

Cuestiones de escala en el ámbito de la “Huella Hídrica”¹

María SOTELO PÉREZ

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM)
Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física (UCM)
Grupo de Investigación: “Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio”
maria.sotelo.perez@ucm.es

Recibido: 14 de mayo del 2015

Enviado a evaluar: 15 de mayo del 2015

Aceptado: 25 de noviembre del 2015

RESUMEN

La aplicación de la “Huella Hídrica” a la realidad española debe hacerse desde la consciencia de que hasta hace relativamente poco, el pensamiento científico dominante era el reduccionismo, cuyo enfoque considera que basta un conocimiento detallado de cada uno de los componentes de un sistema y de sus leyes fundamentales, para entenderlo globalmente. Y es que, el interés por este indicador surge de la importancia que cobran conceptos como “escasez” y “contaminación” del agua, como consecuencia directa e indirecta de la actividad humana sobre los sistemas hídricos, tanto en España como en los países de América Latina; con el fin de mejorar la gestión –desde la oferta y la demanda- de los recursos hídricos del planeta y reducir las desigualdades territoriales. De este modo, en el presente estudio se realiza una estimación de la “Huella Hídrica” de España y América Latina, así como de a la Red de Parques Nacionales Españoles, tanto a nivel económico como ambiental, describiendo los recursos hídricos utilizados, necesarios para satisfacer la demanda de bienes y servicios consumidos, en los prolegómenos del siglo XXI.

Palabras clave: Escala, “Huella Hídrica”, España, “desigualdades territoriales”, América Latina, Parques Nacionales.

¹ Investigadora contratada. Becaria FPU (Formación del Profesorado Universitario), Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. La presente investigación se enmarca en el Proyecto de Investigación MINECO (2014).CTM2013-41750-P. El punto de partida del presente trabajo se encuentra en la información publicada en el “VIII Congreso Internacional de Geografía de América Latina: Revisando paradigmas, creando alianzas”, y, en el “XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles”.

Issues of scale in the field of "Water Footprint"

ABSTRACT

The implementation of the "water footprint" to the Spanish reality must be done from the awareness that until relatively recently, the dominant scientific thinking was reductionism, whose approach to be adequate detailed each of the components of a system knowledge and their fundamental laws, to understand globally. And, the interest in this indicator stems from the importance that charge concepts as "scarcity" and "pollution" of the water, as a direct and indirect consequence of human activity on water systems, both in Spain and Latin America; in order to improve management-from the supply and demand of water resources of the planet and reduce regional inequalities. Thus, in the present study an estimate of the "water footprint" of Spain and Latin America, as well as Network Spanish National Parks, both economic and environmental level is made, describing the water resources used, necessary for meet the demand for goods and services consumed, on the eve of the XXI century.

Key words: Scale, "water footprint", Spain, "territorial differences", Latin America, National Parks.

Questions d'échelle dans le domaine de "Empreinte Eau"

RÉSUMÉ

La mise en œuvre de la "empreinte eau" à la réalité espagnole doit être fait à partir de la prise de conscience que, jusqu'à relativement récemment, la pensée scientifique dominante était le réductionnisme, dont l'approche adéquate pour être détaillée de chacun des composants d'un système et de la connaissance leurs lois fondamentales, à comprendre le monde. Et, l'intérêt de cet indicateur tient à l'importance que chargent concepts comme la «rareté» et «pollution» de l'eau, comme une conséquence directe et indirecte de l'activité humaine sur les systèmes d'eau, à la fois en Espagne et en latin Amérique; afin d'améliorer la gestion de la-offre et la demande des ressources en eau de la planète et réduire les inégalités régionales. Ainsi, dans la présente étude une estimation de la "empreinte eau" de l'Espagne et l'Amérique latine, ainsi que le réseau des parcs nationaux espagnol, tant au niveau économique et environnemental est faite, décrivant les ressources en eau utilisé, nécessaires pour répondre à la demande pour les biens et services consommés, à la veille du XXI e siècle.

Mots clés: Échelle, "empreinte eau", Espagne, "inégalités territoriales", Amérique latine, les parcs nationaux.

1. INTRODUCCIÓN

El mundo padece los efectos de la decadencia de un sistema económico que ha originado y potenciado una plaga de dimensiones incontables: la pobreza. La brecha entre ricos y pobres se acrecienta, y, a su vez, continúa agudizándose la degradación ambiental del planeta. Indudablemente, el actual modelo de crecimiento económico empieza a ser insostenible, aunque continúa siendo el eje estructural de muchos Estados, que no reconocen el derecho fundamental del acceso al agua por parte de

todos los seres humanos -cuestión esencial ya que el agua es un bien que se constituye en un derecho fundamental del hombre-.

Y es que, el agua no es ajena a una realidad marcada por una economía cada vez más mundializada, envuelta en la ola de la globalización, la cual ha favorecido y acentuado la dependencia económica, ecológica y social de los distintos países del mundo, con el fin de integrar sociedades, culturas, mercados y políticas, implantando estructuras económicas y políticas que inciden y repercuten –aunque no siempre de manera negativa-, en los niveles de explotación, producción y consumo de los recursos naturales, en general, y, de los recursos hídricos, en particular, mediante los cuales se han externalizado de manera progresiva los impactos sociales y ambientales.

Pues bien, este debe ser uno de los ejes principales, que fundamenten unos modelos de desarrollo distintos sobre los que se asienten nuevos esquemas económicos que permitan sustituir los actuales, orientados al crecimiento más que al desarrollo desde su triple dimensión económica, ecológica y social.

Para ello, nos aproximaremos al análisis e interpretación de la “Huella Hídrica” de España y su vinculación con la “Huella Hídrica” de los países de América Latina, puesto que el interés por este indicador surge de la importancia que cobran conceptos como “escasez” y “contaminación” del agua, como consecuencia directa e indirecta de la actividad humana sobre los sistemas hídricos, tanto en España como en los países de América Latina; con el fin de mejorar la gestión –desde la oferta y la demanda- de los recursos hídricos del planeta y reducir las desigualdades territoriales.

Por regla general los espacios naturales no tienen acceso al mercado, a ese mecanismo de asignación eficiente en condiciones muy determinadas, bien por su misma imposibilidad de existir, bien por su incorrecto funcionamiento al tratarse de bienes de libre acceso, no sometidos al principio de exclusión y no rivales en el consumo, en mayor o menor medida; la ausencia del mercado o su defectuoso funcionamiento es, precisamente, una de las causas de dicha sobreexplotación y uno de los factores que, simultáneamente, ha impedido la apreciación de su progresivo deterioro a lo largo del tiempo, reductor asimismo de su capacidad de generar servicios valiosos para la colectividad en su conjunto en el presente y en el futuro.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, resulta evidente que la investigación en la Huella Hídrica no sólo debe utilizarse de forma complementaria con los análisis económico-ambientales, sino que ambos deben integrarse en un sistema de evaluación global. De esta manera, la valoración monetaria de beneficios y daños será tanto más adecuada cuando se pueda partir de una buena base biofísica de estimación cuantificada y sistematizada del impacto ambiental, y, lógicamente, la estimación de las modificaciones ambientales será más consistente sí se incluyen objetivos de eficiencia económica y se posibilita la valoración monetaria. Nuevamente insistimos en que la valoración monetaria no es un fin. La finalidad última es integrar las decisiones económicas con las ambientales y sociales vertebrando de forma armónica los niveles decisorios, desde las políticas macroeconómicas y sectoriales hasta los programas y proyectos de desarrollo, por la vía de la sostenibilidad global.

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El objetivo principal del presente estudio es investigar, calcular y detallar la realidad de los recursos hídricos en España y, la relación de ésta con los países de América Latina, a partir del indicador denominado “Huella Hídrica”. De igual modo, se tiene por objeto conocer y describir la correspondiente “Huella” de los Parques Nacionales Españoles.

El análisis de la “Huella Hídrica” a niveles territoriales 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 (Chapagain y Orr, 2009). La base de este trabajo es la aplicación de la metodología desarrollada por el Catedrático de Análisis Geográfico Regional don José Antonio Sotelo Navalpotro y su Grupo de Investigación “Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio”, donde se han establecido los estándares de cálculo a escala nacional, autonómica, provincial y municipal.

En el presente trabajo se realizará una estimación de la “Huella Hídrica” española, tanto a nivel económico como medioambiental, analizando de manera detallada una proyección territorial sobre las repercusiones que ésta demanda de recursos hídrico tiene en los países de los Parques Nacionales Españoles, la “Huella Hídrica” de América Latina y la de España. Para ello, se empleará una metodología de estudio de la “Huella Hídrica” desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), actualizada en Hoekstra et alii. (2009), posteriormente en Hoekstra et alii. (2011) y, por último, por el profesor Sotelo Navalpotro, J.A. (2010, 2011, 2012) donde se han establecido los estándares de cálculo a nivel mundial y nacional, autonómico, provincial y municipal de España. Nuestra metodología ha sido adaptada a los datos disponibles para realizar un análisis más detallado y preciso, tanto en España como en América Latina y el Caribe, de los aspectos generales de la oferta y la demanda, para descender posteriormente al análisis de la realidad económica, desde una perspectiva subsectorial. De igual modo, se empleará un método de cálculo fundamentado en el estudio de la “Huella Hídrica” del “Agua Azul, Verde y Gris” de España y los países de América Latina. A su vez, se calculará y detallará la “Huella Hídrica” de los Espacios Naturales Protegidos, en general, y los Parques Nacionales españoles, en particular, para realizar un análisis más detallado y preciso de los aspectos generales de la demanda, para descender posteriormente al análisis de la realidad económica, desde una perspectiva subsectorial.

Entre las principales fuentes estadísticas para realizar los cálculos del estudio, se han empleado las bases de datos de los distintos Institutos Nacionales de Estadística y de los Ministerios de los distintos países, del Banco Mundial, los trabajos del profesor Sotelo, J.A. y del “Water Footprint Network”, principalmente. De igual modo, indicar que la demanda de “Huella Hídrica” de los consumidores, está relacionada con la “Huella Hídrica” de los productores en la cadena de producción. La “Huella Hídrica” total de un consumidor es la suma de su “Huella Hídrica” directa e indirecta; por lo que la “Huella Hídrica” de un consumidor (WF_{cons}) se define como el volumen total de agua dulce consumida y contaminada, necesaria para la producción de los bienes y

servicios consumidos por el consumidor. La “Huella Hídrica” de un grupo de consumidores es igual a la suma de la “Huella Hídrica” de los consumidores individuales. Se calcula sumando la “Huella Hídrica” directa de la persona y su “Huella Hídrica” indirecta:

$$WFcons = WFcons.dir - WFcons.indir$$

Donde:

- *WFcons.dir* es la “Huella Hídrica” directa, que se refiere al consumo y la contaminación del agua relacionada con su uso en el hogar o en el jardín.
- *WFcons.indir* es la “Huella Hídrica” indirecta, que se refiere al consumo y la contaminación del agua asociada con la producción de los bienes y servicios consumidos por el consumidor. Es decir, el agua que se utilizó para producir la comida, la ropa, el papel, la energía y los bienes industriales consumidos.

El uso indirecto del agua se calcula multiplicando todos los productos consumidos por sus respectivas huellas hídricas:

$$WFcons.indir = \sum p(C(p) * WF * prod(p))$$

Donde:

- *C(p)* es el consumo del producto *p* (unidades del producto / tiempo).
- *WFprod(p)* es la “Huella Hídrica” de ese producto (volumen de agua / unidad de producto).

El volumen total consumido de *p* generalmente procede de diferentes lugares *x*. La “Huella Hídrica” promedio de un producto consumido *p* es:

$$WF_{prod}^*(p) = \frac{\sum_x (C(x, p) * WF_{prod}^*(x, p))}{\sum_x C(x, p)}$$

Donde:

- *C(x,p)* es el consumo de productos *p* procedentes de *x* (unidades de producto/tiempo).
- *WFprod(x,p)* es la “Huella Hídrica” de los productos *p* procedentes de *x* (volumen de agua/unidad de producto).

La realidad de la Huella Hídrica de nuestro país, desde la realidad de la demanda, nos aproxima a la demanda de agua en los usos agrícolas, en los industriales y en los usos domésticos, el turismo y los servicios.

Usos agrarios

En el sector agrario se han realizado los distintos cálculos atendiendo a las diferentes usos de los recursos hídricos en la agricultura, ganadería y en la silvicultura. A saber:

El **Agua Directa del sector agrícola**, entendida esta como el volumen de agua utilizada para elaborar los productos agrícolas que se generan en cada país, considerando tanto los productos que se consumen tanto dentro como fuera de sus fronteras:

$$AD_{AGRICULTURA} = \sum_{i=1}^n (AD_{verde,i} * Prod_i) + (AD_{azul,i} * Prod_i)$$

Donde,

- AD_{verde} es el Agua Directa Verde del cultivo i (m^3/t)
- AD_{azul} es el Agua Directa Azul del cultivo i (m^3/t)
- $Prod_i$ Producción del cultivo i (m^3/t)

El **Agua Directa del sector ganadero** es el volumen de agua consumida por las existencias ganaderas, constituida exclusivamente por Agua azul:

$$AD_{GANADERÍA} = \sum_{i=1}^{n=6} (AD_{AZUL,i} * N^{\circ} C_i)$$

Donde,

- AD_{azul} es el Agua Directa Azul para el tipo de ganado i (m^3 cabeza)
- $N^{\circ} C_i$ es el número de cabezas para el tipo de ganado i

El **Agua Directa de la Silvicultura** es el volumen de agua empleado en abastecer las necesidades anuales de las distintas especies:

$$AD_{SILVICULTURA} = \min(NHF, PP_{ef})$$

Donde,

- NHF: necesidades hídricas de la especie (mm/mes), en este caso igual a la evapotranspiración de referencia (ET_o).
- PP_{ef}: precipitación efectiva (mm).

El **Agua Directa de la Pesca** es el volumen de agua consumida por las extracciones pesqueras, constituida exclusivamente por Agua azul.

$$AD_{PESCA} = \sum_{i=1}^{n=10} (AD_{AZUL,i} * Volumen.Extr_i)$$

Donde,

- AD_{azul} es el Agua Directa Azul
- Volumen. Extr: Volumen de extracciones

Atendiendo a la demanda de “Huella Hídrica” agraria, donde el agua es uno de los principales recursos de producción (por el consumo directo e indirecto de los animales o plantas), se ha empleado una función lineal de demanda total:

$$x_{ii} = \alpha + \rho x_{it} + \beta p_{it} + \gamma s_t + \zeta r_i + \mu_i + e_{it}$$

Donde:

- xii: Consumo total realizado.
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$: Son parámetros
- xit: Consumo realizado en el periodo anterior
- pit: precios del agua con un solo periodo de retardo.
- ri: características concretas de la ganadería, agricultura, pesca o silvicultura.
- st: Cambio temporal basado en variaciones en el clima.
- eit: Margen de error.

Usos industriales

Atendiendo a los datos disponibles, la formulación matemática utilizada es:

$$AD_{INDUSTRIAL.CC.AA,i} = \frac{AD_{INDUSTRIA.ESPAÑOLA,i} * VAB_{CC.AA,i}}{VAB_{España,i}}$$

Donde, (i) representa cada sector.

Mientras que, respecto al propio proceso de producción, la fórmula empleada es:

$$x_{ii} = \alpha + \rho x_{it-4} + \beta p_{it-1} + \gamma s_t + \zeta r_i + \mu_i + e_{it}$$

Donde:

- xii: Consumo total realizado.
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \mu$: Son parámetros
- xit-4: Consumo realizado en el periodo anterior
- pit-1: precios del agua con un solo periodo de retardo.
- ri: características concretas de cada tipo de industria vs. comercio.
- st: Cambio temporal basado en variaciones en el clima.
- eit: Margen de error.

Usos domésticos, turismo y servicios

Se ha empleado la función lineal:

$$x_{it} = \alpha + \rho x_{it-1} + \beta p_{it-2} + \gamma s_t + \delta f_i + \mu_i + e_{it}$$

Donde,

x_{it}: expresa el consumo que realiza en el período *t* el individuo *i*-ésimo.

p: Precio

s_t: incluye variables que presentan cambio temporal

f_i representa las características individuales de las que se dispone información.

i: término de error que representa la heterogeneidad individual no observable.

e_{it}: término de error que muestra el resto de perturbaciones aleatorias.

Mientras que en el consumo humano de Agua Directa, se ha empleado los datos censales de los distintos Institutos Nacionales de Estadística de los países llevados a estudio, y los coeficientes de consumo medio por habitante y día:

$$AD_{CONSUMO.HUMANO.AÑO} = \frac{Cc_{Habitante} * N^{\circ} Habitan tes * 365}{1000}$$

Donde,

- *C_{Habitante}* es el coeficiente de consumo de agua (l/hab/día)
- *N^o Habitantes* es el número de habitantes
- *365* son el número de días totales de un año no bisiesto

Por último, señalar que en el cálculo de la “Huella Hídrica” de un proceso, Hoekstra et al. (2009) incluyen el cálculo de la “Huella Hídrica del “agua azul” –agua superficiales y subterráneas-, el “agua verde” –agua procedente de las precipitaciones que no se pierde por la escorrentía- y el “agua gris” –agua contaminada, tras su uso en el proceso productivo, se ha empleado la siguiente formulación;

WF Azul= Evaporación del “Agua Azul” (BWE) + “Agua Azul” incorporada en un proceso productivo (BWI) + Flujo de retorno perdido (LRF).

WF Verde= Evaporación del “Agua Verde” (GWE) + “Agua Verde” incorporada en un proceso productivo (GWI).

$$WF Gris = \frac{Concentración_del_Contaminante(L)}{Contentación_máxima_aceptable(C_{max}) - Concentración_natural(C_{nat})}$$

3. TRAS LA HUELLA HÍDRICA A GRAN ESCALA: DE ESPAÑA A AMÉRICA LATINA

Teniendo en cuenta que la escasez de agua se ha considerado como un problema hidrológico o a lo sumo económico; el 70 por ciento de la superficie del planeta está cubierta por agua, de ella tan sólo el 2,5 por ciento es dulce, mientras que el restante 97,5 por ciento es agua salada. Más del 70 por ciento del agua dulce está congelada en los glaciares, y la mayor parte del resto se presenta como humedad en el suelo, o en profundas capas acuíferas subterráneas de difícil accesibilidad. Así pues, menos del 1 por ciento de los recursos de agua dulce del planeta están disponibles para el consumo; de éste, el 17 por ciento se usará para cultivar alimentos destinados a las crecientes poblaciones de los países en desarrollo, por lo que de mantenerse la tendencia, el consumo total del agua aumentará en un 40 por ciento, en los próximos años. A esto hay que añadir, que la distribución de los recursos de agua dulce en el mundo es muy desigual (Sotelo, J.A., 2009). Por ello, cobra notable importancia el análisis y cálculo de la “Huella Hídrica” y, particularmente, del “Agua Virtual” producida, importada y exportada (real y teórica) de España a los países de América Latina -y viceversa-, ya que el concepto de “Agua Virtual” dota de una nueva e importante dimensión al comercio internacional; que permite valorar, desde otra perspectiva, la escasez y la gestión del agua en todas las escalas. Cuestión más que reseñable si tenemos en cuenta que gracias a los flujos de agua virtual, el acceso a los recursos hídricos -inclusive al agua azul-, ya no se limita únicamente a un sistema hídrico, una región concreta o una nación, sino que permite hacer frente al déficit hídrico que existe en determinadas regiones a nivel mundial, debido a que incluye el consumo real de agua en la producción de un determinado producto. Además, este análisis puede ser una herramienta eficaz que ayude a aminorar los problemas de “escasez” de agua en algunas áreas o regiones; aunque, puede repercutir en la dependencia de los recursos hídricos externos de algunos países o genera “estrés hídrico” en otros.

De hecho, se puede afirmar que todos los países a nivel mundial, importan y exportan recursos hídricos, si bien los balances comerciales difieren entre unos y otros -tal y como podemos ver en el presente estudio-, e, incluso, de unas regiones respecto de otras; todo ello como consecuencia directa e indirecta de las condiciones intrínsecas de cada territorio, ya sean naturales o antrópicas, puesto que dicha diversidad emana de las propias características geográficas -climatológicas, edafológicas, geomorfológicas,...-, amén de por cuestiones sociales, políticas, tecnológicas y económicas que estructuran y disponen los propios acuerdos comerciales que regulan las “fuerzas del mercado” entre los distintos países.

Y es que, el comercio de “agua virtual” depende en gran medida de las propias normas del comercio internacional, principalmente estipuladas por la geopolítica de la Organización Mundial del Comercio (OMC), con lo que, sin lugar a dudas, las decisiones en materia comercial que toman los países, no están apoyadas en la disponibilidad de los recursos hídricos con que se cuenta.

Es por esto por lo que, en los últimos años, se continúa agudizando la brecha entre países pobres y ricos, estableciéndose un nuevo vínculo entre la propia “pobreza económica” y lo que podríamos denominar “pobreza hídrica” –entendida esta como la imposibilidad o la limitación de la población de un determinado país al acceso a recursos hídricos óptimos, de calidad y aptos para el consumo humano directo, a pesar de que este territorio disponga de abundantes niveles de agua. Este es un claro ejemplo de lo que sucede entre España y América Latina y el Caribe –y las relaciones existentes entre los propios países que la componen.

Como podemos observar en la figura 1, los distintos países de América Latina, Caribe y España, disponen de variada, a la par que compleja, diversidad hídrica atendiendo a la procedencia de sus recursos hídricos –precipitaciones, aguas superficiales vs. subterráneas, y al grado de contaminación de las aguas empleadas en la producción de bienes y servicios.

La disponibilidad de recursos hídricos sitúa a América Latina y Caribe entre las principales regiones con abundancia de agua en todo el Mundo. Países como Brasil, Méjico o Argentina –a pesar de ser una zona de gran aridez, tal y como nos muestra el Atlas de zonas áridas de América Latina y Caribe, 2010-, reflejan unos niveles muy elevados de “agua azul” y de “agua verde”, como consecuencia de su diversidad climática regional, principalmente. Mientras que la mayor parte de los países de América Central y Caribe son lo que presentan menores niveles de “agua azul” y “agua verde”, como consecuencia, fundamentalmente, de sus condiciones climáticas propias de un clima cálido tropical, a la pérdida de recursos hídricos por la escorrentía y a la falta de una eficiente gobernabilidad de los recursos hídricos y de la protección de los recursos naturales.

Si bien poseer altos niveles de recursos hídricos no siempre tiene los efectos positivos que se esperan de una región que puesto que también son las que mayores cotas de “agua gris” presentan; agua que, en la mayor parte de los casos, lejos de depurarse, son vertidas de manera indiscriminada a los ríos, lagos o, incluso, alcanzan al propio nivel freático contaminando así los suelos y, por ende, a la población de dichos países (ver Figura 1).

Figura 1. Los colores del agua: “Agua Azul”, “Agua Verde” y “Agua Gris” de España, América Latina y Caribe (2012).



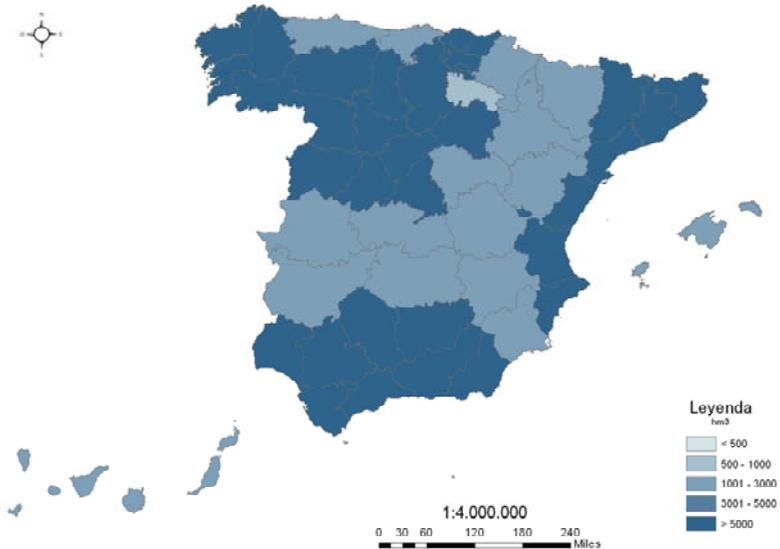
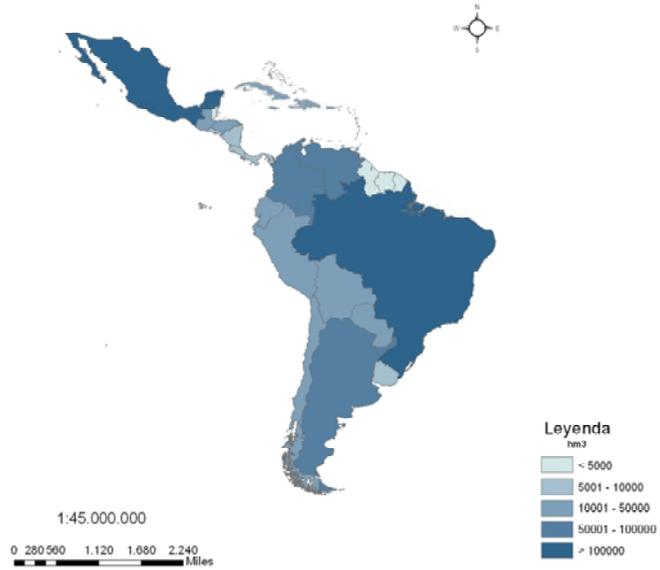
Fuente: Elaboración Propia.

De igual modo, y a pesar de disponer de cantidades importantes de recursos hídrico, esta no siempre es apta para el consumo humano, o, en otros muchos casos, la población no puede acceder a agua de calidad por no disponer de recursos económicos para pagarla; un ejemplo de ello lo encontramos en Colombia que, a pesar de que exporta 19.564 hm³ al año de agua virtual, apenas tiene una cobertura de acueducto del 50 por ciento en las áreas rurales. 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 (Sotelo, J.A. et alii, 2010).

Así mismo, señalar que, en términos comparativos, lejos de lo que se suele pensar, España presenta unos niveles considerablemente elevados de agua azul (similar a los registrados en Méjico, como se nos muestra en la señalada Figura 1) y verde (comparable con Argentina, principalmente). Y, a pesar de lo que sucede en los países de América Latina y Caribe que disponen de mayores niveles de recursos hídricos, el “agua contaminada” o “agua gris”, es relativamente inferior. Esto es una consecuencia directa de las mejoras establecidas en España, a través de las políticas de gestión y control de los recursos hídricos, orientadas hacia la recuperación del agua utilizada en la producción de bienes vs. servicios y del consumo de los hogares, y, a un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales. Amén de disponer de importantes recursos hídricos como consecuencia de una política de demanda que ha permitido crear importantes infraestructuras hidráulicas que favorecen el almacenamiento y el transvase de agua de unas cuencas a otras.

Tal y como se nos muestra en la Figura 2, Brasil y Méjico son los países de América Latina y Caribe con mayores niveles de “Huella Hídrica”, superando de manera notable los 100.000 hm³ anuales, como consecuencia de sus elevados niveles de población que demanda importantes cantidades de recursos hídricos y por el peso de ciertos sectores económicos como el sector agrario –concretamente en el subsector de la agricultura-, y, en el subsector del petróleo y la energía, orientados en ambos caso a la exportación, principalmente. Argentina, Colombia, Venezuela, Guatemala, Belice y Honduras (relacionada fundamentalmente con el consumo de agua en productor agrarios), presentan niveles llevados de “Huella Hídrica” entre los 5.000 hm³ y los 100.000 hm³ anuales. En contraposición, se encuentran Guyana, Suriname y la Guayana Francesa los cuales tienen una “Huella Hídrica” inferior a los 5.000 hm³ anuales, como consecuencia, principalmente, de sus bajos niveles de población.

Figura 2. Huella Hídrica de España y América Latina y el Caribe (2012).



Fuente: Elaboración Propia.

España presenta niveles de “Huella Hídrica” superiores a los 100.000 hm³ anuales, siendo esta inferior a Brasil –en torno los 400.000hm³- y Méjico –ronda los 200.000hm³ anuales-. Si descendemos a la escala provincial española, 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 2.500hm³ (Sotelo, J.A. et alii, 2010). El resto de las provincias españolas no superan este umbral, e incluso no son pocas las que quedan por debajo de los 1000hm³ (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.

Por todo ello, y con el fin de analizar de manera pormenorizada las causas y, por ende, las consecuencias que emanan de estas diferencias territoriales en términos de “Huella Hídrica” se hace imprescindible estudiar, de forma desglosada, la propia oferta y demanda de “Huella Hídrica” de España y la de los países de América Latina Central y América del Sur.

Tabla 1. Oferta de “Huella Hídrica” en España y América Latina (2012).

	AV producción*	AV exportación	AV importación	Balance neto comercio	HH TOTAL
Argentina	118064	55280	5019	-50261	67803
Barbados	1736	169	284	115	1851
Belice	2824	623	150	-473	2351
Bolivia	28954	9265	675	-8590	20364
Brasil	424039	68217	53607	-14610	409429
Chile	17187	2274	5947	3673	20860
Colombia	67512	19564	7328	-12236	55276
Costa Rica	9276	3741	1914	-1827	7449
Cuba	21053	9366	3385	-5981	15072
Ecuador	20145	7845	1720	-6125	14020
El Salvador	7813	3218	1946	-1272	6540
España	84532	25874	49185	23311	107843
Guatemala	16550	5432	2641	-2791	13759
Guayana francesa	2662	223	1856	1633	4295
Guyana	3560	1214	370	-844	2716
Haití	9158	352	149	-203	8955
Honduras	7566	3451	915	-2536	5030
Jamaica	3951	624	1175	551	4502
Méjico	224180	25441	52277	26836	251016
Nicaragua	6419	2432	950	-1482	4937
Panamá	6420	1023	1019	-4	6416
Paraguay	14992	6510	379	-6131	8861
Perú	34245	2978	5403	2425	36670
Republica Dominicana	14634	3600	699	-2901	11733
Suriname	3277	203	53	-150	3127
Uruguay	9143	584	176	-408	8735
Venezuela	31016	2560	8905	6345	37361
Total América Latina y Caribe	1106378,094	236189,25	158942,22	-77247,03	1029131,064

Fuente: Elaboración propia.

En España, la oferta total de “Huella Hídrica” en el año 2012 fue de 107.843hm³. La tendencia alcista en la oferta del recurso hídrico (la oferta de “Huella Hídrica” aumentó en, casi, 4.000 hm³ entre 2008 y 2012) es la consecuencia directa de la necesidad de hacer frente a la demanda creciente de agua en cada uno de los sectores económicos y, por ende, de la población. Si bien, cabe destacar que este aumento no ha sido homogéneo entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia principal de las condiciones climáticas de cada territorio y a las mejoras en las obras hidráulicas, entre otras cuestiones.

Si comparamos la oferta de “Huella Hídrica” de España con el resto de los países de América Latina y Caribe, podemos observar que tiene unos niveles de oferta muy elevados, tan solo superados por Brasil (409.429hm³) y Méjico (251.016hm³). Esto es, principalmente, consecuencia de que España es un país desarrollado lo que le permite invertir en la mejora de sus infraestructuras de captación y depuración, entre otras, y favorece el comercio virtual de agua, puesto que a mayor desarrollo mayor capacidad de consumo. De hecho, en España el agua virtual importado casi duplica al agua virtual exportada, a diferencia de la mayor parte de los países de América Latina y Caribe (donde, claramente, el balance de oferta de “Huella Hídrica” es negativo en prácticamente la totalidad de los mismos). A su vez, destacar que las causas de estos desequilibrios, la encontramos en los principales factores que determinan directamente la “Huella Hídrica” de un país, como son el nivel socioeconómico, el volumen de consumo (en relación con la renta nacional bruta), los hábitos de consumo, el clima y las prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua), principalmente.

Aunque, como podemos ver en la Tabla 1, España es un país netamente importador de “agua virtual”, las exportaciones de “Huella Hídrica” españolas hacia América Latina y Caribe ascendieron en 2012 respecto al año anterior, suponiendo casi el quince por ciento de crecimiento interanual. Los principales sectores exportadores “Huella Hídrica” de España hacia América Latina y Caribe han sido bienes de alto valor añadido, entre los que destacan los bienes de equipo -materiales de transporte ferroviario y maquinaria industrial-, alimentos –principalmente carne y bebidas-, productos químicos –fundamentalmente abonos y productos químicos orgánicos, combustibles y lubricantes-, automóvil –equipos, componentes y accesorios-, semimanufacturas y productos siderúrgicos; y, los principales destino de dichas exportaciones de “Huella Hídrica” durante el periodo llevado a estudio fueron Méjico y Chile, países que mantienen un Tratado de Libre Comercio (TLC) con la Unión Europea, seguido de Brasil, Venezuela y Argentina.

En cuanto a los países de América Latina y Caribe, a tenor de sus niveles de oferta de “Huella Hídrica”, destacan Brasil (409.429hm³) y Méjico (251.016hm³), siendo su oferta de “Huella Hídrica” superior a su propia demanda. De hecho, esto es lo que ocurre en la mayor parte de los países de América Latina y Caribe, a excepción de Barbados (1.851hm³), Jamaica (4.502hm³), Chile (20.860hm³), Perú (36.670hm³) y Venezuela (37.361hm³), que presentan niveles superiores de demanda de “Huella Hídrica” lo que repercute de manera negativa puesto que incrementa la presión sobre su medio y, por ende, la degradación ambiental del mismo.

De igual modo, destacar el caso de Haití que, pese a ser una región dependiente del exterior presenta niveles de exportación superiores a los de importación, y una oferta superior a su demanda.

A su vez, si analizamos el comercio de “Agua Virtual”, observamos como Brasil y Argentina destacan por sus elevados volúmenes de exportación de recursos hídricos, principalmente, de productos agrícolas, ganaderos y energéticos (fundamentalmente petróleo). Mientras que Méjico es el principal importador de “agua virtual” de la región en comercio agrícola, ganadero e industrial.

Indudablemente, América Latina es una región de grandes oportunidades, pues posee una población joven, la mayor parte de los países muestran una pujanza económica, goza de una naturaleza boyante y ostenta un mercado en crecimiento. Cabe destacar que España importa “agua virtual” de Argentina a través de productos agrícolas (principalmente, frutos oleaginosos y hortofrutícolas), pescados, mariscos, productos ganaderos (ternera esencialmente), productos alimenticios agrícolas ya elaborados, productos químicos, petróleo y tecnología industrial.

Brasil exporta “agua virtual” a España, principalmente, a través de productos agrícolas (soja, maíz, café...), ganaderos (carne bovina), pesca (crustáceos), minerales (manganeso, níquel...), metalurgia básica (laminados de hierro y acero), petróleo y productos madereros.

Méjico se caracteriza por ser el principal exportador de España, vendiendo, fundamentalmente, productos energéticos, bienes de equipo, semimanufacturas y alimentos. De igual modo, importa de España productos agrícola, ganadero, semimanufacturas, manufacturas de consumo, petróleo, bienes de equipo y productos energéticos, entre otros.

Así mismo, destacar el caso concreto de Venezuela cuya oferta de “Huella Hídrica” (37.361hm^3) es notablemente inferior a su demanda (37.361hm^3). Esto puede ser consecuencia directa las condiciones políticas y sociales a las que se ve sometida el país, unido a la realidad compleja del mercado.

Por otro lado, es imprescindible realizar un estudio de la demanda de “Huella Hídrica” tanto en España como en América Central y América del Sur. Indudablemente, antes de analizar los distintos componentes de dicha demanda, debemos tener en cuenta que ésta no solo se limita a establecer las necesidades intrínsecas de cada país en materia de producción sino que incluye el consumo, personal y colectivo, de cada región, al que se hace frente mediante la producción nacional y, a través, del comercio de “agua virtual” (ver figura 2).

Si nos detenemos en el análisis pormenorizado de la demanda de “Huella Hídrica” podemos observar como la mayor parte los países de América Latina, Caribe y España requieren mayores cantidades de recursos hídricos en el sector agrario, siendo el subsector de la agricultura el principal consumidor de agua; a excepción de Bahamas, Belice, Barbados o Colombia que demandan mayores cantidades de agua en el sector servicios y doméstico (menos Belice que consume más recursos hídricos en el sector industrial y de la construcción).

Tabla 2. Demanda de “Huella Hídrica” en España y América Latina, por sectores económicos (2012).

		Argentina	Bahamas	Barbados	Belize	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	Cuba	Ecuador	El Salvador	España	Guatemala	
Sector Agrario	Agricultura	31528,56	8,27	65,60	4,90	8528,02	202860,02	10125,23	20119,43	4836,15	8183,08	22132,00	2627,27	45223,40	9373,91	
	Ganadería	11044,77	0,37	3,40	0,22	382,30	9093,36	1836,37	901,86	1902,10	216,78	1411,09	112,48	324,04	14227,18	407,18
	Silvicultura	3184,94	0,03	0,34	0,02	1340,98	15648,34	1022,83	83,8	15,33	25,95	70,18	8,01	7110,62	26,72	
	Pesca	5065,42	1,30	21,02	0,77	27,04	16591,63	3546,97	3163,44	780,40	1286,65	3479,98	397,37	143,40	1473,89	
	Total	50852,51	9,97	91,46	5,90	10278,94	244495,99	16331,02	24248,53	5828,67	9862,48	26764,85	3045,95	54504,57	11297,71	
Sector Industrial y Construcción	Extractiva	854,32	0,07	2,21	1,04	78,80	4.278,88	365,05	183,84	20,40	1.183,50	80,35	5,18	1.020,00	389,31	
	All. Cárnicas	1.708,64	0,06	24,19	77,92	72,56	5.990,15	461,11	229,38	112,20	1.411,09	112,48	324,04	14.227,18	407,18	
	All. Bebidas	1.220,46	0,05	24,16	93,50	6,05	5.134,42	153,70	196,61	137,70	4,55	96,42	1,30	9.780,31	363,36	
	Textil	278,88	0,60	7,83	72,72	60,46	3.422,94	192,13	131,07	20,40	1.001,42	64,28	388,84	805,49	441,22	
	Madera	8,83	0,04	0,12	88,30	7,86	6.846,89	4,80	282,15	35,70	9,10	128,55	2,59	45,33	5,19	
	Papel	147,72	0,03	0,10	0,78	78,80	2.071,45	3,46	79,32	15,30	6,83	38,80	1,94	758,46	3,89	
	Construcción Petróleo, Energía y Gas	1.525,58	26,05	12,40	83,11	102,79	47.421,21	139,29	1.835,02	91,80	5,01	899,87	516,46	78,12	415,27	
	Química	60,51	0,00	1,31	0,68	84,05	648,48	1,92	32,49	0,77	8,19	15,83	2,33	310,87	3,37	
	Materias Plásticas	41,45	0,08	0,24	0,52	1,03	581,31	13,45	22,28	0,58	5,92	10,82	1,68	212,85	2,80	
	Miner. no metálico	26,50	0,51	1,58	0,00	0,73	1.711,47	2,89	85,54	0,92	7,74	32,14	2,20	138,09	0,00	
	Metalgurja	39,61	0,04	3,15	57,14	0,97	1.089,87	5,78	40,98	0,68	5,48	20,19	1,58	203,39	285,50	
	Ind. Construcción	19,21	2,59	7,92	4,87	68,51	269,35	172,92	10,31	0,87	4,55	5,06	1,30	98,82	23,38	
	Mat. Transporte	85,43	1,20	3,65	2,49	1,21	1.203,88	3,84	46,39	0,61	13,66	22,80	3,89	440,72	12,46	
	Manufacturera	116,13	0,76	2,32	3,74	5,44	1.828,64	17,29	62,36	0,51	36,82	30,58	10,37	598,29	18,69	
	Depura. De Agua	10,98	2,91	10,89	11,95	0,79	213,93	2,50	8,19	4,08	91,04	4,02	26,92	521,35	59,69	
	CONSTRUCCIÓN	15,26	4,83	19,75	21,30	42,33	2.567,21	384,26	98,30	71,40	819,34	48,21	233,31	2.097,71	106,41	
	Total	6102,30	39,89	121,80	519,43	604,64	85573,60	1921,30	3276,83	510,01	4551,92	1868,92	1296,15	31332,58	2595,42	
Sector Servicios y Doméstico	Tr. Aguas Residuales	104,87	4,34	1,82	0,83	11,69	748,41	9,29	367,43	0,16	44,00	37,28	20,67	198,95	13,28	
	Turismo	282,01	141,14	52,67	1,69	31,44	2012,62	24,97	988,10	24,62	118,33	100,25	55,59	535,02	35,72	
	Hostelería	4610,01	190,95	71,26	27,83	514,55	32943,53	408,75	16173,64	403,01	1936,82	1640,97	900,99	8787,42	584,85	
Servicios y Doméstico	5845,65	112,33	41,92	34,99	651,81	41719,16	517,64	20482,04	510,37	2452,76	2078,10	1162,39	11090,26	740,39		
Total	10848,34	448,78	167,48	64,83	1209,29	77423,73	960,65	38011,20	947,16	4551,92	3856,61	2138,64	20581,66	1374,05		
Demanda Hídrica Total (Hm³)	S. Primario	50852,51	9,97	91,46	5,90	10278,94	244495,99	16331,02	24248,53	5828,67	9862,48	26764,85	3045,95	54504,57	11297,71	
	S. Secundario	6102,30	39,89	121,80	519,43	604,64	85573,60	1921,30	3276,83	510,01	4551,92	1868,92	1296,15	31493,42	2595,42	
Total	56954,81	448,78	380,74	580,27	1209,87	407493,31	19212,37	65336,58	7285,84	18866,51	32138,38	6480,74	166574,84	15287,19		

		Guayana Francesa	Guyana	Haiti	Honduras	Jamaica	Méjico	Nicaragua	Panamá	Paraguay	Perú	República Dominicana	Suriname	Uruguay	Venezuela
Sector Agrario	Agricultura	227,92	1178,74	6451,57	5191,59	1875,38	143804,42	3746,98	2936,42	8654,50	23934,49	9981,98	899,41	5292,83	11475,48
	Ganadería	10,22	52,75	290,54	232,27	84,08	6448,06	167,98	131,63	387,94	1072,87	433,10	38,97	237,24	514,39
	Silvicultura	0,72	3,73	20,55	16,43	5,95	455,98	11,88	9,31	22,44	75,89	30,84	2,76	16,78	36,39
	Pesca	35,84	185,02	1019,12	814,72	294,87	22610,84	589,15	461,70	3365,78	3763,30	1519,18	138,70	832,18	1804,33
	Total	274,69	1418,24	7811,78	6245,01	2260,27	173317,30	4515,95	3539,06	10430,66	28846,55	11644,90	1047,84	6378,83	13830,58
Sector Industrial y Construcción	Extractiva	42,85	0,43	16,82	48,87	32,88	455,50	132,17	5,53	71,27	440,99	276,57	16,88	18,93	166,37
	All. Cárnicas	51,09	8,25	4.98924	38,01	65,75	677,71	158,61	20,20	260,48	557,04	349,35	0,10	67,29	231,51
	All. Bebidas	36,26	0,02	0	46,16	46,97	568,60	123,36	17,01	219,30	185,68	116,45	0,07	0,21	186,44
	Textil	0,33	8,03	58.1728	40,73	10,73	344,40	149,80	1,53	19,79	232,10	145,56	0,08	1,47	132,29
	Madera	0,16	0,07	0	43,44	0,34	688,81	1,76	0,07	0,94	5,80	2,91	0,17	0,20	264,59
	Papel	0,25	0,04	0	27,15	5,68	268,94	1,32	1,22	15,78	4,18	2,18	0,05	0,63	80,06
	Construcción Petróleo, Energía y Gas	0,18	0,28	0	0,41	55,71	7.121,05	140,99	1,70	21,95	168,27	262,01	13,97	0,42	1.852,10
	Química	0,30	0,03	0	0,30	2,33	110,16	1,15	0,50	6,46	2,32	2,62	3,49	1,89	32,79
	Materias Plásticas	0,21	0,02	0	0,49	1,60	75,47	0,88	0,34	4,43	16,25	1,89	2,33	0,27	22,47
	Miner. no metálico	0,38	0,04	0	0,35	1,02	122,20	0,00	0,22	2,83	3,25	2,47	4,07	0,53	96,15
	Metalgurja	0,20	0,43	0	0,46	1,52	78,89	96,93	0,33	4,23	208,89	1,75	0,09	0,38	41,24
	Ind. Construcción	0,16	0,04	0	0,33	0,74	34,97	7,93	0,16	2,05	6,98	1,48	9,31	4,21	10,41
	Mat. Transporte	0,49	0,03	0	0,27	3,29	158,27	4,23	0,55	7,13	4,64	4,37	0,08	27,34	48,82
	Manufacturera	1,32	0,87	0	0,81	4,47	47,43	6,34	0,96	12,41	20,89	11,84	0,06	48,37	62,94
	Depura. De Agua	1,65	0,17	0	2,17	0,42	27,78	20,27	0,09	1,17	3,02	29,11	1,16	2,10	8,27
	CONSTRUCCIÓN	26,67	3,04	3.32416	21,72	0,59	333,30	36,13	0,13	1,63	464,20	247,45	6,40	37,85	99,22
	Total	164,81	21,71	83,10	271,52	234,83	111108,08	881,16	50,56	651,82	2320,99	1455,61	86,21	210,29	3307,31
Sector Servicios y Doméstico	Tr. Aguas Residuales	1,06	0,07	4,02	2,62	4,26	365,14	1,06	14,17	18,91	19,23	1,28	0,56	4,07	124,97
	Turismo	2,88	0,19	10,80	7,06	11,45	981,94	2,88	38,11	50,84	51,71	3,44	1,51	10,93	336,08
	Hostelería	46,75	3,08	178,80	115,53	187,35	16072,83	48,87	623,85	832,16	848,49	56,31	24,77	178,96	5601,07
Servicios y Doméstico	59,21	3,90	223,90	146,31	237,26	20354,37	59,35	790,04	1053,84	1071,98	71,30	31,37	226,63	6966,47	
Total	109,88	7,24	415,52	271,52	440,31	37774,28	110,15	1466,18	1955,75	1989,42	132,33	58,21	420,58	12288,59	
Demanda Hídrica Total (Hm³)	S. Primario	274,69	1418,24	7811,78	6245,01	2260,27	173317,30	4515,95	3539,06	10430,66	28846,55	11644,90	1047,84	6378,83	13830,58
	S. Secundario	164,81	21,71	83,10	271,52	234,83	111108,08	881,16	50,56	651,82	2320,99	1455,61	86,21	210,29	3307,31
Total	439,50	1441,18	8310,40	6788,05	2935,41	222220,87	5597,25	5655,80	13938,32	33156,56	13232,64	1164,25	7006,71	30668,48	

Fuente: Elaboración propia.

Los principales consumidores de “Huella Hídrica” en el sector agrario, que superan los 15.000 hm³ anuales, son Brasil (244.495,99hm³), México (173.317,30hm³), España (54.504,57hm³), Argentina (50.852,51hm³), Perú (28.846,55hm³), Ecuador (26.674,85hm³), Colombia (24.248,53hm³) y Chile (16.331,02hm³). Todo ello, es consecuencia principal de las necesidades de consumo de bienes agrarios como principal fuente de alimento y, a su vez, teniendo en cuenta que el entorno económico de la agricultura ha cambiado significativamente en los últimos años. La implantación del pago único y las reformas de la Organización Mundial del Comercio de frutas, hortalizas, vino, algodón, tabaco y azúcar, el estímulo a la producción de biocombustibles, y la liberalización de los mercados agrarios, constituyen importantes factores de estas demandas tan elevadas.

En cuanto al sector industrial y la construcción, los mayores niveles de demanda de agua provienen de los subsectores de la energía, la industria textil, la industria de la alimentación, del petróleo y de la minería, principalmente. Sobre todo en los sectores de la energía, del gas y del petróleo, las cifras son sumamente elevadas, suponiendo en muchas ocasiones una demanda de más del 40 por ciento de los recursos hídricos del sector industrial. Claro ejemplo de ello lo encontramos en países como Argentina (1.525,58hm³), Brasil (47.921,21hm³), Colombia (1.835,02hm³), Venezuela (1.852,10hm³), Bahamas (26,05hm³), El Salvador (518,46hm³) o Cuba (indudablemente, la demanda es muy elevada para los países productores de petróleo, y, también para países no productores como Bahamas que han de soportar elevados costes de transacción y adquisición). Si bien, en España, los subsectores relacionados con la construcción como el de la metalurgia (285,5hm³), (1.852,10hm³) y materiales de construcción (1.852,10hm³), presentan demandas superiores a subsectores como el petróleo. Igualmente, los subsectores de la alimentación cárnica y de la alimentación de la bebida poseen un peso muy importante en la mayor parte de los países de América Central y del Sur.

La industria minera genera una importante demanda de “Huella Hídrica” en países como Brasil (4.278,68hm³), Argentina (54,32hm³), Chile (365,050hm³), México (455,50hm³), Perú (440.99hm³) y España (1.020hm³); superando sustancialmente a la demanda de agua en la industria textil.

A su vez, la industria farmacéutica está experimentando en los últimos años un considerable aumento de su demanda de “Huella Hídrica”, especialmente en países como El Salvador, México o Brasil.

Por último, en cuanto a la demanda de “Huella Hídrica” en el sector servicios y domésticos, las mayores cantidades de agua son demandadas por el subsector servicios y domésticos, a excepción de países cuya economía se orienta hacia el turismo como Bahamas y Barbados, entre otros.

Señalar que algunos países como Bahamas o Colombia consumen más recursos hídricos en el sector servicios y domésticos que los demandados en el sector agrario – superando el 50 por ciento del total de su “Huella Hídrica-.

4. HUELLA HÍDRICA Y ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: ANÁLISIS DE CASOS

En el estudio de la Huella Hídrica en España cobra notable interés el análisis de la realidad territorial de este indicador. A lo largo de las últimas décadas, la huella hídrica presenta, en efecto, notables diferencias a nivel municipal, provincial y regional, por lo que se muestra especialmente importante su evaluación, sobre todo si tenemos en cuenta que durante la segunda mitad del siglo XX y los inicios del presente siglo, la expansión de regadíos, la urbanización, la industrialización, el desarrollo de las actividades turísticas y los aprovechamientos hidroeléctricos han favorecido un fuerte incremento de las demandas de agua, superando a veces la oferta natural de recursos disponibles. Y es que, no debemos olvidar que el agua es mucho más que un recurso natural, dada la relevancia territorial, paisajística y como regulador de ecosistemas del mismo en todo el mundo y asimismo en España, uno de los territorios con mayor biodiversidad de Europa, y donde adquiere valor como activo socioeconómico.

Por otra parte, señalar que a través del cálculo de la Huella Hídrica nos aproximamos a la realidad de las demandas de recursos hídricos de unos espacios protegidos como son los Parques Nacionales de nuestro país, considerando el cálculo e interpretación de éste índice 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 2000/60/CE, 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 (Sotelo Navalpotro, J.A. et alii, 2012,B).

De hecho, el régimen jurídico destinado a asegurar la protección de estos espacios naturales iniciado en 1916 y cuya última legislación data de la *Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales*, ha sufrido diversas modificaciones como corresponde a la evolución de nuestra sociedad y a los cambios en la organización administrativa del Estado, lo que ha incidido e incide en la demanda de recursos hídricos como podemos observar en los resultados obtenidos en la presente investigación.

Y es que, actualmente, las demandas de recursos hídricos en España, en general, y de los Parques Nacionales, en particular, viene determinada por la evolución acaecida en las últimas décadas del desarrollo económico, ecológico y social de nuestro país. Esto ha condicionado, no sólo la expansión económica que se ha traducido en una mayor calidad de vida, favoreciendo así el incremento del consumo y la difusión del ocio vs. turismo, sino también en una visión más digamos “ecológica”, orientada a la protección y conservación de la naturaleza. De hecho, los Parques Nacionales son concebidos como espacios naturales protegidos que se caracterizan por su elevado “valor” tanto natural como cultural, en los que la actividad humana condiciona su conservación y preservación. Todo ello, otorga un carácter intrínseco de cada Parque Nacional, que le atribuye las condiciones geográficas concretas de situación, población, actividades económicas,..., si bien, todos y cada uno de ellos destacan la actividad turística como uno de sus mayores reclamos -sobre todo si tenemos en

cuenta el número de visitantes que acceden a dichos espacios naturales y las partidas destinadas a su preservación, conservación y regeneración, a lo largo del año (ver tabla 3).

Tabla 3. La “Huella Hídrica” de los Parques Nacionales.

PARQUE NACIONAL	HUELLA HÍDRICA (Hm ³)
Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	1199,87
Cabañeros	187,67
Caldera de Taburiente	234,19
Doñana	1038,37
Garajonay	767,12
Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia	1383,84
Marítimo Terrestre del Archipiélago de Cabrera	880,21
Monfragüe	770,52
Ordesa y Monte Perdido	1631,26
Picos de Europa	4278,35
Sierra de Guadarrama ^(*)	6337,47
Sierra Nevada	1691,31
Tablas de Daimiel	692,73
Teide	627,36
Timanfaya	4019,67
Total	25739,95

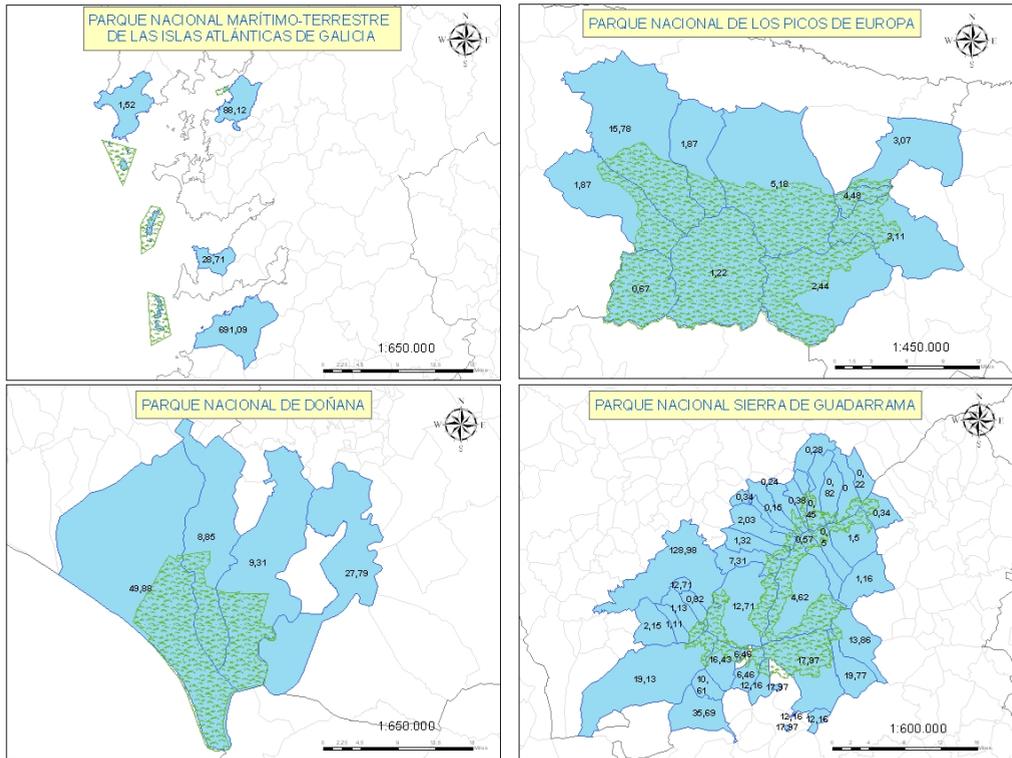
Fuente: Elaboración propia².

De este modo, atendiendo a cada uno de los Parques Nacionales, la demanda de “Huella Hídrica” viene marcada por los, ya mencionados, desequilibrios territoriales de España y por la legislación vigente vinculada a la compatibilidad de usos en los distintos espacios naturales protegidos llevados a estudio. Si analizamos la Tabla anterior, podemos observar como en conjunto la demanda de “Huella Hídrica” de todos los Parques Nacionales asciende a 25.739,95 Hm³, lo que supera con creces las demandas de Comunidades Autónomas completas como Madrid, Cataluña o Andalucía, todo ello como consecuencia, fundamentalmente, del elevado número de visitantes que acceden a la Red de Parques Nacionales. Y es que, a pesar de la “crisis

² (*) Se incluye, a pesar de que hasta el 26 de junio del 2013 no se registró en el BOE la Ley 7/2013, de 25 de junio, de declaración del Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama.

económica” que ha acaecido en España en los últimos años, el turismo ha seguido una tendencia alcista tanto por los cambios en los hábitos de consumo como por las transformaciones sociodemográficas; por lo que, los Espacios Naturales Protegidos como los Parques Nacionales son un reclamo para satisfacer una demanda en expansión. De este modo, podemos afirmar que el turismo ejerce una presión muy grande sobre el territorio español, lo que hace que las demandas de recursos hídricos crezcan, sobre todo en épocas estacionales, incidiendo así en el aumento de la demanda de “Huella Hídrica”.

Figura 3. La “Huella Hídrica” de los Municipios de los Parques Nacionales (I).



Fuente: Elaboración propia.

De igual modo, si examinamos de manera individualizada cada uno de los Parques se aprecia la existencia de notables diferencias en las cantidades demandadas de “Huella Hídrica” en los distintos espacios naturales estudiados. Los Parques Nacionales de Sierra de Guadarrama (6.337,47 Hm³), Picos de Europa (4.278,35 Hm³) y Timanfaya (4.019,67 Hm³) presentan elevados niveles de demanda, mientras que los Parques de Cabañeros (187,67 Hm³) y Caldera de Taburiente (234,79 Hm³) no llegan a los 250 Hm³.

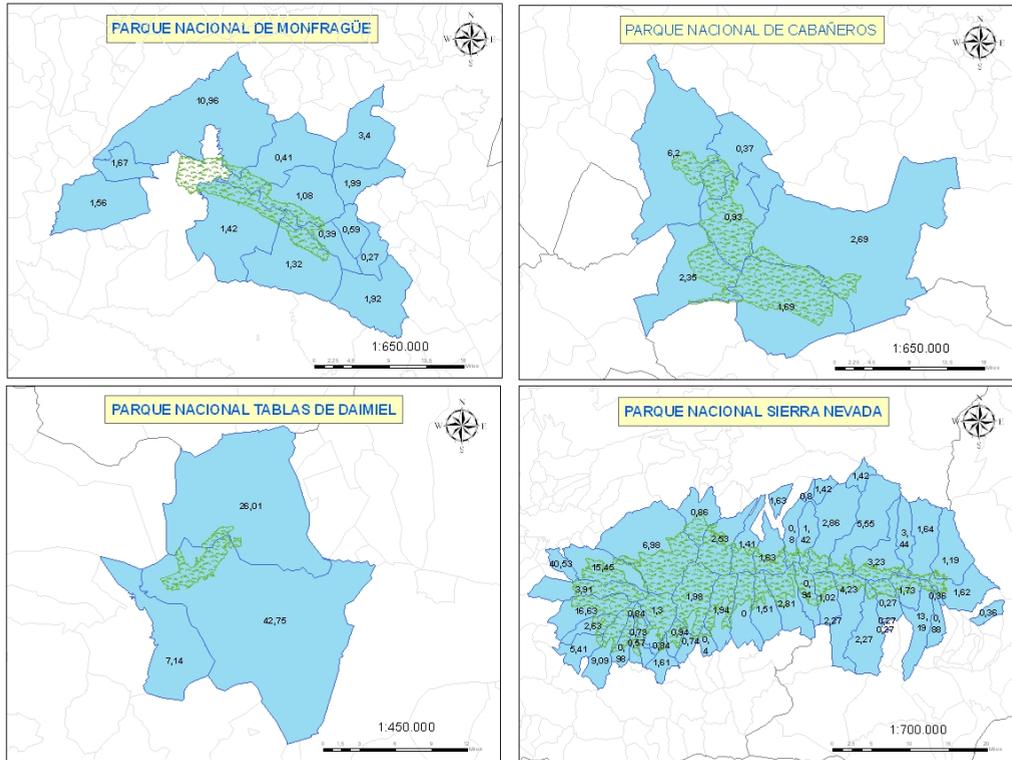
Estas divergencias territoriales son consecuencia directa, tanto del atractivo turístico de cada Parque Nacional -queda patente en el número de visitantes-, como por la variedad y diversidad de usos vinculados a los distintos sectores económicos, como veremos a continuación.

Debemos tener en cuenta que uno de los sectores que genera una mayor demanda de recursos hídricos, tanto en los Parques como en los municipios que los conforman, es el sector primario y el sector servicios –principalmente, el turismo y los usos domésticos-. En cuanto al predominio de usos agrarios, principalmente vinculados a la agricultura tradicional, destacan los Parques Nacionales de Cabañeros, Caldera de Taburientes, Monfragüe, Sierra Nevada, Tablas de Daimiel y Timanfaya; mientras que los que reclaman mayores niveles de recursos hídricos en ganadería destacan Aigestortes i Estany de Sant Maurici, Cabañeros, Doñana, Sierra de Guadarrama, Monfragüe, Ordesa y Monte Perdido, Picos de Europa y Sierra Nevada.

Entre las peculiaridades más reseñables, encontramos que, en el Parque Marítimo-Terrestre del Archipiélago de las Islas Atlánticas destaca el caso concreto del término municipal de Vigo (691,09 Hm³); ciudad poblada, en expansión y con un considerable peso industrial y pesquero, amén del sector servicios (sobre todo ligado al subsector doméstico) y, en menor medida, del peso que ejerce el turismo vinculado al propio espacio natural protegido (ver Figura 3). A su vez, el Parque Nacional de Doñana destaca, entre las ya mencionadas, por sus actividades de “carboneo”, la extracción de corcho, la recogida de piña, el coquileo y la apicultura; despuntando entre todos los términos municipales que configuran el Parque, el municipio de Almonte (49,88Hm³), tanto por sus niveles de población como por ser tránsito rociero y centro de información de turismo.

A su vez, señalar que uno de los Parques con mayor demanda de “Huella Hídrica” en la actual Red de Parques es el nuevo Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. Esto es consecuencia directa de su localización estratégica en las proximidades de la capital de España y por estar dotado de una gran variedad de actividades turísticas –a lo largo de todo el año, sin importar la estación-, lo que incrementa su reclamo de uso y disfrute por un mayor número de visitantes respecto otros Parques Nacionales. Entre otros factores que incrementen las demandas de recursos hídricos para la producción vs. consumo de bienes y servicios en este espacio natural protegido, destacan la ganadería extensiva de vacuno –al igual que en el Parque Picos de Europa-, y el aprovechamiento forestal tradicional. Como peculiaridad destacar que los municipios con mayores demandas de “Huella Hídrica” son los pertenecientes a la Comunidad de Madrid, despuntando entre todos ellos el término municipal de Guadarrama con una demanda de 35,69Hm³ al año.

Figura 4. La “Huella Hídrica” de los Municipios de los Parques Nacionales (II).



Legenda

Límites del Parque Nacional

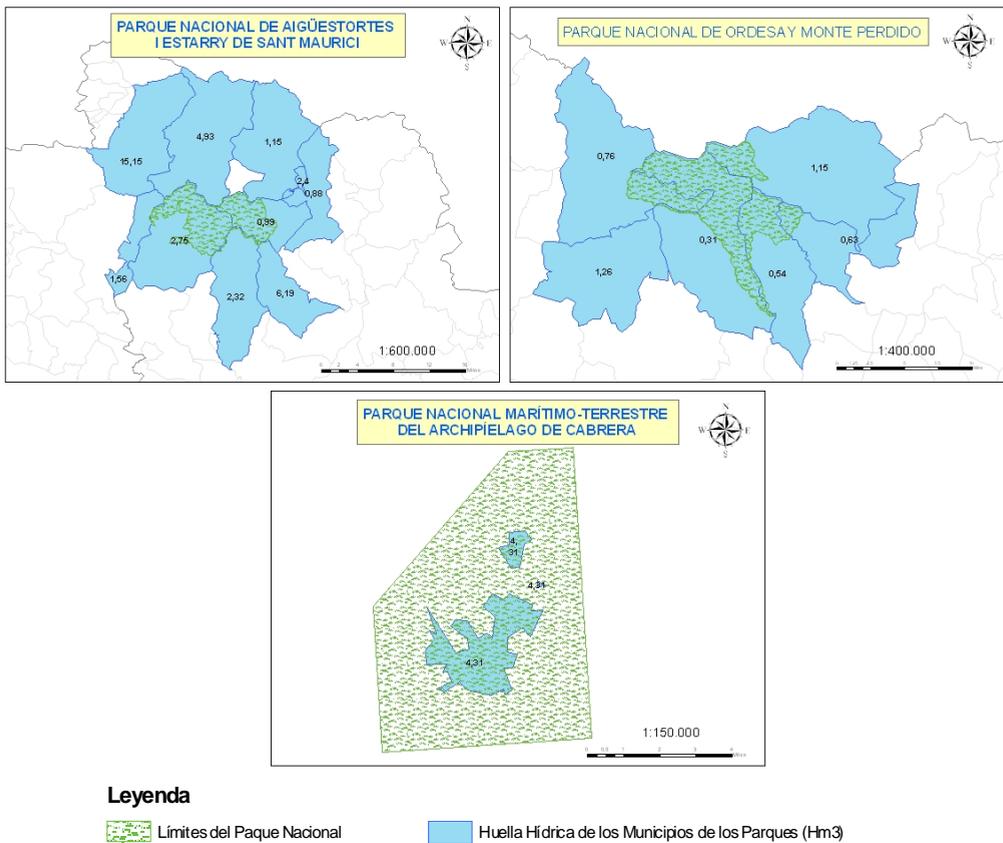
Huella Hídrica de los Municipios de los Parques (Hm3)

Fuente: Elaboración propia.

Indudablemente, otra cuestión que debemos tener en cuenta es que se suele considerar a los municipios que conforman a los distintos Parques como áreas de influencia de estos, si bien, no siempre esto se ve traducido en un aumento de los niveles de demanda de “Huella Hídrica” de dichos territorios. Un claro ejemplo de ello lo encontramos en las figuras adjuntas. De igual modo, debemos apuntar que, con independencia de las comprensibles limitaciones a las que se encuentra sometido el sector turístico en los espacios naturales protegidos llevados a estudio –con el fin de mitigar presiones y favorecer la conservación de los mismos-, el turismo evoluciona y progresa hacia nuevas concepciones como el *ecoturismo*, el *turismo cultural* o el *turismo de naturaleza especializado* vinculado, fundamentalmente, al conocimiento. Todo ello ha favorecido el incremento progresivo del número de visitantes y, por ende, de la demanda de “Huella Hídrica” vinculada a dichas actividades.

En cuanto al Parque Nacional de Sierra Nevada vincular las demandas de “Huella Hídrica” a la agricultura y la ganadería tradicional, y, sobre todo a la producción de agua embotellada y al turismo de invierno, fundamentalmente, por lo que destacan con mayores niveles de demanda los municipios de Lanjarón (9,09Hm³) y Zubia (40,53Hm³). Por su parte, el Parque Nacional de Tablas de Daimiel destaca por su elevado nivel de demanda, en términos comparativos, sobre todo en el término municipal de Daimiel; las principales actividades demandantes de “Huella Hídrica” junto con el uso doméstico y el turismo, son la agricultura regulada y el uso recreativo (ver Figura 4).

Figura 5. La “Huella Hídrica” de los Municipios de los Parques Nacionales (III).

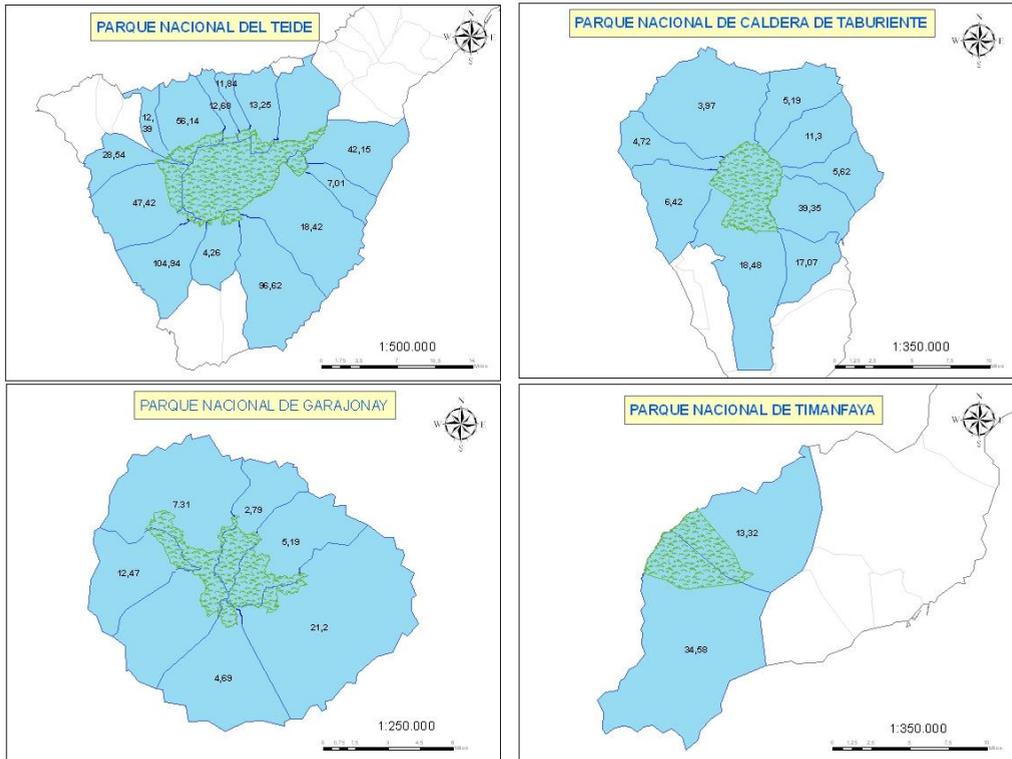


Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en el caso concreto del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de la Cabrera sobresale la pesca de bajura artesanal, pero la actividad económica que reclama mayores niveles de demanda de “Huella Hídrica” es el

turismo de sol y playa, prácticamente a lo largo de todo el año (ver Figura 5), mientras que Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas destacaba por el marisqueo y en el caso concreto del Parque Nacional de Timanfaya despunta en la pesca de estudios científicos (ver Figura 6). Otro de los Parques en los que se ve incrementada la demanda de “Huella Hídrica” como consecuencia de sus estudios científicos es el Parque Nacional Caldera de Taburiente, junto con la agricultura pequeños huertos y frutales en Tenerra y Taburiente; amén de que en dicho Parque despunta el aprovechamiento tradicional de las abundantes aguas de la Caldera, procedentes de las fuentes, manantiales y lluvias.

Figura 6. La “Huella Hídrica” de los Municipios de los Parques Nacionales (IV).



Leyenda

Límites del Paque Nacional

Huella Hídrica de los Municipios de los Parques (Hm³)

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el caso concreto de la “Huella Hídrica” de los Parques Nacionales que conforman el Archipiélago de las Islas Canarias, cabe destacar que los municipios del Parque del Teide presentan una “elevada” demanda de “Huella Hídrica” en comparación con el resto de municipios a los que pertenecen la práctica totalidad de los Parques Nacionales llevados a estudio en el presente trabajo.

Si observamos el Figura 6, podemos apreciar como los términos municipales de Adeje ($104,94\text{Hm}^3$), Granadilla de Abona ($96,62\text{Hm}^3$) o ($96,97\text{Hm}^3$) tienen niveles de demanda superiores a los 95Hm^3 . De igual modo, municipios como Santa Cruz de la Palma ($39,35\text{Hm}^3$) del Parque Nacional de Caldera de Taburiente o el municipio de Yaiza del Parque Nacional de Timanfaya ($34,58\text{Hm}^3$) superan de manera considerable las demandas de “Huella Hídrica” de la gran mayoría de los Parques de la Red, y, en ningún caso presentan niveles de demandas tan bajos como los municipios insulares que, muchos de ellos, rondan los $0,5\text{Hm}^3$ anuales. Esto nos muestra el importantísimo peso que tiene el turismo en estos espacios naturales protegidos que, en la gran mayoría de los casos son la principal fuente de actividad – no solamente vinculado al propio Parque, sino al turismo de sol y playa, permanente durante la práctica totalidad del año en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Con todo lo expuesto, afirmar que los problemas inherentes a la “Huella Hídrica” de nuestro país, en general, y de los Parques Nacionales, en particular, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental y territorial, encuentran solución en la aplicación de prácticas eficientes en el uso del agua. No debemos olvidar que la sostenibilidad de la “Huella Hídrica” de un proceso productivo, de un producto elaborado o de un consumidor depende de las propias características de dicho proceso o producto y de las condiciones del área geográfica objeto de análisis. La sostenibilidad de este indicador se puede estudiar desde una perspectiva ambiental, social o económica, y a diferentes escalas, desde la escala local –descendiendo a los municipios que configuran las bases de los espacios naturales protegidos- o a escalas superiores –como son los propios Parques Nacionales.

5. A MODO DE CONCLUSIONES

Primera conclusión: A lo largo de las últimas décadas, la huella hídrica presenta, en efecto, notables diferencias a nivel municipal, provincial y regional, por lo que se muestra especialmente importante su evaluación, sobre todo si tenemos en cuenta que durante la segunda mitad del siglo XX. Y es que, no debemos olvidar que el agua es mucho más que un recurso natural, dada la relevancia territorial, paisajística y como regulador de ecosistemas del mismo en todo el mundo y asimismo en España y en América Latina y el Caribe, donde adquiere valor como activo socioeconómico.

Segunda conclusión: Los distintos países de América Latina, Caribe y España, disponen de variada, a la par que compleja, diversidad hídrica atendiendo a la procedencia de sus recursos hídricos y al grado de contaminación de las aguas empleadas en la producción de bienes y servicios.

Tercera conclusión: La disponibilidad de recursos hídricos sitúa a América Latina y Caribe entre las principales regiones con abundancia de agua en todo el Mundo. Países como Brasil, Méjico o Argentina, reflejan unos niveles muy elevados de “agua azul” y de “agua verde”, como consecuencia de su diversidad climática regional, principalmente. Mientras que la mayor parte de los países de América Central y Caribe son lo que presentan menores niveles de “agua azul” y “agua verde”, como consecuencia, fundamentalmente, de sus condiciones climáticas.

Cuarta conclusión: España presenta niveles de “Huella Hídrica” superiores a los 100.000 hm³ anuales, siendo esta inferior a Brasil –en torno los 400.000hm³- y Méjico –ronda los 200.000hm³ anuales-. Si descendemos a la escala provincial española, 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 2.500hm³. El resto de las provincias españolas no superan este umbral.

Quinta conclusión: En término de demanda de “Huella Hídrica” la mayor parte los países de América Latina, Caribe y España requieren mayores cantidades de recursos hídricos en el sector agrario, siendo el subsector de la agricultura el principal consumidor de agua; a excepción de Bahamas, Belice, Barbados o Colombia que demandan mayores cantidades de agua en el sector servicios y doméstico.

Sexta conclusión: En España, la oferta total de “Huella Hídrica” tuvo una tendencia alcista desde el año 2012 como consecuencia directa de la necesidad de hacer frente a la demanda creciente de agua en cada uno de los sectores económicos y, por ende, de la población. Aunque aumento no ha sido homogéneo entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia principal de las condiciones climáticas de cada territorio y a las mejora en las obras hidráulicas, entre otras cuestiones. Y, Si comparamos la oferta de “Huella Hídrica” de España con el resto de los países de América Latina y Caribe, podemos observar que tiene unos niveles de oferta muy elevados, tan solo superados por Brasil (409.429hm³) y Méjico (251.016hm³). Esto es, principalmente, consecuencia de que España es un país desarrollado lo que le permite invertir en la mejora de sus infraestructuras de captación y depuración, entre otras, y favorece el comercio virtual de agua, puesto que a mayor desarrollo mayor capacidad de consumo.

Séptima conclusión: En conjunto la demanda de “Huella Hídrica” de todos los Parques Nacionales asciende a 25.739,95 Hm³, lo que supera con creces las demandas de Comunidades Autónomas completas como Madrid, Cataluña o Andalucía, todo ello como consecuencia, fundamentalmente, del elevado número de visitantes que acceden a la Red de Parques Nacionales.

Octava conclusión: Se suele considerar a los municipios que conforman a los distintos Parques como áreas de influencia de estos, si bien, no siempre se cumple este proceso, viéndose traducido en un aumento de los niveles de demanda de “Huella Hídrica”, de dichos territorios.

Novena conclusión: La actividad que está marcando de forma progresiva el aumento de este indicador es el turismo, actividad que evoluciona y progresa hacia nuevas concepciones como el *ecoturismo*, el *turismo cultural* o el *turismo de naturaleza especializado* vinculado, fundamentalmente, al conocimiento de estos espacios particulares; lo que ha favorecido el incremento progresivo del número de visitantes y, por ende, de la demanda de “Huella Hídrica” vinculada a dichas actividades.

Décima conclusión: Los problemas inherentes a la “Huella Hídrica” de nuestro país, en general, y de los Parques Nacionales, en particular, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental y territorial, encuentran solución en la aplicación de prácticas eficientes en el uso del agua.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPAGAIN, A.K. AND HOEKSTRA, A.Y. (2004) *Water footprints of nations, Value of Water Research Report Series No. 16*, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands
- CHAPAGAIN, A.K., 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.
- HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. (2010): *Globalización del agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta*, Marcial Pons-Fundació Agbar, 223 pp.
- HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M. AND MEKONNEN, M.M. (2011). *The water footprint assessment manual: setting the global standard*. Earthscan, Earthscan, London.
- INE (2014). “Banco de Datos”. Instituto Nacional de Estadística, de cada país.
- MAESTU, J., GASCÓ, J.M., NAREDO, J.M. Y AGUILERA, F. (2001) “Water resources and water pollution” en Markandya, A. y Dale, N. (2001) *Measuring Environmental Degradation*, Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA, Edgard Elgar, pp. 304-316.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN y MEDIO AMBIENTE (2014). Memoria de la Red de Parques Nacionales 2013. Anexo fichas resumen de datos de los Parques, pp. 489
- NAREDO, J.M. (2008): “Costes y cuentas del agua. Propuestas desde el enfoque integrador”. Seminario “Costes y cuentas del agua en Cataluña, en relación con la Directiva Marco del Agua” Agencia Catalana del Agua.
- OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. (1999): “Recursos de agua «no convencionales» en España. Depuración y desalación”, en GIL OLCINA, A. y

- MORALES GIL, A. *Los usos del agua en España*, Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 203-252.
- OLCINA CANTOS, J. y MOLTÓ MANTERO, E. (2010): “Recursos de agua no convencionales en España. Estado de la cuestión, 2010”. *Investigaciones Geográficas*, 51. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, 131-163.
- OLCINA CANTOS, J. y SOTELO PÉREZ, M. (2013): “Las demandas de “Huella Hídrica” y su precio, en España: Diferencias territoriales”. *Anales de Geografía de la UCM*, vol.33, núm.2, 41-79
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A (2006): “Instrumentos para el estudio del Medio Ambiente: métodos para la valoración del coste ambiental”, *Estudios Geográficos*, LXII., 260; enero-julio, 201-228.
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A. (2009): “Las lógicas ilógicas del agua”. *Tribuna Complutense*.
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A. et alii. (2010): *La “Huella Hídrica” española en el contexto del cambio ambiental*. Fundación Mapfre. Madrid. 218pp.
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A. et alii. (2011): “*Huella Hídrica*”, *desarrollo y sostenibilidad en España*. Fundación Mapfre. Madrid. 425pp.
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A., TOLÓN BECERRA, A. y LASTRAS BRAVO, X. (2011) “Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso”. *Estudios Geográficos*. Volumen 72, nº 271. pp. 611-65
- SOTELO NAVALPOTRO, J. A., OLCINA CANTOS, J., GARCÍA QUIROGA, F. y SOTELO PÉREZ, M. (2012, B). “Huella Hídrica de España y su diversidad territorial”. *Estudios Geográficos*, volumen 73, pp. 239-272
- SOTELO NAVALPOTRO, J.A. (2012). “Tras las «Huellas» del agua en España”. *Apuntes de Medio Ambiente*, Boletín del Ilustre Colegio de Doctores y Licenciados, número 12.
- SOTELO PÉREZ, M. (2012): “Economía y “Huella Hídrica” en España (I)”. *Apuntes de Medio Ambiente*. Colegio Doctores y Licenciados, 17-21.
- SOTELO PÉREZ, M. (2013). “Economía y Huella Hídrica en España (II)”. *Apuntes de Medio Ambiente*, Boletín del Ilustre Colegio de Doctores y Licenciados, número 13.
- 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.
- WATER FOOTPRINT NETWORK (última consulta de la página web, julio del 2014); <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>