del 10% de la demanda total”.

Costes y recuperación de los costes de los servicios urbanos: el coste total de los servicios (captación, distribución, alcantarillado y depuración) es de 498 millones de euros; en conjunto el coste total del m³ es de 1,39 € (que se desglosan en 0,06 €/m³ en captación, 0,67 €/m³ en distribución, 0,34 €/m³ en saneamiento y 0,34 €/m³ en depuración) y el facturado a los usuarios es de 1,15 €/m³ (1€/m³ sin las tasas de alcantarillado), con un porcentaje de recuperación de costes del 82%.

Costes del agua para riego: en la Demarcación Hidrográfica del Júcar la gestión de aguas para riego se realiza mayoritariamente por entidades colectivas de riego en común que gestionan las infraestructuras de distribución en baja de su área regable y, en el caso de riegos con

aguas subterráneas (aproximadamente el 50% de la superficie), también la captación y transporte en alza de los costes totales estimados de los servicios de agua para riego fueron en 2001, 324,4 millones de euros incluyendo los costes de explotación y los costes de capital subvencionados y no subvencionados, tanto de los servicios de las entidades de riego como de los prestados por la Confederación Hidrográfica del Júcar el coste unitario medio de los servicios de agua para riego es 0,134 €/m³, incluyendo tanto el servicio de aprovisionamiento por parte del Organismo de cuenca, como el resto de servicios realizados por las entidades de riego, con un porcentaje de recuperación de costes del 90%.

Prácticamente, la mitad de la superficie de regadío con aguas superficiales está gestionada por Comunidades de Regantes tradicionales que tarifican por superficie lo que elimina cualquier estímulo al ahorro. En las entidades que riegan con aguas subterráneas o mixtas, predomina la tarificación binómica —una fija por superficie (derramas) en la que suelen imputarse los costos derivados de las inversiones, y otra variable en función de hora de agua servida con un determinado caudal teórico. Solamente en los últimos años, tras la importante transformación a riego por goteo se está implantado en algunas zonas, fundamentalmente en las áreas peor dotadas, los contadores individuales y la tarificación según el volumen realmente servido. Este proceso de transformación a riego por goteo con menores consumos se está generalizando en otras áreas mejor dotadas porque supone un cambio tecnológico favorecido por razones sociales (agricultura a tiempo parcial) y económicas (reducción de exigencia de mano de obra y otros insumos agrarios) antes que por el encarecimiento de los precios del agua.

IV. A MODO DE CONCLUSIONES:

En algunas otras investigaciones he señalado como, indicadores como el de la “Huella Hídrica”, deben ser valoradas en el ámbito de un espacio que podemos calificar de racional, lo que nos permite dar una respuesta rápida y adecuada a las demandas de los agentes, de modo que su conocimiento facilite que el encuentro entre las acciones pretendidas y el objeto disponible se realice con la máxima eficacia. De nuestro trabajo actual puede colegirse que el estudio de la Huella Hídrica a niveles geográfi-

cos inferiores y específicos permite conocer exactamente cuánta agua, y en qué condiciones, se utiliza de los sistemas de agua locales, y cuánta agua sería necesaria para contrarrestar las corrientes contaminadas. Más importante aún, podemos ver de donde procede el agua en el ciclo hidrológico, a la vez que se relacionan los productos comercializados con las zonas de producción. Igualmente señalar que nos encontramos, pues, ante la necesidad de crear y aplicar nuevos conceptos y enfoques en el tratamiento y solución de los problemas con los que debemos enfrentarnos; es aquí dónde nos encontramos con las denominadas “Huellas”, entre las que destaca la “ecológica” y más recientemente, “la hídrica”.

Es de notable importancia una adecuada transposición y aplicación en las políticas medioambientales de la Directiva Marco del Agua, más aún cuando España es el primer país que ha incluido el análisis de la “Huella Hídrica” en la formulación de políticas en el contexto de esta Directiva ya desde el año 2008, y en la actualidad. De hecho, encontramos la notable relación que en España tienen las sequías y la Huella Hídrica. A escala regional, las sequías ofrecen como denominador común la disminución de lluvias durante periodos de tiempo más o menos prolongados que, con ello, restringen la oferta natural de recursos de agua disponible. Por otro lado, sus efectos, grado de percepción y respuestas humanas son muy diferentes según la escala elegida.

La adaptación de España a la mencionada Directiva Marco del Agua, aprobada en el año 2000, entre otras cuestiones ha supuesto la aparición de conceptos como el de demarcación hidrográfica, entendiendo como tal la zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas. Según el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas. En el caso concreto de nuestro país, ese concepto no puede operar sobre el presupuesto de un hipotético vacío previo, sino, al contrario, sobre una estructura de cuencas hidrográficas, más que consolidada y ajustada en líneas generales a la estructura organizativa y de división competencial entre el Estado y las comunidades autónomas. Por eso, se ha optado por mantener, en la medida de lo posible, la actual estructura de cuencas hidrográficas mediante la correspondiente adición de las aguas de transición y las costeras según resulta también del contenido del artículo 16 bis del Texto Refundido de la Ley de Aguas.

V. BIBLIOGRAFÍA

ALDAYA, M. y LLAMAS, M. R. (2008). "Water Footprint analysis for the Guadiana Basin", *Papeles de Agua Verde*, 3, Fundación Marcelino Botín, Santander, ISBN: 978-84-96655-26-3, 112 págs. Esta publicación ha sido también incluida como la número 35 de la VALUE OF WATER RESEARCH SERIES UNESCO-IHE. <http://www.waterfootprint.org/?page=files/Publications>.

ALDAYA, M., LLAMAS, M. R., GARRIDO, A. y VARELA, C. (2008). "Importancia del conocimiento de la Huella Hidrológica para la Política Española del Agua", *Encuentros Multidisciplinares*, nº 29, Vol. X.

ALDAYA, y LLAMAS, M. R. (2008). "Problema Mundial del agua: gestión vs. escasez" publicado el 27 mayo 2008 en www.madrimasd.rg en la sección NOTIWEB, Análisis Madrid+d, pp.5.

ALLAN, J. A. (1998): "Watersheds and problemsheds: explaining the absence of armed conflict over water in the Middle East. MERIA – Middle East", *Review of International Affairs*, 2(1): 1-3.

ALLAN, J. A., (1993). *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible*, en Natural Resources Institute (ed.): *Priorities for water resources allocation and management*. Overseas Development Administration. London. pp. 13-26.

ALLAN, J. A., (1994): *Overall perspectives on countries and regions*, en Rogers, P. and Lydon, P. (eds.). *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. pp. 65-100.

CABRERA, E. (2008): "El suministro urbano de en España". Fundación Nueva Cultura del Agua". Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas. Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.

CHAPAGAIN, A.K. AND HOEKSTRA, A. Y. (2004): "Water footprints of nations, Value of Water" *Research Report Series*, 16, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report-16Vol1.pdf.

CHAPAGAIN, A. K., AND ORR, S. (2009): "An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes", *Journal of Environmental Management* 90: 1219-1228.

Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (2010): *Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (Memoria)*, MARM, Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir, Sevilla.

Cuenca Hidrográfica del Segura (2008): *Esquema provisional de temas importantes en materia de gestión de las aguas en la Demarcación Hidrográfica del Segura*, MARM, Cuenca Hidrográfica del Segura, Murcia.

Cuenca Hidrográfica del Júcar (2009): *Esquema provisional de temas importantes en materia de gestión de las aguas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar*, MARM, Cuenca Hidrográfica del, Valencia.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER MANAGEMENT IN AGRICULTURE (2007): *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan. London.

GIL OLCINA, A. y RICO AMORÓS, A. (2008): *Políticas del agua III. De la Ley de Aguas de 1985 al PHN*. Esamur, Región de Murcia y Pesar, Generalitat Valenciana, Murcia, 484 p.

HISPAGUA – Sistema Español de Información sobre el Agua. (2006). "Huella Hídrica" de las Naciones. Consultado en junio de 2010. Disponible en: http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/especial_huella_hidrica/introduccion.htm

- HOEKSTRA, A., ALDAYA, M., MEKONNEN, M. Y CHAPAGAIN, A. K. (2009): Water footprints manual. Network. Enschede, Netherlands.
- HOEKSTRA, A. Y. AND CHAPAGAIN, A. K. (2007): “Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern”, *Water Resources Management*. 21(1): 35-48.
- HOEKSTRA, A. Y. AND HUNG, P. Q. (2002). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No. 11. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- HUGHES, D. (2009). State of the resource. En UNESCO, Water in a Changing World. The United Nations World Water Development Report 3. London, United Kingdom
- LLAMAS, M. R. (2005). “Los Colores del Agua, el Agua Virtual y los Conflictos Hídricos”. Discurso Inaugural del año académico 2005-2006, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España), Vol. 99, Nº 2, pp. 369-389.
- MARGAT, J. (2008). Preparatory Documents to the 5th World Water Forum 2009, 16-22 March, Istanbul. Internal Documents for Blue Plan/MAP/UNEP.
- NOVO NÚÑEZ, P. (2008). Análisis del ‘comercio’ de agua virtual en España: Aplicación al caso de los cereales. Trabajo Final de Carrera en la E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Madrid, España.
- OLCINA CANTOS, J. (2002). “Nuevos retos en depuración y desalación de aguas en España”, *Investigaciones Geográficas*, 27. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante, pp. 5-34.
- OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. (1999). “Recursos de agua “no convencionales” en España. Depuración y desalación”, en *Los usos del agua en España* (Gil Olcina, A. y Morales Gil, A., eds.), Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 203-252.
- RICO AMORÓS, A. M. (2004). “Sequías y abastecimientos de agua potable en España”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Nº 37. Murcia, pp. 137-181.
- SIEBERT, S., DÖLL, P. (2010): “Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation”. *Journal of Hydrology*, 384: 198–217.
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A. (2001): *Estudiar la Región*. Infodal, pp.285.
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A. (2001): *Environmental Europe*. Oxford University Press, pp. 195
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A. (2006). Bases territoriales de la planificación integral. El estudio de caso: La Cuenca del Tajo. Madrid. Revista de Arte, Geografía e Historia, nº 8. pp. 359-396.
- SOTELO, J. A. (2007): “Intersecciones entre los modelos territoriales y los modelos de desarrollo, en el ámbito del Medio Ambiente”, *Observatorio medioambiental*, Nº 10, pp. 79-119
- SOTELO, J. A. (2009): “Las lógicas ilógicas del agua”, *Tribuna Complutense*. pp.4.
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A., OLCINA CANTOS, J., GARCÍA QUIROGA, F. y SOTELO PÉREZ, M. (2012). “Huella Hídrica de España y su diversidad territorial”, *Estudios Geográficos*, volumen 73, pp. 239-272
- UNESCO. (2009). Water in a Changing World. The United Nations World Water Development Report 3. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). London, United Kingdom.
- VELÁSQUEZ, E. (2009). Agua virtual, “Huella Hídrica” y el binomio agua-energía: repensando los conceptos. Boletín Especial ECODES: Agua: Hitos y Retos 2009. Marzo de 2009.

WATER FOOTPRINT NETWORK. (2010): Water Footprint – Glossary. Consultado en junio de 2010. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>

WWF (2008). Living planet report 2008, WWF International, Gland, Switzerland.

ZIMMER, D. AND RENAULT, D. (2003): “Virtual Water in food production and global trade: Review of Methodological issues and preliminary results”, Proceedings of the International Expert meeting on Virtual Water Trade, Value of Water-Research Rapport Series, no. 12, IHE-Delft. The Netherlands pp. 93-109.

RESUMEN

TRAS LAS “HUELLAS” DEL AGUA EN ESPAÑA

La presente investigación tiene como objeto mostrar que existe, desde algunas perspectivas territoriales, una relación directa entre ese elemento principal del medio natural y del medio antrópico que es el agua, y el propio medio ambiente. De aquí que su estudio necesite de la puesta en práctica de nuevos indicadores. De hecho, su desarrollo teórico, y su puesta en práctica es de notable importancia ya que países como España son especialmente sensibles a la gestión del agua, por las especiales características climatológicas y el déficit existente de este recurso en gran parte de su territorio. En nuestro país, la agricultura de regadío es la principal consumidora de agua, seguida de lejos por el sector industrial y energético, y, por el consumo doméstico. Estos usos del agua, aplicados con técnicas poco respetuosas para el medio ambiente, pueden causar importantes impactos ambientales. Desde esta perspectiva, es fundamental el análisis de la realidad de la demanda de agua en España, a partir del indicador “Huella Hídrica”; todo ello desde una perspectiva territorial a nivel municipal, provincial, regional y nacional, a través, fundamentalmente, de las Confederaciones Hidrográficas y los Organismos de Cuencas

Palabras clave: “Huella Hídrica”, desigualdades territoriales, Agua, Confederaciones Hidrográficas y Organismos de Cuenca.

ABSTRACT

AFTER THE “FOOTPRINTS” WATER IN SPAIN

This research aims to show that there is, from some territorial perspectives, a direct relationship between the main element of the natural environment and the anthropic medium is water, and the environment itself. Hence the need to study the implementation of new indicators. In fact, its theoretical development, and its implementation is of considerable importance as countries like Spain are especially sensitive to water management, by special climatic characteristics and the deficit of this resource in much of its territory. In our country, irrigated agriculture is the main consumer of water, followed distantly by the industrial and energy sector, and for domestic consumption. From this perspective, it is essential to analyze the reality of water demand in Spain, from the indicator “water footprint”; all from a territorial perspective to municipal, provincial, regional and national levels through mainly from the Water Boards and Basin Organizations

Key words: “Water footprint”, territorial inequalities, Water, Water Boards and Basin Organizations.