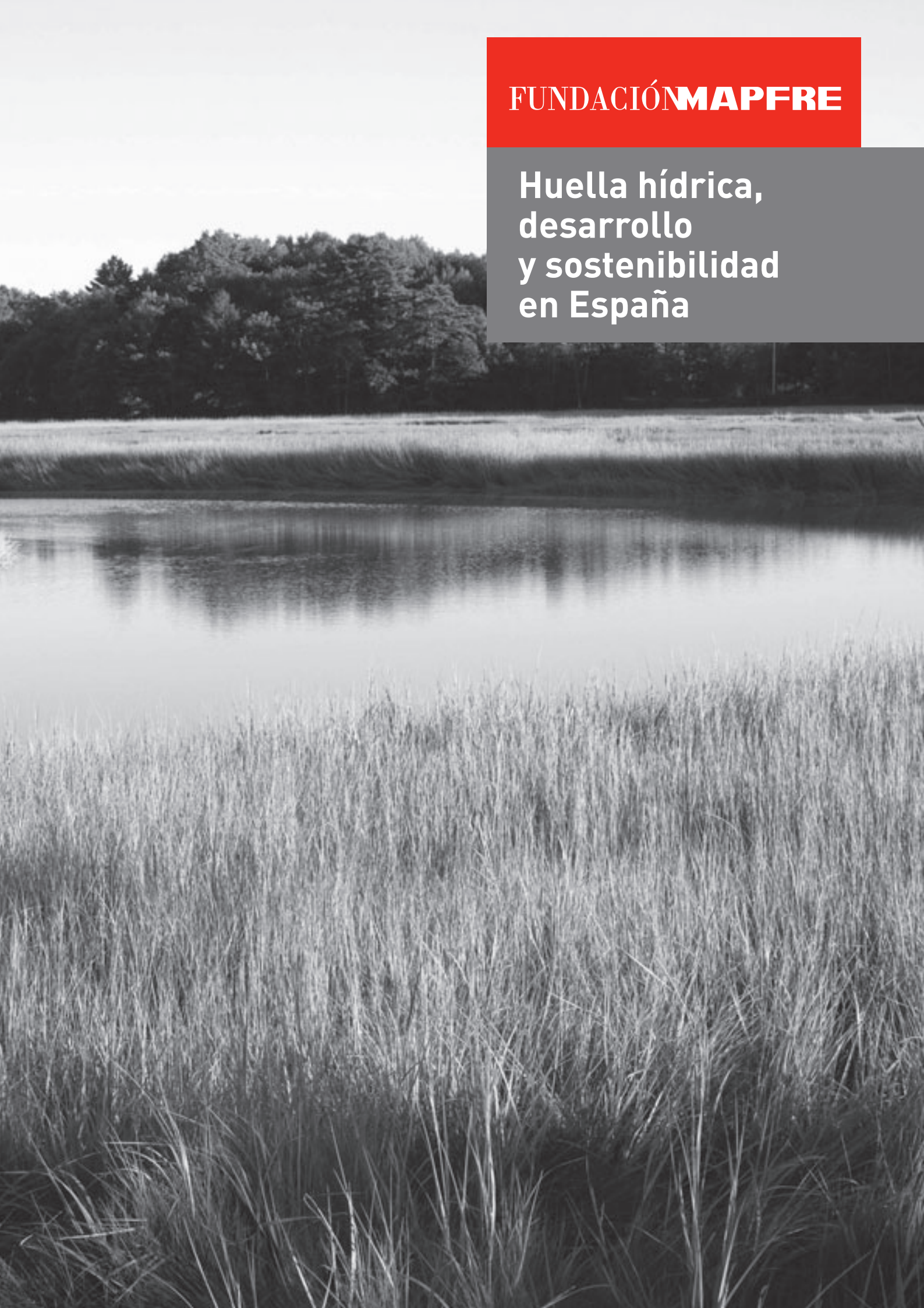
FUNDACIÓNMAPFRE

Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España



HUELLA HÍDRICA, DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA

Diciembre 2011

FUNDACIÓNMAPFRE

FSC
Fuentes mixtas
Producto proveniente de bosques bien gestionados y otras fuentes controladas

Elaboración:
José Antonio Sotelo Navalpotro
Jorge Olcina Cantos
Alfredo Tolón Becerra
José María García Alvarado
Xavier Bolívar Lastra Bravo
Fernando García Quiroga
María Sotelo Pérez
Ignacio Sotelo Pérez

Coordinación:
Fernando Camarero Rodríguez

Fecha:
Diciembre 2011

© FUNDACIÓN MAPFRE
Paseo de Recoletos, 23. 28004 Madrid (España)
Teléfono: 91 581 00 97
www.fundacionmapfre.com

ISBN: 978-84-9844-345-5
Depósito Legal: M-48591-2011

Impreso en LUFERCOMP, S.L.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en este estudio siempre que se cite su procedencia.

INDICE

PRÓLOGO ANTONIO GUZMÁN CÓRDOBA 9

PRÓLOGO JOSÉ ANTONIO SOTELO NAVALPOTRO 11

1. INTRODUCCIÓN 15

2. MUNDIALIZACIÓN VS. GLOBALIZACIÓN: LA "HUELLA HÍDRICA" EN LOS CONTEXTOS DEL DESARROLLO 21

2.1. Vertebración territorial y "Huella Hídrica" 24

2.2. "Huella Hídrica" y escala 28

2.2.1. La "Huella Hídrica" y las políticas de escalas 31

2.3. "Huella Hídrica": desarrollo frente a subdesarrollo 33

2.4. Las teorías del desarrollo, en los contextos medioambientales inherentes a la "Huella Hídrica" 36

2.5. Los efectos del cambio climático sobre los recursos y los riesgos del agua, en España 46

2.5.1. Cambio climático en España: reducción de recursos de agua e incremento de extremos hidrológicos 46

2.5.2. Efectos del calentamiento planetario sobre los elementos climáticos en España 46

2.5.3. Consecuencias del cambio climático sobre los recursos hídricos en España 51

2.5.4. Incremento de extremos hidrológicos: consecuencia preocupante del cambio climático 54

3. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE LA "HUELLA HÍDRICA": "HUELLA HÍDRICA", OFERTA-DEMANDA, ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y PRECIOS DE LA "HUELLA HÍDRICA" EN ESPAÑA 61

3.1. Metodologías de cálculo de la "Huella Hídrica" 61

3.1.1. Contabilidad de la "Huella Hídrica" 61

3.1.2. "Huella Hídrica" de un consumidor o, un grupo de consumidores 62

3.1.3. "Huella Hídrica" de un proceso y de un producto 63

3.1.3.1. De una etapa del proceso 63

3.1.3.1.1. "Huella Hídrica" azul 63

3.1.3.1.2. "Huella Hídrica" verde 63

3.1.3.1.3. "Huella Hídrica" gris 64

3.1.3.2. De un producto 65

3.1.3.2.1. Por cadena productiva en conjunto 65

3.1.3.2.2. Por etapas o procesos 65

3.2. "Huella Hídrica" dentro de un área geográficamente definida 66

3.3. Contabilidad de la "Huella Hídrica" nacional 67

3.3.1. El régimen contable de la "Huella Hídrica" nacional 67

3.3.2. Cálculo de la "Huella Hídrica" dentro de una nación 68

3.3.3. Cálculo de la "Huella Hídrica" de consumo nacional 68
3.4. Contabilidad de la "Huella Hídrica" en cuencas y demarcaciones hidrográficas 71
3.5. "Huella Hídrica" de la agricultura (WFAgr) 72
3.5.1. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UAAgr) 72
3.5.2. Flujo de agua virtual en la agricultura 73
3.6. Flujo de agua virtual en la agricultura 73
3.6.1. Contenido de agua virtual de un animal vivo 73
3.6.2. Contenido de agua virtual de los productos ganaderos 74
3.6.3. Flujo de agua virtual de los productos ganaderos 75
3.7. Flujos monetarios de la "Huella Hídrica" 76
3.8. Cálculo del precio de la "Huella Hídrica" 76
3.9. La oferta de "Huella Hídrica" en España 76
3.10. La demanda de "Huella Hídrica" en España 79
3.10.1. Demanda total de "Huella Hídrica" en España 81
3.10.1.1. Demanda de agua en los usos agrícolas 82
3.10.1.2. Demanda de agua en los usos industriales 83
3.10.1.3. Demanda de agua en los usos domésticos, turismo y servicios 84
3.11. Análisis coste-beneficio 85

4. ECONOMÍA Y "HUELLA HÍDRICA": OFERTA-DEMANDA, ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y PRECIOS DE LA "HUELLA HÍDRICA" EN ESPAÑA 89

4.1. Economía y "Huella Hídrida" 90
4.1.1. La oferta y la demanda de "Huella Hídrica", en España 94
4.1.1.1. Valor de uso o de no uso del agua, y de la "Huella Hídrica" 94
4.1.1.2. La política del agua y la "Huella Hídrica" española 96
4.1.1.3. La Directiva Marco del Agua; repercusiones de su implantación en la oferta y la demanda de "Huella Hídrica" 97
4.1.1.4. La tarificación del agua en España 100
4.1.2. La oferta de "Huella Hídrica" en España 103
4.1.2.1. Cálculo de la Oferta de "Huella Hídrica" española 104
4.1.2.1.1. La Oferta de "Huella Hídrica" en España, por sectores actividad 107
4.1.2.1.2. La Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas 110
4.1.3. La "Huella Hídrica" y la demanda de agua en España 116
4.1.4. La demanda de "Huella Hídrica" en España 122
4.1.4.1. Demanda total de "Huella Hídrica" en España 123
4.1.4.2. Demanda de agua en los usos agrícolas 126
4.1.4.3. Demanda de agua en los usos industriales 131
4.1.4.4. Demanda de agua en los usos domésticos, turismo y servicios 137
4.2. Análisis "Coste-Beneficio" y "Coste-Eficiencia" de la "Huella Hídrica" en España 140
4.2.1. El Análisis Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica" en España 142
4.2.1.1. Definición de Coste y Beneficio de la "Huella Hídrica" 143
4.2.1.2. Características básicas del Análisis Coste-Beneficio 144
4.2.1.2.1. El excedente total como medida de costes y beneficios de la "Huella Hídrica" 145
4.2.1.3. Metodología de cálculo del Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica" en España, por sectores económicos 146
4.2.1.4. Análisis Coste-Eficiencia 149
4.2.1.4.1. El concepto de eficiencia en la realidad compleja de la "Huella Hídrica". 149
4.2.2. Resultados del Análisis Coste-Beneficio y Análisis Coste-Eficiencia de la "Huella Hídrica" en España 151
4.2.2.1. Análisis de los Costes de la "Huella Hídrica" en España 151
4.2.2.2. Resultados Finales de los Costes-Beneficios de la "Huella Hídrica" en España 159
4.3. El precio de la "Huella Hídrica" en España: diferencias territoriales 163
4.3.1. El "precio de la "Huella Hídrica" en España 164

4.3.2. El régimen económico del Agua en España 165
4.3.3. Análisis territorial de los "precios de la "Huella Hídrica" en España 167
4.3.4. Los "precios de la "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas 169
4.3.5. Un breve análisis prospectivo 203

5. LA "HUELLA HÍDRICA" Y LAS GRANDES CIUDADES ESPAÑOLAS 207

5.1. "Huella Hídrica" y sostenibilidad en las ciudades españolas 212

5.2. ¿Las ciudades las más translimitadoras en recursos hidricos? 230

5.3. Estudio de caso: acercamiento a la ciudad región de Madrid 236

5.4. Abastecimiento y saneamientos urbanos: Madrid Comunidad vs. Ciudad 236

5.5. La compleja realidad de la "Huella Hídrica" de la ciudad de Madrid 240

6. "HUELLA HÍDRICA" Y ESCALA: LAS DIFERENCIAS TERRITORIALES DE LAS DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS DE ESPAÑA 259

6.1. La "Huella Hídrica" de las demarcaciones hídrográficas españolas 264

6.1.1. Demarcaciones Hidrográficas Intracomunitarias 279
6.1.1.1. Demarcación hidrográfica de Galicia-Costa 279
6.1.1.2. Demarcación hidrográfica de las Cuencas Internas del País Vasco 283
6.1.1.3. Demarcación hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña 285
6.1.1.4. Demarcación hidrográfica de las cuencas Atlánticas de Andalucía 288
6.1.1.4.1. La demarcación hidrográfica Guadalete-Barbate 290
6.1.1.4.2. Demarcación hidrográfica Tinto-Odiel y Piedras 291
6.1.1.5. Demarcación hidrográfica de las cuencas Mediterráneas de Andalucía 292
6.1.1.6. Demarcación hidrográfica de las Islas Baleares 294
6.1.1.7. Demarcaciones hidrográficas de las Islas Canarias 297
6.1.1.7.1. Demarcación hidrográfica de Gran Canaria 299
6.1.1.7.2. Demarcación hidrográfica de Fuerteventura 300
6.1.1.7.3. Demarcación hidrográfica de Tenerife 301
6.1.1.7.4. Demarcación hidrográfica de El Hierro 302
6.1.1.7.5. Demarcación hidrográfica de La Gomera 302
6.1.1.7.6. Demarcación hidrográfica de La Palma 303
6.1.1.7.7. Demarcación hidrográfica de Lanzarote 304
6.1.2. Demarcaciones Hidrográficas con Cuencas Intercomunitarias situadas en territorio español 305
6.1.2.1. Demarcación hidrográfica del Guadalquivir 305
6.1.2.2. Demarcación hidrográfica del Segura 308
6.1.2.3. Demarcación hidrográfica del Júcar 311
6.1.3. Demarcaciones hidrográficas correspondientes a las cuencas hidrográficas compartidas con otros países 314
6.1.3.1. Parte española de la demarcación hidrográfica del Miño-Limia 315
6.1.3.2. Parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico 318
6.1.3.2.1. La demarcación hidrográfica del Cantábrico Occidental 319
6.1.3.2.2. La demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental 320
6.1.3.3. Parte española de la demarcación hidrográfica del Duero 320
6.1.3.4. Parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo 324
6.1.3.5. Parte española de la demarcación hidrográfica Guadiana 327
6.1.3.6. Parte española de la demarcación hidrográfica Ebro 330

6.2. Estudio de caso de la "Huella Hídrica" en la demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas: la agricultura intensiva en la comarca del Poniente Almeriense 332

6.2.1. Caracterización de la agricultura intensiva en la comarca del Poniente Almeriense 334
6.2.1.1. Caracterización geográfica del Poniente Almeriense 335
6.2.1.2. Evolución de la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense 338
6.2.1.3. Factores de la agricultura intensiva en el Poniente 339
6.2.1.4. Caracterización de los invernaderos en el Poniente 340
6.2.1.5. Problemas ambientales derivados de la agricultura intensiva 341
6.2.1.5.1. Residuos sólidos en la agricultura intensiva del Poniente Almeriense 341

6.2.1.5.2. Contaminación por el uso de fertilizantes 342
6.2.1.5.3. Contaminación por uso de fitosanitarios 342
6.2.1.5.4. Consumo de agua y problemas ambientales por su exceso 343
6.2.2. Características básicas de los cultivos del Poniente Almeriense 343
6.2.2.1. Características agronómicas y requerimientos edafoclimáticos 343
6.2.2.1.1. Tomate 343
6.2.2.1.2. Pimiento 344
6.2.2.1.3. Pepino 345
6.2.2.1.4. Calabacín 346
6.2.2.1.5. Sandía 346
6.2.2.1.6. Melón 347
6.2.2.1.7. Berenjena 348
6.2.2.1.8. Judía verde 348
6.2.2.2. Fertirrigación y enfermedades de los cultivos del Poniente Almeriense 349
6.2.2.3. Superficies y rendimientos de los cultivos del Poniente Almeriense 350
6.2.2.4. Materias primas empleadas durante la producción 353
6.2.2.4.1. Plásticos de cubiertas 354
6.2.2.4.2. Fertilizantes 354
6.2.2.4.3. Fitosanitarios 356
6.2.2.5. Cálculo de la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del poniente almeriense 356
6.2.2.5.1. Metodología y datos para el cálculo de la "Huella Hídrica" 356
6.2.2.5.2. Balance hídrico de la producción agrícola del poniente almeriense 358
6.2.2.5.2.1. Requerimientos hídricos de los cultivos 358
6.2.2.5.2.2. Agua virtual de los productos del poniente almeriense 361
6.2.2.5.2.3. Consumo hídrico en la fabricación de plásticos de cubierta 362
6.2.2.5.2.4. Consumo hídrico en la fabricación de fertilizantes 362
6.2.2.5.2.5. Consumo hídrico en la fabricación de envases de fitosanitarios 363
6.2.2.5.2.6. Consumo de la población 363
6.2.2.5.2.7. Exportación e importación de los productos del poniente almeriense 365
6.2.2.5.2.8. "Huella Hídrica" 365
6.2.2.5.2.9. Eficiencia monetaria 366
6.2.2.6. Balance hídrico macro del poniente almeriense 367
6.2.2.6.1. Balance general de los acuíferos 368
6.2.2.6.2. Infraestructuras hidráulicas de las principales comunidades de regantes 370
6.2.2.6.2.1. Comunidad de regantes Sol y Arena 370
6.2.2.6.2.2. Comunidad de regantes Solponiente 371
6.2.2.6.3. Infraestructuras de captación y distribución 372
6.2.2.6.3.1. Pantano de Benínar 373
6.2.2.6.3.2. Desaladora del campo de Dalías 373
6.2.2.6.3.3. Estaciones depuradoras de aguas residuales (Edar) 374
6.2.2.6.3.4. Embalse de cuevas de Almanzora 375
6.2.2.6.3.5. Otras obras previstas 375
6.2.2.6.4. Conclusiones sobre el balance hídrico del poniente almeriense 376

7. UN PUNTO Y SEGUIDO: ALGUNAS CONCLUSIONES ABIERTAS 377

8. BIBLIOGRAFÍA 385

9. REFERENCIAS 413

10. ÍNDICE DE TABLAS 417

11. ÍNDICE DE FIGURAS 421

PRÓLOGO

En los últimos años, 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 la definieron 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. Esta situación se ha acentuado en los últimos años con el incremento del consumo derivado de los desarrollos urbanos, agrícolas, industriales y turísticos. El seguimiento de los recursos hídricos naturales permite prevenir situaciones de escasez que determinen la aplicación de las medidas necesarias para gestionar correctamente los recursos, tal y como se recoge en el Banco Público de Indicadores Ambientales (BPIA).

Desde FUNDACIÓN MAPFRE deseamos subrayar la importancia de investigaciones como las que se iniciaron con la "Huella Hídrica española en el contexto del cambio ambiental" o el propio libro que ahora presentamos: "Huella Hídrica, Desarrollo y Sostenibilidad en España". Su común denominador lo encontramos en la investigación de un conjunto de indicadores que contribuyan al conocimiento de los aspectos más destacables en la totalidad o en parte del agua del territorio español, en general, y de su Huella Hídrica, en particular. Todo ello sin olvidarnos, como recoge el "Perfil Ambiental de España" que en 2011, se cumple el décimo primer 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 2015. 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 a los que se hace referencia, directa o indirecta, en la presente investigación.

Consciente de la magnitud del esfuerzo que supone una publicación de estas características, agradecer la dedicación y sacrificio personal al director y a todos los autores de la obra de cuya primera lectura podemos 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.

Antonio Guzmán Córdoba
Director General del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente
FUNDACIÓN MAPFRE

PRÓLOGO

Afirma Ban Ki-moon que uno de los problemas más alarmantes que encara el mundo de hoy es conseguir suficiente agua potable para todos los habitantes del planeta. Más de 1.700 millones de personas no disponen de un suministro adecuado de agua potable. Más de 3.000 millones de personas no cuentan con los medios de saneamiento adecuados (retretes y alcantarillado), y por lo tanto corren el riesgo de que su agua se contamine. En la India, por ejemplo, ciento catorce pueblos y ciudades vierten directamente en el Ganges excremento y orina humanos, así como otras aguas residuales sin depurar. De esta manera, la búsqueda de soluciones a semejantes problemas, pasa por poner en práctica medidas encaminadas a mejorar la cantidad y la calidad de los recursos hídricos, así como el uso eficiente del agua y la depuración de aguas y vertidos. La supervivencia, el bienestar y el desarrollo socioeconómico de toda la humanidad es un requisito fundamental tener garantizado el acceso a un suministro suficiente de agua potable. Sin embargo, continuamos actuando como si el agua dulce fuera un recurso abundante e inagotable.

Tal y como recogemos en la presente obra, el análisis y la interpretación de la "Huella Hídrica" en el ámbito de la mundialización vs. globalización, nos aproxima a la realidad vivida durante la primera cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en la que se diagnosticaron los principales males que acechaban a nuestro planeta. La señal de alarma se hizo oír entonces: el agua potable escasea, los bosques desaparecen, decenas de especies vivas están en vías de extinción, la pobreza más absoluta se ceba en más de mil millones de seres humanos. Todo ello sin olvidarnos que el uso eficiente del agua debe concretarse de manera especial en la modernización de los sistemas de riego, en la mejora de los sistemas de riego, en la mejora de las redes de conducción de agua y en la racionalización del consumo urbano. Además como señalan los profesores Miguel Sánchez y Alfredo Ollero *(Agua y medio ambiente en España: diagnóstico y perspectivas de algunas líneas de acción.,* Investigaciones Geográficas, nº 51, pp. 53-79., 2010) el uso eficiente del agua, la depuración,…, el tránsito hacia el buen estado ecológico de las masas de agua debe apoyarse en la protección o conservación de los sistemas naturales en buen estado y la restauración o rehabilitación de los que están sensiblemente alterados. Todo ello sin olvidarnos de que el agua no existe en estado puro en la naturaleza, dada su facilidad para disolver una gran cantidad de sustancias químicas. Pero son las distintas actividades humanas las principales causantes de la contaminación de las aguas tanto continentales como marinas.

Las necesidades de agua del ser humano dependen del clima y de la actividad física, y fundamentalmente del nivel de vida. De esta forma podemos afirmar, que el agua no es ajena a una realidad marcada por una economía cada vez más mundializada, envuelta en la ola de la globalización, aparecen una serie de efectos contrapuestos donde las posibilidades de mejorar el bienestar pueden ser superadas ampliamente por la fractura de la cohesión social, al aumento de las disparidades entre clases sociales y una mayor degradación ecológica del planeta. Es por esto por lo que, debemos valorar las posibles alternativas desde conceptos como Huella Ecológica, "Huella Hídrica",… Todo ello sin olvidarnos que a lo largo de los últimos años asistimos a una cierta revalorización del papel que ejerce el espacio en el análisis socio-económico. Los procesos de reestructuración productiva y globalización socioeconómica en curso de realización están asociados a transformaciones espaciales de primer orden, por lo que es necesario alcanzar nuevos enfoques en los análisis de las consecuencias que las nuevas realidades generan. A esto hay que añadir que es necesario diseñar nuevas políticas y estrategias de actuación más imaginativas y dinámicas que, basadas en la racionalidad y la solidaridad, ofrezcan soluciones viables. Se superan así visiones tradicionales y simplistas en las que el espacio era entendido sólo como mero escenario que actuaba de soporte para el desarrollo de los procesos sociales y económicos y, cada vez más generalizadamente, los científicos sociales, desde diversas interpretaciones y disciplinas, consideran al espacio como un elemento activo que constituye una parte importante de tales procesos y que contribuye, además, a la generación de ventajas competitivas. Nos encontramos ante un nuevo

modelo económico de producción, consumo y distribución mediante la adopción de nuevas pautas económicas y sociales que permitan engranar armónicamente la economía mundial con la ecología global. Conseguir que el Mundo sea más equitativo y sostenible implica cambiar el "sentido" de la sociedad industrial para cambiar el "metabolismo" del sistema económico y llegar a la integración de los factores ambientales y los principios de sostenibilidad del desarrollo en la toma de decisiones a todos los niveles y en todos los ámbitos, desde el local al mundial.

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.

Además, tal y como recogemos en nuestra presente investigación, España es uno de los espacios geográficos de Europa más afectado por los peligros de la naturaleza, merced a su propia posición geográfica, a su carácter de península rodeada de mares, a su topografía y a la ocupación humana, de época histórica, que se ha dado en su territorio. Sólo por efecto de la sismicidad y de las inundaciones, las pérdidas económicas registradas anualmente en España en el período 1987-2001 se elevan a 760 millones de euros, de las cuales el 98% corresponden a inundaciones, el principal peligro de la naturaleza en nuestro país. La Comunidad Valenciana, Cataluña, Baleares, Canarias, Andalucía y Murcia, han concentrado el porcentaje mayor del total de pérdidas económicas ocasionadas por peligros naturales, mayoritariamente por inundaciones, en España entre 1987 y 2001. Y se estima que las perdidas por inundaciones sigan siendo muy elevadas en España –especialmente en las comunidades autónomas señaladas– durante los próximos 30 años. En efecto, en el informe sobre pérdidas por terremotos e inundaciones en España elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España y el Consorcio de Compensación de Seguros en 2004, se calculan unas pérdidas económicas totales de 25.700 € (valor de € de 2002). (IGME y Consorcio de Compensación de Seguros, 2004). En el período 1995-2008 se registraron en España 897 víctimas mortales debidos a la acción de los peligros naturales (inundaciones, tormentas y temporales marítimos son los peligros naturales que más victimas ocasionan en nuestro país).

En nuestra investigación, el estudio 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). 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. La base de este trabajo es la aplicación de la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), actualizada en Hoekstra et al. (2009), y posteriormente en Hoekstra et al. (2011), donde se han establecido los estándares de cálculo a nivel mundial. Ésta metodología ha sido adaptada a los datos disponibles en España para realizar un análisis más detallado y preciso, a nivel municipal, provincial, autonómico y nacional, incorporando además el análisis por demarcaciones hidrográficas.

Por otra parte, señalar que desde finales del siglo XIX, la política española del agua ha girado alrededor de un objetivo único: proveer de agua a todos aquellos agentes que precisan de ella para desarrollar su actividad y, de manera muy especial, para la agricultura. El instrumento central de esta política ha sido las grandes obras hidráulicas, destinadas a transformar el "paisaje hídrico" y llevar el agua allí donde no la había. Ha sido, por tanto, una política esencialmente centrada en la oferta y que ha percibido el agua como un bien necesario independientemente de la actividad que la usara como materia prima. No se han considerado aspectos de demanda, de eficiencia económica o de coste de oportunidad. No se planteaba un análisis de la recuperación de costes de las inversiones públicas realizadas ni tampoco cómo introducir variables que reflejaran la relativa escasez del bien o la preeminencia económica de unas actividades sobre otras. Tampoco incorporaba cuestiones medioambientales, según las cuales otros agentes no humanos son también usuarios del agua y han de ser protegidos. Donde antes se

hablaba de zonas pantanosas insalubres, hoy se habla de humedales de gran valor ecológico. Mientras que a mediados del siglo XX se buscaba cómo desviar los ríos para evitar problemas de inundación o semejantes, hoy se considera que los ríos tienen una gran importancia para el desarrollo urbanístico y el paisaje de una ciudad (Del Moral y otros, 2003). En esta línea de actuación, el artículo 9 de la Directiva Marco del Agua, considera la importancia de tener en cuenta el principio de recuperación de costes y que los precios sirvan como incentivo para mejorar la eficiencia en el uso del agua así de esta forma coadyuvar a la consecución de los objetivos ambientales que propugna. De esta forma a la función básica de los precios del agua, que es la de cubrir los costes de los servicios, se le añade un nuevo papel como instrumento para proteger la calidad del agua y con ello contribuir a proteger también la salud de los ecosistemas y al desarrollo sostenible.

La presente investigación tiene como punto de partida el libro: "La Huella Hídrica española en el contexto del cambio global", inscrito en la la línea de investigación "Planificación Integral vs. Sistemas de Gestión Medioambiental", directriz del Grupo de Investigación de la Universidad Complutense de Madrid: "Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio", en cuyo seno se ha realizado el presente estudio, a cargo de los profesores e investigadores Jorge Olcina Cantos (Dr. En Geografía, Catedrático de la Universidad de Alicante), Alfredo Tolón Becerra (Dr. Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Almería), José María García Alvarado (Dr. en Geografía. Profesor Titular de la Universidad Complutense de Madrid), Xavier B. Lastra Bravo (Ingeniero Agrónomo, Investigador de la Universidad Politécnica de Almería), Fernando García Quiroga (Dr. en Geografía., Profesor Titular interino de la Universidad Complutense de Madrid), María Sotelo Pérez (Economista, Licenciada en Geografía por la Universidad Complutense de Madrid), Ignacio Sotelo Pérez (estudiante de Derecho, en la Universidad Complutense de Madrid), y, el que suscribe.

Nuestra investigación, abierta, no habría pasado de sus inicios sin la existencia de los proyectos auspiciados por FUNDACIÓN MAPFRE, sensible ante los problemas que rodean al agua; y la constancia, el esfuerzo, la dedicación e ilusión de Antonio Guzmán Córdoba y Fernando Camarero Rodríguez, a los que muestro nuestro agradecimiento.

José Antonio Sotelo Navalpotro
Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid
Director Adjunto del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (UCM)
Secretario del Comité Científico Español de IHDP

1. Introducción

Aproximarnos a la compleja realidad de la "Huella Hídrica" es tratar la dualidad "Huella Hídrica" vs. "desarrollo", en el contexto marcado por la "sostenibilidad", lo que supone cuando menos valorar los nuevos paradigmas ecológicos que coadyuvan a comprender la compleja evolución de las Ciencias Sociales en general, y de la economía y la geografía, en particular. Para economistas como Galbraith o Sen es necesario reconducir hoy la disciplina económica a la función que la vio nacer, es decir, a tratar de garantizar el futuro bienestar basándose en la racionalidad de las políticas y de los comportamientos presentes. En este sentido la economía y la geografía son campos en los que se han multiplicado las recetas y propuestas de solución ofreciendo novedosos paradigmas aún parciales y a veces inconexos entre sí que tratan de redibujar una perspectiva nueva, un nuevo paradigma como describiría Kuhn, desde la cual poder ampliar el concepto de economía o el de geografía, junto a las propias ciencias ambientales.

La racional separación del mundo real y el conceptual así como la concepción de la riqueza como exclusiva suma de intereses individuales a veces contrapuestos ha tenido al menos dos consecuencias sobre el posterior desarrollo de la teoría económica: considerar al mundo natural exclusivamente como fuente de recursos sustituibles sin límite, y definir al ser humano en exclusiva por sus necesidades y su producción. Esta doble reducción del objeto y del sujeto de la economía o de la geografía ha ido presentando fallos cada vez más llamativos que se han hecho evidentes especialmente cuando ambas se proponen como ciencias para manejar los recursos naturales y para evitar la degradación ambiental. De hecho, la respuesta de ambas ciencias a los problemas medioambientales propios de las aguas continentales debería mostra al menos las características siguientes: ser sintetizadoras, complejas, con valoración espacial y territorial, e introduciendo al ser humano como parte del problema.

Y es que las aguas continentales representan algo menos del seis por ciento del volumen total del agua existente en nuestro planeta. Este escaso porcentaje se reduce aún más si sólo se consideran los glaciares, lagos y ríos, ya que en su conjunto no alcanzan siquiera el dos por ciento. De aquí que al tratar de la "Huella Hídrica" y de los problemas inherentes a la temática general del agua, cobra notable interés la interrelación existente, o no, entre los "modelos territoriales" y los "modelos de desarrollo". Si la noción de desarrollo local es relativamente reciente, la discusión acerca del rol que juega lo local en la estructuración de la sociedad es antigua. Esta discusión presenta varias facetas. Una de ellas es la faceta científica. En este ámbito, a fines del siglo XIX y a principios del siglo XX, tiene lugar un debate importante provocado por la construcción de la sociedad moderna y la confrontación entre una concepción que da prioridad a la institucionalidad nacional, y otra que defiende las estructuras y los valores de base comunitaria: la oposición entre la *Gesellschaft* y la *Gemainschaft* de Tönnies en Alemania, y entre la sociología globalista durkheimiana y la geografía localista vidaliana en Francia. A la crítica durkheimiana, Vidal de la Blache responde: "La geografía es la ciencia de los lugares *(science des lieux)* y no la de los hombres". Por lugar, Vidal entiende una región definida como una unidad territorial

cuyos componentes físicos y humanos son específicos y distintivos, interrelacionados a través de lo que el designa como "géneros de vida" *(genres de vie)*. E. Howard propone la planificación de pequeñas ciudades llamadas *Garden Cities,* como respuesta a la acción destructiva de la industrialización y de su correspondiente urbanización. Las *Garden Cities* debían reunir las ventajas de la ciudad y del campo, situarse en las afueras de las grandes ciudades y permitir a la colectividad de trabajar y vivir en el mismo marco territorial. Se trataba de construir unidades territoriales de escala humana (ideales para valorar la "Huella Hídrica").

El estudio y análisis de la mencionada Huella en nuestro país, nos permite comprender que, el desarrollo local es el resultado de la voluntad de actores sociales, políticos y económicos de intervenir de manera activa en los procesos de desarrollo acaecidos en sus territorios y de influir en la reconversión de estos a la nueva economía, es decir a la economía del conocimiento. Más que a una teoría científica y rigurosa, el desarrollo local corresponde a una visión multidisciplinaria que incluye lo económico, lo político, lo social y evidentemente lo territorial. Esta visión instruye las formas recientes que toma la intervención en lo que respecta al ordenamiento y a la planificación territorial. El desarrollo local comprende los métodos que permiten enriquecer territorios empobrecidos como resultado de relaciones de desarrollo desigual y de las crisis que provocan los cambios recientes en el mercado. En el desarrollo de una colectividad –como se ha puesto de manifiesto, anteriormente–, el papel del territorio es fundamental, en la medida que este genera identidad, y que, como resultado de esta identidad, actores socialmente contrapuestos se asocian y se estructuran en forma sistémica. Plantearemos en este texto que el desarrollo local deja como principal resultado la constitución de sistemas locales de actores. Dicho de otra manera, si el desarrollo local es local, esto no se debe a la localización del desarrollo en un lugar determinado. Si así fuera, toda forma de desarrollo sería local, puesto que toda acción se lleva a cabo en un lugar determinado. Las acciones de desarrollo pueden ser caracterizadas como desarrollo local cuando generan o refuerzan dinámicas sistémicas de escala local. A partir de esta perspectiva se ve el papel activo del territorio en tanto que marco instituyente de arreglos sociales, de estructuraciones sociales cuyo origen se debe a la pertenencia territorial de los actores.

Diversos enfoques se han elaborado con el objeto de explicar o de tipificar este tipo de lugares (regiones, zonas, ciudades, barrios, etc.), donde el territorio local contribuye a establecer lazos entre actores socio-económicos y a instituir sistemas territoriales. Varios de estos enfoques han sido instrumentalizados por políticas de desarrollo local, dándole prioridad a factores diferentes. Observaremos de manera somera las principales proposiciones de los enfoques que nos parecen más importantes: el enfoque productivo, el de la innovación, el político y el social.

= El enfoque productivo

Persigue la puesta en práctica de "sistemas productivos locales", los cuales corresponden a configuraciones productivas basadas en la integración local de empresas y de actores socio-políticos (Lévesque et al., 1995). Varios términos han sido utilizados para designar estas configuraciones productivas, entre los cuales quizás el más conocido es el de "distrito". Este concepto fue utilizado por Beccatini (1992) para explicar el dinamismo económico de la llamada "tercera Italia". Beccatini ve en la colaboración entre las empresas, y en la colaboración entre éstas y la colectividad, un parecido con los "distritos industriales" detectados por Marshall.

El concepto de sistema productivo local se integra en una corriente teórica inspirada en la Escuela de la Regulación (Benko y Lipietz, 2000). Esta corriente ha dado lugar a trabajos mayores acerca del papel del territorio en las reestructuraciones del espacio fordista (Storper y Scott, 1989), de las "regiones ganadoras" (Benko y Lipietz, 1992) y de las convenciones que explican las variantes del desarrollo industrial (Salais y Storper, 1993).

Las proposiciones estratégicas planteadas sobre la base del concepto de sistema productivo local plantean la necesidad de reagrupar geográficamente a empresas y actores de una misma rama, a fin de producir una dinámica de desarrollo local. La premisa principal de estos trabajos sostiene que la proximidad espacial conduce a los actores socio-económicos a valorar la identidad territorial, y consecuentemente, a adoptar estrategias de gobernanza local con el fin de unificar la acción de los actores productivos y de las empresas, produciendo así las condiciones para el establecimiento de clusters productivos.

Estos trabajos sostienen que existe una relación entre proximidad espacial, innovación y dinamismo socio-económico en el contexto de la economía globalizada. Sin embargo, se ha demostrado también que esta relación no es automática; que para producir dinamismo económico, la proximidad espacial debe combinarse con otras formas de proximidad de tipo relacional. También se entiende hoy en día, tras diversos estudios de caso y de diversos análisis críticos –entre los cuales se distinguen los de May (1986) y Markusen (1996)–, que los sistemas productivos locales no se pueden analizar aislados de los otros componentes del espacio económico, y sobre todo, sin tener en cuenta su necesaria integración con las redes globales metropolitanas que teje la economía mundial.

= El enfoque político

A la hora de valorar la importancia de la "Huella Hídrica" de nuestro país, observamos que uno de los aspectos más novedosos residen en lo que llamamos enfoque político tiene su punto de partida en una visión de la economía política construida a partir del estudio del lugar (the political economy of place) en medios urbanos estadounidenses (Logan y Molotch, 1987). El concepto de base de este enfoque es el de "coaliciones locales de crecimiento" (growth coalitions), las cuales permiten la distinción de diferentes regímenes urbanos. Este enfoque, que pone en el centro del análisis el problema del poder –en particular del poder local– en el marco de la globalización (Stone, 1989), emerge en Estados Unidos en los años ochenta del pasado siglo y ha tenido gran influencia en los estudios urbanos (Booth y Jouve, 2005). El objetivo de los trabajos inspirados en él es el de comprender las reestructuraciones urbanas que se iniciaron en esa época en respuesta a la crisis de la base económica de las grandes ciudades industriales. El concepto de "coalición" es definido como el conjunto de redes formales e informales estructuradas entre los actores públicos y privados de una entidad territorial (Stone, 1989). La hipótesis principal de esta corriente plantea que las orientaciones y la eficiencia de las reestructuraciones puestas en práctica en las economías urbanas dependen del tipo y de la estabilidad de la coalición entre los actores socio-económicos que las llevan a cabo (fenómeno que, mutatis mutandis, se observa a lo largo de la presente investigación).

A partir de esta corriente, el concepto de coalición se puede definir como una configuración específica de actores susceptible de movilizar recursos internos y externos. Suele diferenciarse una tipología basada en tres criterios: la posición con respecto al mercado, las interrelaciones de los actores de la economía privada con las instituciones de gobierno y la participación ciudadana en la vida democrática. La aplicación de esta tipología establece que lo que domina en los procesos de desarrollo urbano en Estados Unidos es el corporatismo y el elitismo, de lo que se desprende la necesidad de instaurar coaliciones amplias e incluyentes.

= El enfoque de la innovación

Lo que llamamos enfoque de la innovación corresponde a trabajos que abordan el desarrollo local a partir del paradigma de la innovación. Este paradigma pone el acento en la importancia del conocimiento en la puesta en marcha de procesos innovadores. El conocimiento necesario para poner en práctica una innovación se construye colectivamente en un contexto reticular que incluye a productores y consumidores, a partir de una idea nueva que cambia las maneras de producir y de consumir de una colectividad y que la reconstruye en tanto que actor. Diversos autores han demostrado que la innovación y el dinamismo económico y social se producen en el marco de sistemas territoriales de innovación donde se combinan en interacción empresas privadas, instituciones públicas y centros de investigación científica de alto nivel. Este tipo de colaboración genera conocimiento y permite la valorización local del conocimiento así producido.

Se desprende de esto que el conocimiento no es solamente científico sino que también social, lo que plantea la necesidad de organizaciones de producción del conocimiento en interrelación con los actores sociales. La innovación tecnológica y la amplitud de su difusión dependen del nivel de estabilidad social y de equidad existente en una colectividad territorial. En esta relación juegan un papel fundamental el aprendizaje colectivo y su sedimentación en organizaciones que permiten construir sistemas de innovación de manera ascendente.

Investigaciones recientes han demostrado que, siendo crucial, la innovación tecnológica no es una solución idílica, que tiene también efectos negativos a diversas escalas y que en sí, no basta para es-

tructurar territorios innovadores. Es fundamental reintroducir lo social en el análisis de la innovación. El rol de las instancias públicas y los centros de investigación y de enseñanza, así como de las organizaciones públicas y socio-económicas es crucial en la gestación y en la difusión de las innovaciones tecnológicas. La estructuración de interrelaciones regionales y locales entre estos actores constituye la esencia de la "nueva trilogía" sobre la cual yacen los sistemas regionales de innovación.

= El enfoque social

Lo que llamamos enfoque social se basa en los trabajos que postulan que el territorio local es un marco generador de lazos sociales y de acción colectiva (Denieuil, 1997) en relación con los movimientos sociales (Klein, 1996). Según esta perspectiva, el sentimiento de pertenencia territorial crea espacios comunitarios adaptados a la sociedad moderna, diversificados e insertos de diversas formas en la sociedad global. Esto significa, en cierta manera, que la oposición sociedad-comunidad está sobrepasada, puesto que las comunidades actuales no tienen la mismas características descritas por Tönnies (Laville, 1997). También los movimientos sociales se reterritorializan, desarrollando acciones frente a oponentes locales, nacionales o incluso de nivel internacional, acerca de problemáticas locales (Klein, Tremblay y Dionne, 1997). La referencia local de los actores, es decir su identidad territorial, les lleva a realizar acciones colectivas con objetivos económicos inspiradas por la pertenencia a un territorio local, reconciliando así la economía y la sociedad (Sainsaulieu, 1997).

De esta manera, nos encontramos con un enfoque económico que recibe denominaciones diferentes (economía social, solidaria, comunitaria, popular), dependiendo de la realidad concreta de la que se trate (Favreau, 2005). Estas acepciones indican la existencia de matices importantes: la realidad económica, social e institucional no es la misma en Buenos Aires, Montreal, París, Dakar o Los Angeles, aunque el modo de vida urbano y la metropolización conlleven un cierto isomorfismo. Pero en todos los casos se hace referencia a formas de producción de la riqueza en la que participa directamente la colectividad utilizando modalidades asociativas, tanto en la producción de bienes y/o de servicios como en sus beneficios, y movilizando recursos ligados al capital socio-territorial de una colectividad local.

La transformación del movimiento social ligada a la acción colectiva de naturaleza económica tiene efectos tanto en lo que se refiere a la confrontación entre los actores sociales y sus oponentes, como en lo relativo a las formas que toma la acción colectiva. También se actúa en el marco de la producción tecnológica y de la inversión en empresas y emprendimientos cuyo objetivo es el mercado global. Pero la inserción en lo global no limita ni elimina el anclaje local de estas acciones.

Como es lógico pensar, la síntesis de lo productivo, lo político, lo tecnológico y lo social en la definición estratégica de lo local, es algo más que deseable. A pesar de sus diferencias, estos enfoques convergen en dos puntos. Por una parte, lo local no se puede definir en sí, sino que en su interrelación con redes globales. Por lo tanto, la delimitación de lo local es dinámica y no estática (ni estadística). Por otra parte, lo que acerca a los actores locales a pesar de la distancia social que puede separarlos, es su identidad territorial común, identidad por cierto exacerbada por la relación conflictiva con lo global.

Al tratar de la "Huella Hídrica" la noción misma de local no puede ser definida de una manera precisa. Por cierto, lo local está ligado con actores y sistemas locales, salvo que lo que es local para ciertos actores no lo es para otros. Las delimitaciones de lo local no son claras ni tampoco homogéneas para todos los actores de una colectividad. De esta manera, la colectividad local aparece como una base a partir de la cual se estructuran acciones; como una base de iniciativas tomadas por actores locales, de proyectos colectivos o individuales, los cuales, luego de una adhesión más amplia, se transforman en "acciones colectivas". La proximidad física, puesta de manifiesto por la identidad común, se transforma progresivamente en proximidad social. Es importante centrarse sobre la interrelación iniciativa/colectividad. Como hemos dicho, lo local no corresponde a un lugar determinado, sino que a un sistema de actores que se conciertan porque tienen una identidad común con respecto a un territorio, una conciencia territorial que les lleva a asociarse y a realizar proyectos en régimen asociativo. En este sentido, la inserción del territorio en lo que se designa como "nueva economía" o "economía del saber" es fundamental. Pero las condiciones para el desarrollo de un territorio deben ser múltiples, y la sola interrelación entre los actores locales no es suficiente para transformar "regiones perdedoras" en "regiones ganadoras", o lo que es lo mismo, territorio desarrollados –económicamente, hablando–.

Así, pues, entendemos el desarrollo local como un proceso de construcción de oportunidades, capacidades y derechos ciudadanos, en ámbitos territoriales y político administrativo de base (municipios), que deben constituirse en unidades de planificación, de diseño de estrategias y proyectos de desarrollo, a partir de los recursos, necesidades e iniciativas locales. Ello debe hacerse en correspondencia con las dinámicas del desarrollo sectorial, funcional y territorial, que se emprendan desde los poderes públicos, las organizaciones sociales y la empresa privada. Iniciar un proceso de desarrollo local debe permitir favorecer el crecimiento económico, la democracia política y el progreso social, de modo que se vaya alcanzando el desarrollo humano sostenible. El desarrollo local debe ser integral, es decir, el esfuerzo organizado de toda la sociedad local, haciéndose necesario un fuerte liderazgo.

En términos más generales;

- es un proceso de concertación entre los agentes –sectores y fuerzas– que interactúan en un territorio determinado, para impulsar, con la participación permanente, creadora y responsable de ciudadanos y ciudadanas,
- un proyecto común de desarrollo,
- que implica la generación de crecimiento económico, equidad, cambio social y cultural, sostenibilidad ecológica, enfoque de género, calidad y equilibrio espacial y territorial.
- con el fin de elevar la calidad de vida de cada familia, ciudadano y ciudadana que vive en ese territorio (haciéndose imprescindible conocer nuevos indicadores como la “Huella Hídrica”).

Esto supone:

- Una visión de mediano y largo plazo, que establezca el punto de llegada y el horizonte que determina y da sentido a las acciones del corto plazo y que permita avanzar de manera gradual.
- La concertación de los agentes locales con agentes regionales, nacionales e internacionales.
- La construcción de un nuevo Estado democrático y descentralizado.
- El reconocimiento de que la realidad es diversa. Se recupera el valor de las particularidades, potencialidades e identidades territoriales. El desarrollo local se vuelve un instrumento necesario en la gestión de la diferencia. Los procesos regionales y locales, con sus diferencias, pueden y deben ser motor del desarrollo nacional.
- Los municipios se ven como fuente de procesos y recursos que, si se generan las condiciones apropiadas, pueden contribuir al desarrollo nacional.

Por ello, respecto del análisis de la “Huella Hídrica”, la unidad básica en el desarrollo local es precisamente el municipio (en sus diferentes clasificaciones, en nuestro país), por las características que posee:

- Demarcación geográfica definida
- Gobierno con administración propia
- Población vecinal vinculada
- Patrón socio-productivo
- Dotación de recursos a utilizar
- Articulación regulada con las instancias públicas y privadas de mayor escala.

En no pocos casos, nuestros municipios se nos presentan como “cuerpos endémicos”, sumamente burocratizados e ineficientes en la provisión de servicios. Los municipios deben ser entendidos como un cuerpo debilitado por las políticas centralistas de las Comunidades Autónomas, que los consideran como instituciones inmaduras, a las cuales, desde esta lógica, sería irresponsable trasladarles mayores competencias y recursos. Los municipios son instituciones no lo suficientemente fuertes, pero con muchas potencialidades, a los cuales hay que fortalecer en sus componentes, recursos y capacidades, esenciales para el estudio y la investigación de la “Huella Hídrica” de España.

Para hacer ello posible, es necesario que desarrollen capacidades que les permitan trascender las tradicionales competencias que las asocian a la idea de una entidad prestadora de servicios públicos (limpieza, recogida de Residuos Sólidos Urbanos, etc.) y asuman un rol dinamizador de la economía local. Esto es lo que llamamos una gestión “territorializada”: desarrollo económico y social en el ámbito local. Solo así, los municipios no tendrán que acudir para su financiación a la recalificación de suelos –coadyuvando a la especulación urbana–; podrán mejorar la calidad de vida de sus vecinos y asumir un rol determinante en la promoción del desarrollo.

A lo anteriormente expuesto debemos añadir la valoración económica del medio ambiente, en general, y de la “Huella Hídrica”, en particular. Señala Azqueta (1997) que valorar económicamente el medio

ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia para la sociedad de modo que pueda ser comparado con otros componentes del mismo. Esta valoración debe responder tres preguntas fundamentales; ¿qué da valor al medio ambiente?, ¿quién expresa estos valores? y ¿cómo se expresan estos valores?, y como el mismo autor señala estas preguntas, especialmente la primera, no son tan sencillas de responder como pudiera parecer a primera vista, ya que en última instancia presuponen unos supuestos éticos y teóricos.

A la pregunta de ¿qué da valor al medio ambiente?, el análisis económico tradicional se encuentra en la órbita de lo que podría denominarse una *ética antropomórfica* extendida en la que la naturaleza tiene una serie de valores instrumentales par el ser humano, incluidas las generaciones futuras (Azqueta 1997), mientras que la economía ecológica parte de una ética biocéntrica intentando estudiar al hombre como integrante de ese ecosistema y sujeto a unas leyes que no dependen en última instancia de su voluntad ni de la instrumentalización que el hombre haga de la naturaleza. A la pregunta de ¿quien expresa el valor del medio ambiente?, la primera concepción económica afirma que los usuarios del mismo mientras que la segunda perspectiva afirma que dicho valor se inscribe dentro de un orden ecológico independientemente de quien lo exprese; y a la tercera pregunta de ¿cómo se expresan estos valores? la economía tradicional aplica el principio del soberanía del consumidor y de la democracia del mercado (Azqueta *loc cit*) mientras que la disciplina ecológica expresa como valor la cantidad de energía y la organización de los flujos ecológicos que permiten funcionar al sistema. En este ámbito, la "Huella Hídrica" de la Producción se nos presenta como una medida del agua utilizada en diferentes países, así como un indicador de la demanda humana de los recursos hídricos (Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y., 2004). Está compuesta por el volumen de aguas verdes (lluvia) y azules (extraída) consumido para producir bienes agrícolas de los cultivos y ganado, el mayor uso del agua, así como las aguas grises (contaminadas) que genera la agricultura y los usos domésticos e industriales del agua. Los países utilizan y contaminan volúmenes de agua muy diferentes. Y lo que es más grave, tienen niveles de estrés hídrico muy diferentes sobre los recursos. El estrés hídrico es la suma proporcional de las huellas hídricas azul y gris disponibles. Los países están experimentando actualmente un estrés de moderado a grave sobre las fuentes de aguas azules. Entre éstos se incluyen los productores de bienes agrícolas más importantes de los mercados nacionales y globales, como India, China, Israel y Marruecos. Esta presión sobre los recursos hídricos se acentuará con el aumento de población humana y el crecimiento económico, y se verá agravada por los efectos del cambio climático. Una limitación de este tipo de análisis es que se restringe a escala nacional, mientras que el uso del agua se realiza mucho más a escala local o de cuenca fluvial. De esta manera, países clasificados como sin estrés hídrico pueden tener áreas de mucho estrés y viceversa. Por esta razón, el análisis debe realizarse a escala local y de cuenca fluvial (en nuestra investigación utilizaremos la demarcación hidrográfica).

2. Mundialización vs. Globalización: la "Huella Hídrica" en los contextos del desarrollo

El análisis y la interpretación de la "Huella Hídrica" en el ámbito de la mundialización vs. Globalización, nos aproxima a la realidad vivida durante la primera cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en la que se diagnosticaron los principales males que acechaban a nuestro planeta. La señal de alarma se hizo oír entonces: el agua potable escasea, los bosques desaparecen, decenas de especies vivas están en vías de extinción, la pobreza más absoluta se ceba en más de mil millones de seres humanos, se está generando un calentamiento global,…

Los dirigentes del mundo habían admitido que "la causa principal de la degradación continua del medio ambiente mundial se debe a un esquema de consumo y de producción inviable, sobre todo en los países industrializados, extremadamente preocupante en la medida en que agrava la pobreza y los desequilibrios". Se adoptaron dos convenciones decisivas sobre los cambios climáticos y la biodiversidad, junto con un plan –llamado Agenda XXI– para generalizar el desarrollo sostenible. Éste se fundamenta en una idea muy simple: el desarrollo es sostenible si las generaciones futuras pueden heredar un medio ambiente que al menos sea igual al que han recibido de las generaciones precedentes, lo que supone la aplicación de tres principios: el principio de precaución que favorece una actuación más preventiva que restauradora; el principio de solidaridad entre las generaciones actuales y futuras, y entre todos los colectivos humanos del planeta; y el principio de participación del conjunto de agentes sociales que poseen mecanismos de decisión.

Diecinueve años más tarde, en numerosos campos, la situación no ha mejorado. Muy al contrario. Con la aceleración de la mundialización, el "esquema de consumo y de producción insostenible" incluso se ha reforzado. Las desigualdades han alcanzado niveles jamás conocidos desde la época de los Faraones. La fortuna de los tres individuos más ricos del mundo es superior a la riqueza acumulada por los habitantes de países más pobres... La mancha antiecológica del primer mundo sobre la biosfera se ha agrandado. Mientras los treinta países más desarrollados representan el 20% de la población mundial, producen y consumen el 85% de los productos químicos sintéticos, el 80% de la energía no renovable, el 40 % del agua potable. Y sus emisiones de gas por habitante, que producen efecto invernadero, comparadas con las de los países del Sur, son diez veces más elevadas...

Las más recientes investigaciones siguen insistiendo que en lo que va del siglo veintiuno el mundo sufre la plaga de una pobreza en aumento y una creciente brecha de desigualdades sociales entre ricos y pobres, conjuntamente con una continua degradación ambiental a escala planetaria (Foro Ambiental Mundial, 2010; PNUMA, 2011). Desde principios de los setenta del siglo pasado hasta la actualidad el medio ambiente ha soportado la agudización y aceleración de las presiones impuestas por un sistema socioeconómico que crece sin conciencia de los límites y que se ha mostrado claramente insostenible, ineficiente y poco equitativo. Un sistema, que en la centuria pasada se ha expandido con un enorme impacto ambiental por la cuadruplicación de la población y por un aumento de la producción económica mundial que se ha multiplicado por dieciocho y que todavía no apunta un cambio de rumbo firme hacia

el desarrollo sostenible global; muy al contrario, estamos viviendo una crisis económica que nos aleja cada vez más de la sostenibilidad. Pero más aun, con la tendencia de una economía cada vez más mundializada, envuelta en la ola de la globalización, aparecen una serie de efectos contrapuestos donde las posibilidades de mejorar el bienestar pueden ser superadas ampliamente por la fractura de la cohesión social, al aumento de las disparidades entre clases sociales y una mayor degradación ecológica del planeta. Es por esto por lo que, debemos valorar las posibles alternativas desde conceptos como Huella Ecológica, "Huella Hídrica", etcétera.

De esta manera, no podemos olvidarnos que las estrategias para tender hacia un mundo más seguro y más perdurable pasan por ambiciosos esquemas de cooperación para la reestructuración del "Eco-orden" mundial y la transformación estructural del sistema socioeconómico con enfoques de sostenibilidad (algo que en los momentos actuales, dista mucho de conseguirse). Ante esta situación, se atisban nuevos paradigmas para encarar los nuevos problemas mundiales ambientales, económicos y sociales y hacer frente a un porvenir cada vez más incierto. Entre las nuevas orientaciones que surgen para responder a la crisis, emerge de forma contundente la noción de "sostenibilidad", desde el contexto del agua, aproximándonos a la propia complejidad de la "Huella Hídrica", con el fin de configurar nuevos estilos de desarrollo y nuevos esquemas económicos capaces de sustituir a los modelos imperantes, que se han mostrado ecológicamente depredadores, socialmente injustos, económicamente inviables, así como claramente vulnerables.

Y es que la humanidad en los prolegómenos del actual siglo está angustiada por las amenazas que siente pesar sobre el medio ambiente. Hacía mucho tiempo que se había denunciado la degradación de determinados medios, pero los problemas han cambiado de escala. La lluvia ácida que dificulta la agricultura y arruina los bosques de Escandinavia, Europa central y el noreste de América del Norte no tiene origen local. Las grandes aglomeraciones humanas y las fábricas del Middel West y de la Europa noroccidental son responsables de emisiones que hacen que el vapor de agua de las nubes deje de ser neutro. El uso de lejías detergentes en las zonas urbanas y el empleo de dosis masivas de abonos en el campo cargan a las aguas de circulación superficial con tantos elementos favorables a la proliferación de la vida que las algas se multiplican y provocan la eutroficación de ríos, lagos y ciertos mares cerrados. Los problemas ecológicos ya no son locales. Exigen actuaciones a escala de la totalidad de las cuencas vertientes de los ríos, de los Estados ribereños de los mares cuyas aguas se remuevan poco, y de todas las naciones que contribuyen a la acidificación de las lluvias en el Antiguo y en el Nuevo Mundo.

La angustia está justificada por la ampliación de los daños ocasionados al medio ambiente. Lo está también por su carácter acumulativo. Los fertilizantes se infiltran en las capas freáticas, en donde se concentran, y a los que acaban de volver impropias para el consumo. Las emisiones gaseosas del mundo industrializado modifican de manera sensible la composición de la atmósfera. Las tomas efectuadas en los casquetes glaciares de Groenlandia y de la Antártida ponen de manifiesto el aumento regularmente acelerado, desde los inicios de la revolución industrial, de la cantidad de gas carbónico. Cabe preguntarse si estas transformaciones no van a provocar una conmoción irreversible de los climas por efecto invernadero y destrucción de la capa de ozono.

En el dominio biológico muchas evoluciones ya son irreversibles: el número de especies vegetales o animales desaparecidas, o amenazadas de desaparición, no deja de aumentar. El desarrollo del regadío determina, allí donde las aguas desembocaban en un mar interior, un descenso del nivel de éste, una disminución más drástica aún de su volumen y un crecimiento rápido de su salinidad: las condiciones del medio han sido modificadas tan profundamente en el caso del mar de Aral que la mayoría de las especies no han podido resistir.

Las modificaciones más dramáticas del medio ambiente, al menos las que son percibidas como tales, están vinculadas al contexto nuclear. La idea de que una guerra atómica conduciría a un invierno nuclear, defendida, inicialmente, por los climatólogos soviéticos, ha tenido un amplio eco en todo el mundo. Parece raramente irreversible una contaminación ordinaria: se suele saber que su duración será limitada. En el caso de la radiactividad, la reducción de emisiones no puede ser rápida. Para ciertos elementos, los periodos son muy largos. La catástrofe de Chernobyl, la primera de esta magnitud, ha hecho inutilizables por mucho tiempo extensas superficies. ¿Qué ocurriría si acaecieran accidentes a instalaciones nucleares todavía mayores? No nos atrevemos ni a imaginarlo, si bien aún no conocemos las consecuencias del drama que están viviendo las centrales nucleares de Japón.

Que los hombres y las mujeres se alarmen es fácilmente comprensible: la extensión en el espacio y en el tiempo de las contaminaciones y el carácter irreversible de algunas de ellas bastan para explicarlo. El eco que han encontrado en la opinión pública ciertos temas, demasiado técnicos para ser comprendidos por la mayor parte de los que hablan de ellos, invita, en todo caso, a ser prudentes. Se hablaría menos de ecología si las ideologías ecológicas no hubieran conocido tanto desarrollo.

Mundialización y globalización son procesos de similar estructura pero aplicada a campos categoriales diferentes. El término globalización se aplicaría a la categoría económica; con ella se designaría al proceso de totalización económica e instrumental, llevado a cabo sobre todo a raíz del hundimiento de la Unión Soviética y, con ella, la política bilateral de bloques de la «guerra fría» y la consolidación de un mercado mundial continuo, descolocación de las empresas multinacionales, abaratamiento de costos,...

La mundialización es un proceso literalmente opuesto al de la globalización. Y el único criterio de distinción relativa será éste: el globo es cerrado en sí mismo, mientras que el mundo desborda toda globalización.

Por ello, si la globalización se aplica a las categorías económicas, la mundialización desbordará estas categorías y acogerá a otras diferentes, de carácter social, político, religioso, cultural,...

La mundialización no es una categoría de la ciencia social definida por una construcción analítica. El término "mundialización", en primer lugar, desde una perspectiva económica, supone el desarrollo de intercambios y de la división mundial del trabajo, por una lado, y la globalización financiera, por otro. En segundo lugar, la puesta en cuestión de un Estado-nación que se mostraría impotente ante flujos que no puede controlar y, por último, una mundialización de la comunicación que desembocaría en la formación de una cultura mundial global ante la que parece imposible resistirse a la vista del poder y la capacidad de atracción de los grandes conglomerados mediáticos.

La globalización es un fenómeno, eminentemente, espacial; ocupa un espectro que iría, por un lado, de lo local a lo nacional, por otro, de lo supranacional a lo global. La globalización genera flujos de actividad, interacción y poder extrarregionales y transcontinentales; se trata de interconexiones en campos que van desde lo penal , a lo cultural, pasando por lo financiero y lo medioambiental (aunque para algunos estudiosos no deja de ser un mito; el actual orden económico mundial, considerado en términos históricos, seguiría lejos de estar estrechamente integrado, pues los flujos netos entre las principales economías son hoy notablemente menores a las de hace un siglo).

Estos campos se valoran según su alcance, intensidad, velocidad e impacto del cambio; observando en cada uno de ellos, al separarlos, diferentes formas históricas de globalización, en la intensidad del ritmo de los efectos, y subrayando la importancia de las interacciones sociales y de los flujos interregionales.

Además, a lo largo de las últimas décadas se ha generado un fenómeno que hasta ahora no se había dado: la reorganización de las economías nacionales con base en bloques mundiales de integración; los Estados-nación están en vías de transformación y algunos afirman que están en vías de desaparición ya que las nuevas estructuras de organización económica, de intercambio comercial, social, valorativo, cultural, educativo, medioambiental,..., se generan en bloques conformados por unidades "geoeconómicas mundiales" (sobre las que tienen notable influencia las grandes empresas multinacionales y algunas instituciones como el Banco Mundial, El Fondo Monetario Internacional o la Organización Mundial del Comercio).

Las dos catástrofes –bursátil y medioambiental– están evidentemente ligadas. Porque si, en parte, estos incendios son imputables a la sequía causada por un fenómeno climático cíclico denominado "El Niño", la principal razón del desastre reside en la política de deforestación masiva llevada a cabo desde hace decenios sobre la base de un modelo hiperproductivista, centrado únicamente en la exportación, especulativo y suicida. En nombre de una confusión interesada entre crecimiento y desarrollo, los Estados del Norte y del Sur prosiguen así la destrucción sistemática del medio natural. Los saqueos de todas clases infligidos a los suelos, a las aguas y a la atmósfera, se suceden. Urbanización galopante, deforestación tropical, contaminación de las capas freáticas, de los mares y de los ríos, recalentamiento del clima, empobrecimiento de la capa de ozono, lluvias ácidas: las poluciones ponen en peligro el porvenir de la humanidad.

Y es que, la "globalización está en boca de todos; es una palabra de moda que se ha convertido rápidamente en una contraseña, un encanto mágico, que supuestamente nos abre las puertas a todos los

misterios del presente y del futuro. El debate académico –señala la profesora Sara González– sobre la globalización apunta a que el fenómeno de la internacionalización del capital transforma profundamente la forma en la que concebimos el espacio. Algunos autores han proclamando el "fin de la geografía" o la "muerte de la distancia", una vez que la revolución en las tecnologías del transporte y la comunicación incrementan la hipermovilidad del capital que se libera de la "tiranía de la distancia" y ya nunca más está "atado al lugar". La generalización de Internet y otras tecnologías de la comunicación han contribuido a la creación de un "ciberespacio des-materilizado" en el que tienen lugar transacciones financieras (Harvey, 2000). Es también lo que Castells ha explicado como una transición desde el "espacio de los lugares" al "espacio de los flujos". En este nuevo contexto no son los "lugares", espacios cerrados, fijados territorialmente y limitados sino las redes flexibles, móviles y adaptables a través de las que se recrean las relaciones sociales. La sociedad se torna líquida (Bauman, 2000); asistimos a un cambio desde una modernidad sólida y pesada hacia otra que es ligera y líquida donde se imponen la velocidad de movimiento de las personas, el dinero, las imágenes y la información.

Lo que no hay que perder de vista, sin embargo, es que este nuevo capitalismo no es aespacial, sino todo lo contrario. El capital, por muy móvil, fluido o volátil que sea no puede vivir reproduciéndose en abstracto, sino que necesita, como dice Harvey, de sus "anclajes espaciales". Como también nos recuerda Massey (1995), aunque el capital sea cada vez más móvil, no debemos de olvidar que la fuerza de trabajo, es decir, los agentes que hacen posible la reproducción del capital, no son equiparablemente móviles. Sólo hay que recordar las inflexibles y rígidas regulaciones sobre la inmigración internacional. Así, resulta más fructífero analizar la globalización no tan sólo como un proceso que aniquila barreras geográficas sino como un fenómeno que fija y produce otras nuevas barreras y límites, creando nuevas fronteras de gobernabilidad. En esta nueva geografía del capitalismo se han analizado, sobre todo, las relaciones entre lo global y lo local. Caer en la simplificación de que la globalización se reduce a una relación dicotómica entre lo local y lo global restringe más que abre posibilidades al estudio de la globalización.

2.1. Vertebración territorial y "Huella Hídrica"

A lo largo de los últimos años asistimos a una cierta revalorización del papel que ejerce el espacio en el análisis socio-económico. Los procesos de reestructuración productiva y globalización socioeconómica en curso de realización están asociados a transformaciones espaciales de primer orden, por lo que es necesario alcanzar nuevos enfoques en los análisis de las consecuencias que las nuevas realidades generan. A esto hay que añadir que es necesario diseñar nuevas políticas y estrategias de actuación más imaginativas y dinámicas que, basadas en la racionalidad y la solidaridad, ofrezcan soluciones viables. Se superan así visiones tradicionales y simplistas en las que el espacio era entendido sólo como mero escenario que actuaba de soporte para el desarrollo de los procesos sociales y económicos y, cada vez más generalizadamente, los científicos sociales, desde diversas interpretaciones y disciplinas, consideran al espacio como un elemento activo que constituye una parte importante de tales procesos y que contribuye, además, a la generación de ventajas competitivas.

Con estos planteamientos de partida se están realizando análisis, desarrollando tesis e incorporando categorías conceptuales a las nuevas lógicas de articulación territorial asociadas a las transformaciones socioeconómicas (tal y cómo sucede con indicadores como la "Huella Hídrica"). Como señala Boisier, "nada ni nadie parece escapar a la máquina de los cambios..., ¿por qué no habrían de cambiar los conceptos y el modo mismo de generación y funcionamiento de los territorios organizados?" (Boisier, S., 1995, 5). La mayor parte de los análisis se centran básicamente en la relación innovación/globalización/territorio, considerando que en tales procesos se encuentra la clave de los cambios en las formas de acumulación, de la actual organización de las sociedades y de "la emergencia de una nueva Geografía del desarrollo capitalista" (Harvey, D., 1996, 245).

Y es que, la progresiva apertura de los mercados y las nuevas tecnologías de la información han propiciado un aumento sin precedente de flujos materiales e inmateriales y una creciente interdependencia entre territorios a escala mundial que desbordan las fronteras de las propias naciones, con la consiguiente pérdida del rol de los Estados; sin duda, la principal característica que singulariza a esta forma de funcionamiento socioeconómico es que cuenta con la capacidad para actuar como una unidad a escala mundial en tiempo real, es decir, que el tiempo se hace instantáneo a escala planetaria, lo que altera significativamente la relación espacio/tiempo.

De este modo, al espacio de flujos, de redes no hay que verlo únicamente como la nueva morfología socioterritorial de nuestras sociedades, sino también como la lógica dominante. En definitiva, una nueva lógica espacial está surgiendo, puesto que los flujos se entremezclan en una complicada malla de redes que resulta muy distinta a los hexágonos regulares de Christaller (Veltz, 1996). "La arquitectura de relaciones entre redes, decretada por la velocidad de la luz operando en las tecnologías de la información configura procesos y funciones dominantes en nuestras sociedades" (Castells, M., 1996, 470).

Dado que la intensidad y frecuencia de interacción entre dos puntos o nodos de una red es más corta, frecuente o intensa si ambos pertenecen a la misma, resulta fundamental la forma en que cada ámbito se incluye o excluye en el espacio de las redes. Esto se traduce en un cambio importante en la lógica de articulación territorial: las relaciones de polo a polo, *las relaciones horizontales,* describen mejor la realidad actual que *las relaciones verticales,* jerárquicas entre el polo y su hinterland. El espacio organizado según la distancia es continuo y jerarquizado. El espacio organizado en redes es discontinuo y fragmentado. En este último sentido, Pradilla (1997) llama la atención sobre el hecho de que la totalización y la fragmentación constituyen dos características contrapuestas y simultáneas del nuevo modelo. Martner (1995) también insiste en ello.

Al llegar a este punto, resulta imprescindible plantear la relación que se establece entre *el espacio de los flujos y el espacio de los lugares, entre el territorio-red y el territorio-superficie,* puesto que dichas relaciones preocupan muy especialmente a los investigadores, al considerarlas clave para la interpretación de las estructuras territoriales.

El espacio de redes está basado en la multiplicación de flujos entre nodos, en los que se ejercen las principales funciones que rigen los comportamientos de la economía y la sociedad a escala mundial, convirtiéndose, por tanto, en la forma espacial dominante de articulación del poder; pero no puede olvidarse que junto a dicho *espacio de flujos* sigue presente el *espacio de lugares,* aquel en el que se desarrolla la vida cotidiana de la gente y en el que se establecen, por tanto, las principales relaciones entre las personas. El primero, pese a su indudable potencia, es un espacio abstracto, el segundo es un espacio concreto y, por eso, mucho mejor percibido. Castells resume todo esto de la siguiente manera: "El espacio del poder y la riqueza es proyectado a través del mundo, mientras la vida de la gente está arraigada en lugares, en su cultura, en su historia" (Castells, M., 1996, 415).

En la misma línea señala Dollfus que el tiempo y la distancia local no significan lo mismo ni tienen igual naturaleza que el tiempo y la distancia mundial. El mismo autor considera absolutamente necesario contemplar estas dos lógicas para poder comprender la realidad a distintas escalas espaciales, pues "el conocimiento de las situaciones locales exige descubrir y analizar la forma en que los procesos de mundialización se internalizan en los lugares" (Dollfus, O., 1997, 113).

Con sentido más crítico Milton Santos centra la atención en la tensión creciente que se establece entre *lo global y lo local,* al imponerse la lógica dominante. "Existe un conflicto, que se agrava, entre un espacio local vivido por todos los vecinos y un espacio global regido por un proceso racionalizador y un contenido ideológico de origen distante, que llega a cada lugar con los objetos y las normas establecidos para servirlos. De ahí el interés de recuperar la noción de espacio banal, es decir, el territorio de todos..., y de contraponer esa noción a la noción de redes, o sea, el territorio de aquellas formas y normas al servicio de algunos" (Santos, M., 1996, 128).

En el intento de buscar un concepto que recoja y refleje esta doble lógica territorial, A. Morita, directivo de la empresa japonesa SONY, empezó a utilizar el término *glocalización.* Aunque criticado por algunos, sobre todo por la fonética de la palabra (Veltz, P., 1996; Boyer, R., 1997; Dollfus, O., 1997), su uso se está generalizando, tanto por parte de los estudiosos (Swyngedouw, E., 1997) como de los políticos y las instituciones.

Todo lo expuesto, no debemos olvidarlo, se concreta en el aumento de las desigualdades territoriales, que se manifiestan con formas nuevas. En efecto, los nodos que conectan las redes, entre los que discurren los principales flujos, son los que concentran una parte cada vez más importante de la riqueza y del poder. En ellos se localizan las funciones de dirección, gestión, control, producción de conocimientos e innovación –llamadas por algunos *funciones comando* (Magnaghi, 1981)–, que son las más necesitadas de centralidad y las que rigen el funcionamiento socioeconómico. Estos nodos o *ciudades globales* (Sassen, S., 1991) en un reducido número (Nueva York, Londres y Tokio, según Sassen) juegan el papel de centros rectores del nuevo modelo espacial. Como contrapunto, aquellos ámbitos que se

encuentran desconectados de las redes, no es que actúen como subordinados, es que se quedan al margen y son excluidos del nuevo sistema-mundo. Las desigualdades se manifiestan, por consiguiente, por el grado de integración o exclusión de los distintos ámbitos al sistema socioterritorial dominante.

En relación con lo anterior, Veltz (1996) se cuestiona la pérdida de pertinencia del modelo centro-periferia. Argumenta que dicho modelo está basado en la existencia de fuertes relaciones entre espacios, aunque éstas sean desiguales, mientras que el nuevo modelo provoca la división y la exclusión de determinados ámbitos a los que deja completamente al margen. *"La segregación disociada* reemplaza cada vez más a la *segregación asociada... existiendo una diferencia radical entre un espacio dominado/dependiente y un espacio excluido"* (Veltz, P., 1996, 57 y Damette, F., 1995, citado por Veltz, 1996).

Asimismo, pierde también sentido la tradicional contraposición entre áreas rurales, consideradas como espacios dominados, y áreas urbanas, tenidas como espacios dominantes, pues tanto en uno como en otro tipo de áreas pueden distinguirse ámbitos integrados en la sociedad global de otros que quedan excluidos.

Ante este orden de cosas, ciertos autores no se han limitado a analizar las distintas características que presenta la lógica socioeconómica y territorial dominante, sino que proponen interpretaciones de carácter más genérico de las que se han recogido aquí algunas muestras.

M. Castells (1988,1995 y 1996) es uno de los que se han convertido en referente obligado en este tipo de investigaciones. Partiendo de la base de que asistimos a un proceso de transformación profunda de la economía, la sociedad y el territorio, asociado a las nuevas tecnologías de la información –a las que considera básicamente responsables de las formas de acumulación en esta nueva fase del capitalismo–, utiliza una nueva categoría conceptual: *sociedad informacional,* para hacer referencia al modelo socioespacial que ahora surge. Según Castells, la progresiva dominación del espacio de flujos sobre el de los lugares "es una forma de soslayar los mecanismos históricamente establecidos de control social, económico y político por parte de las organizaciones detentadoras del poder. Como la mayor parte de esos mecanismos de control dependen de instituciones sociales de base territorial, escapar a la lógica social inherente a cualquier lugar particular se convierte en el medio de conseguir la libertad en un espacio de flujos conectado tan sólo a otros detentadores del poder que comparten la lógica social, los valores y los criterios operativos institucionalizados (Castells, M., 1995, 484).

De acuerdo con la práctica totalidad de los analistas interesados en estos temas, piensa Castells que aunque los efectos de este modelo alcanzan a todo el planeta, su funcionamiento sólo concierne a aquellos ámbitos integrados en las redes; pero dado que la posición de éstos respecto a dichas redes es estructuralmente inestable, se altera de forma constante la división internacional del trabajo. "Así el nuevo sistema económico global es al mismo tiempo altamente dinámico, altamente exclusivista y altamente inestable en sus fronteras" (Castells, M., 1996, 102).

Para Veltz "el verdadero problema es aprender a pensar el mundo de otro modo que como un mosaico de zonas" (Veltz, P., 1996, 12). El territorio es un elemento clave que ayuda a comprender las contradicciones producidas por los grandes procesos en curso, y para entender las relacionadas con el territorio hacen falta imágenes nuevas. En este sentido, utiliza la *metáfora del archipiélago.* Los flujos económicos se concentran en el seno de una *red-archipiélago* de grandes polos en la que las relaciones de radio largo (entre polos, relaciones horizontales) son más fuertes que las de radio corto (de los polos con su hinterland, relaciones verticales). Los polos son las islas o espacios emergentes que conforman el archipiélago, mientras los ámbitos que no se integran en la red quedan excluidos del sistema conformando el espacio sumergido, los fondos marinos.

Esta metáfora del archipiélago está siendo muy aceptada y utilizada, a veces con ligeras modificaciones. Así, Dollfus señala que *"el archipiélago megalopolitano mundial* formado por un conjunto de ciudades que contribuyen a la dirección del mundo es una creación de la segunda mitad del s. XX y uno de los símbolos más fuertes de la globalización... Las megalópolis crean excelentes ligazones con otras islas del archipiélago megalopolitano mundial" (Dollfus, O., 1997, 25-26). Por su parte, Pradilla sostiene que " los territorios homogeneizados por el capital, los incluidos en la acumulación de capital a escala mundial, no son continuos, su reducido número los sitúa como *islotes* de prosperidad en el *mar* creciente del atraso" (Pradilla, E., 1997, 46).

La metáfora del archipiélago está siendo también utilizada en estudios de carácter empírico, como marco interpretativo que permite lecturas del territorio mucho más dinámicas y actualizadas (Geoideia,

1994). Lacour (1996) se sirve así mismo de una metáfora para interpretar los fenómenos ocultos o latentes de las dinámicas productivas y territoriales. Según indica este autor, aunque su metáfora nace en principio para interpretar únicamente los procesos de desarrollo local, posteriormente se amplía, ofreciendo una manera alternativa de articular una teoría del desarrollo. Como señala Lacour, su metáfora está basada en las placas tectónicas de los biofísicos. La *tectónica de los territorios* hace referencia a las fracturas, mutaciones y trastornos ocurridos durante las últimas décadas, puesto que pueden considerarse la base que explica más o menos contradictoriamente las dinámicas territoriales más recientes. "Es necesario conocer y comprender los mecanismos latentes, las transformaciones pasadas y sordas que permanecen; como las placas tectónicas, ejercen su presión, desarrollan sus fuerzas, formando nuevas configuraciones, tendiendo a coexistir. Lo mismo si hay una explosión o una erupción, la materia está en constante actividad" (Lacour, C., 1996, 28).

FIGURA 1. Territotio vs. Actividades Económicas

Nuevos problemas socioeconómicos y territoriales	• Nuevas formas de desigualdad. • Marginación y exclusión social y territorial. • Insuficiente número de empleos/precarización laboral y fragmentación de los mercados de trabajo. • Economía sumergida. • Deterioro ambiental. • Huella ecológica, "huella hídrica", huella del carbono,…
Nuevo marco teórico	• Nuevas lógicas socioeconómicas y territoriales. • Alteración relación espacio/tiempo. • Contraposición espacio de flujos/espacio de lugares. • Territorio como factor de desarrollo.
Nuevos temas de investigación	• Generación/difusión de innovaciones. • Globalización económica. • Nuevas estrategias empresariales. • Nuevas actividades emergentes (agrarias, industriales, comerciales). • Integración intersectorial/cadenas productivas. • Redes de empresas. • Nuevas lógicas territoriales a diversas escalas. • Relación global/local.
Nuevos métodos y técnicas de análisis	• Búsqueda de fuentes e indicadores alternativos. • Nuevas técnicas de análisis (sig, teledetección). • Nuevas clasificaciones de las actividades (según funciones) intensidad tecnológica, cuotas de mercado). • Nuevas tipologías territoriales.
Nuevas políticas de promoción y ordenación	• Utilización imaginativa, racional, equilibrada y dinámica de todos los propios recursos. • Políticas horizontales/sectoriales. • Creación de sistemas regionales de innovación. • Apoyo a pimes y a la formación de redes empresariales. • Iniciativas/asistencia. • Atención al medio ambiente. • Nuevas formas de planificación y ordenación del suelo empresarial.

Fuente: CARAVACA, I. (1998). Los nuevos espacios ganadores y emergentes., EURE (Santiago) v.24 n.73.

Mientras se consolida la nueva lógica territorial, en la que la importancia de cada ámbito se mide por su grado de articulación al espacio de redes, se desdibujan los rasgos del modelo anterior y ciertos territorios pierden su papel hegemónico, llegando a entrar a veces en decadencia, mientras otros, antes secundarios o marginales, se convierten en protagonistas (Caravaca, I. 1998). Ante este orden de cosas, no es de extrañar que, junto a las diversas interpretaciones de la lógica socioeconómica que ahora surge y a aquellas otras que pretenden hacer una lectura del territorio más adecuada a la misma, se hayan ido incorporando también a los análisis nuevas categorías de ámbitos que pueden ser considerados como espacios emergentes. Conceptos como los de *ciudades globales, regiones urbanas, medios innovadores, espacios de la innovación, regiones inteligentes, sistemas productivos locales, distritos industriales o ejes de desarrollo* se convierten en referente obligado, centrándose en ellos la atención de una buena parte de las investigaciones, ya se trate de estudios de carácter teórico o de análisis empíricos.

Pierde así sentido, por ejemplo, la oposición urbano-industrial-progreso/rural-agrario-atraso, en favor de una organización del espacio mucho más compleja y de la redistribución en el mismo de las actividades y de las funciones. Procesos de difusión espacial de la industria provocan el deslizamiento de determinadas actividades hacia ámbitos periféricos, ya se trate de países subdesarrollados, regiones atrasadas, coronas metropolitanas, ciudades medias o incluso áreas rurales, pero, a su vez, tiene lugar una concentración creciente de las industrias asociadas a las nuevas tecnologías en los llamados *medios innovadores* y de las funciones de dirección, investigación, gestión y control en las *regiones urbanas.* Como señala Milton Santos, "el espacio se organiza conforme a un juego dialéctico entre fuerzas de concentración y dispersión. En este período las fuerzas de concentración son poderosas, pero las de dispersión son igualmente importantes" (Santos, M., 1996, 78). Es lo que Castells (1985) llamó en su momento *concentración descentralizada.*

Aunque el carácter de espacio emergente que puede competir con ventaja en la economía-mundo sigue asociado a la posición que ocupa cada ámbito en la división interterritorial del trabajo, esta posición no está basada ya en el nivel de industrialización ni en la oposición simplista urbano/rural, norte/sur o centro/periferia, puesto que se producen movimientos de difusión industrial a todas las escalas, tanto el norte como el sur están internamente diversificados y existen varios tipos de centros y varias clases de periferias (Castells, M., 1996).

La lógica socioespacial asociada a esta nueva fase del capitalismo provoca, pues, cambios en la división interterritorial del trabajo, basada ahora sobre todo en la competitividad y en la capacidad de cada ámbito para conectarse a los principales flujos e insertarse en las redes. De tal modo que los nuevos espacios ganadores y emergentes están bien articulados al sistema global y actúan como nodos que conectan los flujos y las redes. Son las *islas en el archipiélago mundial* (Veltz, P., 1996), las *zonas luminosas* que destacan frente a las *opacas* (Santos, M., 1996) y en definitiva, *las regiones que ganan* (Benko, G.; Lipietz, A., 1994) en esta fase del desarrollo capitalista.

Son estos espacios los más valorados para la localización de las actividades económicas más dinámicas y, por tanto, donde se crean fundamentalmente los empleos. Pero los flujos de capital, las inversiones, no sólo se dirigen prioritariamente a ellos por contar con recursos, infraestructuras y equipamientos, así como mercados de trabajo y consumo, sino por la existencia de una atmósfera social que contribuye a potenciar la generación de conocimientos, el intercambio de información y la capacidad de innovación; son ventajas competitivas dinámicas que poco tienen que ver con las tradicionalmente llamadas comparativas (cuyo carácter es estático).

2.2. "Huella Hídrica" y escala

Cobra relativa importancia, desde esta perspectiva, el concepto de escala. Las bases de la idea de la escala pueden ser encontradas en las discusiones que alrededor del concepto de "localidad" tuvieron lugar en la década de los ochenta en el ámbito académico anglosajón y más concretamente en la sociología, la geografía y la economía; el debate sobre la localidad puso al frente la cuestión sobre el nivel de abstracción a la hora de realizar análisis geográficos. Como también comentó Massey (1994, p. 86), un análisis sobre el desarrollo desigual del capitalismo tiene que ver con el descubrimiento de que hay más puestos de trabajo en un sitio que en otro, pero no nos dice nada sobre la relación entre la desigualdad y sus causas en las estructuras profundas de la organización de la sociedad. Este concepto de escala ha sido aprehendido por los debates que podríamos llamar neo-marxistas que tratan hoy en día de explicar los cambios espaciales en la organización del capitalismo una vez que se ha roto el consenso fordista que funcionaba mayoritariamente alrededor del Estado-Nación.

Este debate sobre el desarrollo desigual del capitalismo y las aportaciones del concepto de escala ha tomado una dimensión considerable. Las discusiones en las revistas académicas en inglés son frecuentes sobre todo en Progress in Human Geography, Political Geography, European Urban and Regional Studies, International Journal of Urban and Regional Research o Antipode. Sin embargo, o quizá por esta misma razón, es difícil encontrar una definición lo suficientemente convincente y que muestre la complejidad del concepto de escala. Una de las definiciones más amplias que podemos encontrar en este cuerpo de literatura es la que nos ofrecen Delaney y Leitner (1997, p. 93) cuando indican que la escala geográfica se refiere a "una jerarquía entrelazada de espacios definidos que difieren en su tamaño: local, regional, nacional o internacional". Al igual que Smith (1984) estos auto-

res también nos hablan de las escalas urbana, global y nacional como las principales. Según estas definiciones, por lo tanto, la escala puede entenderse como una especie de límite o borde en el que envolvemos fenómenos sociales, una "tecnología para limitar" (Herod y Wright, 2002, p. 6), áreas o unidades espaciales. El debate sobre la escala ha recogido las reflexiones de autores neo-marxistas como Lefebvre, Smith y Harvey y sus preocupaciones por el desarrollo desigual del capitalismo a través del espacio. Como Smith, Harvey también entiende que el capitalismo es inherentemente contradictorio y que se mueve entre, por un lado, la lógica de la expansión y movilidad y, por otro, la necesidad de fijación para la construcción de infraestructuras que permitan su acumulación. En otras palabras, aunque el capital, idealmente se movería continuamente hacia allí donde le resultara más beneficioso reproducirse (menores costes laborales, mejor acceso a redes de distribución…), sin embargo, necesita fijarse en espacios concretos para construir las fábricas, las carreteras, los puertos y aeropuertos que le permiten seguir acumulándose. Es decir, el capital, como dice Harvey, no puede vivir sin sus "anclajes espaciales" y, una vez tras otra el capital se vuelca en la reorganización geográfica (tanto la expansión como la intensificación) como una solución parcial a sus crisis. El capitalismo, por lo tanto, construye y reconstruye una geografía a su propia imagen. El capitalismo, mediante las prácticas reproducidas por los hombres y mujeres (trabajadores, inversores, consumidores, empresarios, etcétera), construye una especie de segunda piel compuesta de una forma territorial distintiva y formada por infraestructuras de transporte, formas institucionales y regulatorias que le permiten circular libremente y acumularse. Pero como decía Smith, esta segunda piel espacial se organiza y agrupa alrededor de ciertas escalas que temporalmente adquieren una "coherencia estructural" (Harvey, 1985). Esta "coherencia estructural" es alrededor de la cual el capital adquiere por fin una especie de alivio y puede reproducirse salvando y canalizando sus contradicciones. En otras palabras, podríamos decir que es la escala en la que los actores capitalistas pueden relacionarse con menores costes alrededor de un proyecto común.

Nos encontramos ante un nuevo modelo económico de producción, consumo y distribución mediante la adopción de nuevas pautas económicas y sociales que permitan engranar armónicamente la economía mundial con la ecología global. Conseguir que el Mundo sea más equitativo y sostenible implica cambiar el "sentido" de la sociedad industrial para cambiar el "metabolismo" del sistema económico y llegar a la integración de los factores ambientales y los principios de sostenibilidad del desarrollo en la toma de decisiones a todos los niveles y en todos los ámbitos, desde el local al mundial.

En este marco debemos entender las actuales orientaciones de la "geografía y de la economía" para el desarrollo sostenible. Es una reorientación en una doble dimensión. Por un lado, desde la presente economía productiva para reorientar el sistema económico bajo los principios y valores de la sostenibilidad, lo que supone ir frenando y ajustando progresivamente los insostenibles modos de producción, consumo y distribución mundiales en términos de velocidad, cantidad, calidad, seguridad y redistribución. (Jiménez Herrero, 1996).

Por otro lado, desde la teoría económica dominante, la reorientación exige una amplia visión que ayude a repensar lo económico en clave de sostenibilidad, concebir la economía como un subsistema del ecosistema global y entretejer la "lógica de lo económico" en la "lógica de la biosfera".

Es algo más que una simple reforma del modelo económico vigente. Se trata de lograr una profunda transformación de la organización social y de la actividad económica. Y, al mismo tiempo, asumir una visión postmoderna de la Economía para abrir las puertas a un nuevo enfoque científico basado en la ciencia post-normal. Es decir, un enfoque identificado como una evolución y ampliación de la ciencia tradicional para adecuarla a las condiciones del presente, con el reconocimiento de la incertidumbre y la ignorancia, y su empeño en gestionar el bien común".

Lo interesante de los conceptos de "anclaje espacial" y "coherencia estructural" es que justamente llaman la atención sobre la constante dinámica en la cual se mueve el capital: entre la movilidad y la fijación, donde el equilibrio temporal alrededor de una forma territorial concreta es tan sólo una tendencia o un objetivo. Sobre la base de esta idea Swyngedouw (1997, p. 146) sugiere que "la escala representa exactamente este compromiso socio-espacial temporal que contiene y canaliza el conflicto". Esta es quizá la base conceptual de la idea de la escala de la que parten los ulteriores debates. La escala es, por lo tanto, el ámbito geográfico en que en un determinado momento se produce una cierta coherencia y fijación de los procesos de acumulación del capital.

Brenner (1999, p. 433), siguiendo a Smith y a Lefebvre, propone que en vez de hablar de "anclaje espacial" resulta más apropiado imaginarse un "anclaje escalar" más general, compuesto por formas de organización territoriales que incluyen aglomeraciones urbano-regionales, instituciones estatales y la economía global y que entrañan, pero trascienden, la escala urbana. Se trataría de un "andamio geográfico socialmente producido sobre, en, y a través del cual las diferentes formas del capital son sucesivamente des- y re-territorializadas". La naturaleza contradictoria de las relaciones sociales en un sistema capitalista implica que el capital experimenta continuamente procesos de re y des-territorialización a través del espacio. Con el tiempo, sin embargo, estos procesos llegan a un punto en el pueden adquirir una cierta coherencia y carácter fijo y se convierten en una especie de "infraestructura geográfica" o "andamiaje geográfico" a través del cual el capitalismo se acumula. Esta coherencia y estabilidad, como sabemos, es siempre temporal y el capitalismo atraviesa también crisis, tendencias desestructurantes y períodos de inestabilidad cuando la configuración-escalar sobre la que se basa también se reorganiza, creando un nuevo andamio para una nueva ola de crecimiento capitalista" (Brenner, 1999, p. 434).

De forma similar, Brenner y Theodore (2002, p. 7-8) (siguiendo a Schumpeter) proponen comprender este fenómeno como un proceso de "destrucción creativa", que tiene lugar cuando "la configuración de la organización territorial que soportaba la ronda previa de expansión del capitalismo es desechada y reconstruida para establecer un nuevo enrejado localizacional para el proceso de acumulación". Es decir, como apuntaban Moulaert y Swyngedouw (1989, p. 330), "la producción del espacio, se convierte en parte integral del régimen de acumulación. Cada régimen produce un modo específico de organización espacial profundamente diferente del anterior. Cada régimen crea nuevas o renovadas formas de crisis espacial".

Es igualmente interesante destacar, en el tratamiento de la "Huella Hídrica" en relación con el territorio, la denominada Regulación, una de las teorías heterodoxas de economía política, que se ha interesado particularmente por la configuración escalar del fordismo y los procesos de reorganización de este andamiaje geográfico con la crisis fordista. Al analizar los cambios en la configuración territorial del sistema capitalista en clave evolutiva se ha añadido una dimensión temporal al concepto de escala. En consonancia, Jessop (2000a) propone el concepto de "anclaje espacio-temporal", que se refiere a los límites no sólo espaciales sino también temporales alrededor de los cuales la coherencia estructural relativa se asegura. Las escalas y horizontes temporales alrededor de los cuales se construye este anclaje, así como el alcance de su coherencia, varían a través del tiempo.

De hecho, no debemos olvidarnos que la propia organización espacial y tecnológica del fordismo escondía las bases de su crisis. De acuerdo con Swyngedouw (1989), el Modo de Regulación Fordista escondía, entre otras, una contradicción espacial inherente ya que a la vez que la regulación estaba basada a nivel del Estado-Nación, la producción y la división del trabajo se habían internacionalizado hacia países menos industrializados. Esto resultó en una estructura de producción piramidal y en mercados de trabajo segmentados. Poco a poco la relativa fijación del entorno social y construido de las áreas centrales de producción del fordismo (como aglomeraciones urbanas o regiones industriales), cuya base económica había sido seriamente minada por la crisis fordista, obstaculizó su reconstrucción según los nuevos requerimientos más flexibles (Íbid). Así, el anclaje espacial de "plantas de producción gigantes rápidamente llegó a sus límites, mientras que grandes partes del capital de producción permanecieron inmovilizados como capital fijo" (Moulaert y Swyngedouw, 1989, p. 333). La crisis del fordismo implicó también un "re-escalamiento significativo de una serie de prácticas regulatorias. Los códigos regulatorios, normas e instituciones se alteraron espacialmente de una escala a otra" (Swyngedouw, 1997, p. 156).

Aunque existe un relativo consenso entre académicos de que el modelo fordista ya no es hegemónico como forma de organización económica y social (Amin, 1994), no existe un acuerdo en la literatura sobre el tipo de andamiaje espacial que se ha ido consolidando progresivamente. La narrativa del "Nuevo Localismo" o "Nuevo Regionalismo" (Lovering, 1995, 1999) ha defendido que, en un régimen de acumulación más flexible como el post-fordista, las regiones y las localidades están tomando un papel más importante como sitios de regulación. Desde la AR, sin embargo, estas afirmaciones se han tomado con relativa precaución. Lipietz (1993) es reacio a aceptar una serie de afirmaciones que provienen de estudios tan dispares como los "distritos industriales" en Italia, las tesis de Piore y Sabel sobre la acumulación flexible y las teorías sobre el crecimiento de las aglomeraciones urbanas de la

Escuela Californiana (Scott, Storper o Walker). Según Lipietz (1993), estos trabajos son demasiado limitados y no tienen en cuenta que algunos de estos casos son especialmente particulares y no generalizables a todo un posible nuevo régimen de acumulación. Además, Lipietz también coincide con Swyngedouw (1989) en apuntar que el viejo fordismo, la producción en masa, y las grandes fábricas no han desaparecido del todo y por lo tanto no es acertado hablar de la desaparición total de este modelo, sino que es más productivo analizar los procesos que existen en la actualidad sin tenerlos que encajar en un modelo fordista o post-fordista. Según Lipietz (1993), el problema detrás de las tesis del "Nuevo Localismo" es que intentan buscar patrones regulatorios coherentes, cuando simplemente todavía no existe un nuevo modelo de desarrollo en el que cristalicen nuevas formas espaciales. "Es mucho mejor" para Lipietz "estudiar las formas vivientes de regulación que se están posicionando, que pensar en su coherencia".

La conclusión es, más bien, que la crisis de la infraestructura escalar del consenso fordista no ha cuajado (quizá todavía) en una nueva forma espacial. De hecho, según Painter y Goodwin (1995, p. 335), "esperamos que los procesos y tendencias regulatorias se desarrollen desigualmente y resulten en una compleja serie de intersecciones y superposiciones de geografías de regulación", sin una forma espacial definitiva y completa. Así, los procesos de re-escalamiento actuales son mejor entendidos como parte de lo Jessop llama la "relativización de la escala". De acuerdo con esta tesis, aunque la escala nacional ha perdido la condición de primacía que tenía durante el fordismo, "no hay una escala política o económica (sea esta mundial, local o urbana) que haya logrado una hegemonía parecida en el actual período postfordista" (Jessop, 2000, p. 104). Lo que ocurre, sin embargo, es que estamos asistiendo a una proliferación de escalas parciales, territoriales o telemáticas (como el ciberespacio o Internet).

2.2.1. La "Huella Hídrica" y las políticas de escalas

Si, como hemos visto, desde la economía política se ha analizado la creciente complejidad de la geografía escalar del capitalismo, en los últimos años también ha habido un giro en los estudios territoriales y urbanos hacia un concepto más fluido y relacional del espacio, donde las ciudades, por ejemplo, se analizan no como meros contenedores fijos y sólidos de la vida social sino como lugares complejos y sujetos a múltiples interpretaciones (tal y como podremos comprobar al tratar de la "Huella Hídrica" de las ciudades españolas). De forma pareja Massey ha defendido también un concepto de espacio o lugar que no tiene esencia, que es fluido y contestado, y que se está incrustado de forma compleja en geografías existentes de poder y que es experimentado de forma diversa por diferentes personas. Como reflejo de estas reflexiones ha surgido también una concepción anti-esencialista de las escalas; en otras palabras un "descubrimiento" de que las escalas no son algo que nos viene dado externamente, sino que es fruto de nuestra propia interacción social. Consecuentemente, el hecho de que una cierta actividad tenga lugar a una cierta escala territorial es algo que viene determinado, como dice Peck, por las condiciones específicas de cada momento y lugar:

Esta aproximación al estudio de las escalas ha sido denominada de forma general "la política de escalas" en una creciente literatura, sobre todo en la geografía política. Esta expresión fue por primera vez usada por Neil Smith, para expresar un movimiento desde la idea de las escalas geográficas como plataformas de circulación del capital, hacia las escalas como marcos para una gama más amplia de actividades sociales y luchas políticas (Brenner, 2001, p. 599). Generalmente, se ha utilizado para sintetizar la visión de que las escalas se construyen socialmente y que pueden, por lo tanto, cambiar a lo largo del tiempo a través de la contestación socio-política. Se trata de una evolución desde la percepción de las escalas como algo fijo a su análisis como algo relacional.

Grosso modo, al tratar de índices como la "Huella Hídrica", las escalas no se nos presentan ontológicamente dadas de antemano, sino que son "constructores" sociales. Smith (1984, p. 136), en su trabajo sobre el desarrollo desigual del capitalismo a través de las escalas, observó que "el punto vital es no tomar estas escalas simplemente por sentado, por muy evidentes que aparezcan, sino entender sus orígenes, determinación y coherencia interna". Es decir, que las escalas, como la urbana, regional, nacional, o cualquier otra, no existen ahí fuera como parte del paisaje esperando a que las descubramos, sino que son expresiones mismas de la organización de procesos sociales. En otras palabras, las escalas no existen en una especie de limbo previo a la interacción social, esperando a ser utilizadas en las relaciones sociales sino que son la propia expresión de estas relaciones.

Relacionado con esta primera premisa, está el hecho de que la localización escalar de funciones político-económicas, es algo histórica y geográficamente contingente. Como hemos visto recientemente, la política monetaria, función tradicionalmente asociada con el Estado-Nación, ha pasado a ser una función supra-estatal desde la entrada en funcionamiento del Euro. Del mismo modo, Cox aporta la idea de que las políticas locales tengan que tener lugar en una escala local. "La política local", de acuerdo con Cox "puede ser metropolitana, regional, nacional o incluso internacional, en la medida en que diferentes organizaciones intentan asegurar aquellas redes de relaciones a través de las cuales los proyectos pueden realizarse".

En una aproximación como la que propone Swyngedouw, la escala local o regional no son contenedores en los que tienen lugar luchas y conflictos sociales, sino que son nuestro propio punto de partida en la investigación en la que nos preguntamos cómo se construye una escala y consecuentemente con qué enredos escalares nos encontramos. Es decir, las preguntas de investigación en esta perspectiva de política de escalas deben comenzar por cuestionar la propia escala en la que tienen lugar los procesos sociales que nos interesan y nunca dar por sentada su localización espacial. Nuestra curiosidad analítica tiene que dirigirse a descubrir los procesos sociales que transcienden una escala. El objeto de la investigación debe actuar como una ventana a través de la que nos asomamos a la complejidad en la que los procesos sociales se desenvuelven a través de escalas. Al tratar de la *"Huella Hídrica"* las narrativas escalares se nos muestran como historias que justifican, enmarcan y dan coherencia a la emergencia de una escala como un ámbito de movilización política, tal y como podremos observar a lo largo del presente estudio. En este contexto de globalización, por lo general, estas narrativas son discursos relativamente simples, que presentan la realidad en términos dicotómicos: antes/después, industrial/post-industrial, local/global,…, y la organizan mediante una estructura lógica entre sus diferentes momentos. Ninguna de estas narrativas pretende ofrecer una visión compleja de los cambios escalares en el sistema capitalista. Se limitan, sin embargo, a resumir la realidad en historias fáciles de entender que proveen del suficiente poder explicatorio a los actores para justificar sus acciones. Estas narrativas sobre la globalización, como "El Nuevo Localismo", "el fin del estado-nación", "las ciudades globales" o "la ciudad postindustrial" funcionan como fantasías que nos ayudan a organizar nuestras acciones y a demarcarlas espacialmente en una época de profundos cambios, como los que nos encontramos al tratar de la "Huella Hídrica".

Desde un punto de vista crítico lo que resulta interesante es que estas narrativas pueden reflejar y de hecho reproducir una cierta ideología promoviendo ciertos comportamientos políticos y económicos y desaconsejando otros. Las narrativas escalares del "fin del Estado", "nuevo regionalismo", "espacio de los flujos"o "muerte de la distancia" que forman parte del complejo guión de la globalización, proveen del discurso explicatorio necesario para justificar el estilo emprendedor de los políticos locales que, según la narrativa, cada vez se encuentran más a la merced de la globalización. De acuerdo con Sparke (2003, p. 374), la retórica de la globalización, promociona la idea que "la interdependencia económica se enmarca en un espacio global suave y descentralizado, una visión aplanada del espacio global que se refleja y reproduce en metáforas-conceptos como "campo de juego raso" o "espacio de flujos". Es decir, que el capital puede moverse allá por donde quiera sin atender a fronteras o límites y que cualquier localidad puede verse afectada tanto por la implantación de nuevas inversiones como por su desmantelamiento. Esta imaginación escalar del capitalismo puede tener consecuencias políticas importantes ya que a la luz de esta presupuesta hipermovilidad del capital todos los gobiernos locales, regionales o nacionales se sienten crecientemente bajo presión de ofrecer las mejores condiciones empresariales, volviendo los mercados laborales más flexibles, las ventajas fiscales mayores y el gasto social público controlado. Actores específicos invocan la globalización como un momento estratégico discursivo persiguiendo objetivos específicos.

Así, pues, podemos diferenciar dos cuestiones. Por un lado, el hecho de que el capitalismo necesita para su acumulación de una infraestructura escalar fija y estable durante períodos relativamente largos, pero por otro lado, también he defendido que esta fijación no es más que una construcción social y que es, en última instancia, contingente y está sujeta a cambios. ¿Cómo pueden estas dos ideas ser parte de la explicación de la reestructuración actual del capitalismo?

Las escalas son construcciones sociales, es decir, no son elementos que preexisten a la interacción social y que se nos presentan desde afuera. Las personas, mediante sus relaciones, sus hábitos,

normas, costumbres e instituciones reproducen ciertas pautas que permiten la convivencia y un grado suficiente de consenso. Estas pautas tienen formas espaciales particulares que pueden acabar institucionalizándose en anclajes espaciales que eventualmente permiten una reproducción estable. Este es el "espacio-en-sí" en la terminología de Lipietz.

Al estudiar la "Huella Hídrica" de países como España, el reescalamiento del capitalismo es un proceso de lucha por la fijación de las escalas, que necesariamente implica la lucha entre distintos grupos de poder por imponer sus visiones sobre cómo debe organizarse la infraestructura geográfica del capitalismo. O, en palabras de Jessop (1997, p. 29), "las luchas para constituir economías específicas como sujetos, sitios e intereses de competición implican típicamente la manipulación del poder y el conocimiento para establecer sus límites y geometrías". Estas luchas suponen, en última instancia, "la constitución discursiva de sitios específicos de la actividad económica como unidades "naturales" de gestión, regulación y gobernanza económica". Las narrativas no son neutrales sino que transmiten una cierta ideología y se centran en demarcar un espacio económico con una comunidad imaginada de intereses económicos, en un mar de nexos cambiantes de relaciones globales-regionales-nacionales-locales).

2.3. "Huella Hídrica": desarrollo frente a subdesarrollo

Hablar de los modelos de desarrollo, desde la perspectiva de la "Huella Hídrica", es aproximarnos a los modelos de las teorías clásica. De hecho, cuando se habla de desarrollo económico, se hace referencia a la comparación entre un territorio y otro, en especial en aspectos como "ingreso per capita", crecimiento económico, producción industrial, etcétera. Desde esta perspectiva, el desarrollo económico es un reflejo del crecimiento económico, aunque el desarrollo se observa en el mejoramiento de las condiciones económicas de la sociedad, así como en el incremento de la infraestructura agrícola e industrial. Cabría hacer aquí la diferencia entre el desarrollo y crecimiento; entendiendo este último como el análisis de elementos macroeconómicos (verbigracia, desempleo, crisis,...) así como las acciones a tomar para la solución de éstos aunque su principal elemento de análisis es el estancamiento del sistema capitalista. Así, el desarrollo se observa a través de las transformaciones y cambios estructurales en el sistema productivo.

El desarrollo significa lograr una creciente eficacia en la manipulación creadora de su medio ambiente, tecnológico, cultural y social así como sus relaciones con otras unidades políticas y geográficas. Cobra relativa importancia, desde este punto de vista, la reorientación de la política de desarrollo -tanto interno como externo-. Algo importante que marcan es el grado de control que el Estado-Nación tiene sobre influencias externas tan significativas. Desde esta perspectiva, tan interventor es el gobierno con respecto a la búsqueda de elementos que favorezcan al mejoramiento del sistema productivo interno, como respecto a las relaciones de intercambio con otros países. De acuerdo con distintos autores, se llega a considerar que un territorio es desarrollado cuando se atiene al sistema capitalista en una fase madura. Por su parte, se entiende por subdesarrollo cuando se tiene en comparación con otros territorios, una estructura productiva atrasada, las condiciones de vida de la población son limitadas, se tiene dependencia con el mercado internacional, desigualdad económica, no se tienen bienes de capital para la inversión,... Ambos conceptos son interdependientes y la característica principal que diferencia ambas estructuras es que la desarrollada se apoya en su capacidad endógena de crecimiento, mientras que en la subdesarrollada, tiene un enorme peso su dinámica es dependiente.

Así, pues, podemos preguntarnos ¿ha muerto el desarrollo? Aún no, y un buen ejemplo lo encontramos en la búsqueda de conceptos como la referida "Huella Hídrica". El supuesto básico de este concepto descansa sobre la alta valoración de la idea de progreso y modernidad que da prioridad a la producción material y el consumo como sinónimo de calidad de vida. Hablar de desarrollo es hablar de capitalismo. Mientras más integrada esté una sociedad a la dinámica capitalista más desarrollada es. El desarrollo está más vivo que nunca, tan vivo está que ha adoptado una nueva identidad: ahora es humano y sostenible.

Los países más desarrollados económicamente son aquellos donde la masa de trabajadores ha estado en condiciones de obtener un aumento progresivo de su poder adquisitivo a medida que se ampliaba la industrialización. Esto ha sido factible por el carácter democrático de los regímenes políticos (elecciones por sufragio universal, políticas sociales, impuestos progresivos,...).

El acceso al consumo por parte de capas cada vez más amplias de la población ha facilitado, que los empresarios hayan podido reinvertir sus beneficios, aumentando el volumen de sus ventas, y así sucesivamente (si bien, el desarrollo se bloquea con ocasión de las crisis de superproducción, generadas cuando el poder adquisitivo aumenta muy rápidamente). El Medio Ambiente es una moda, un elemento más para el consumo.

Las razones las encontramos en que como constata la sabiduría popular, "siempre ha habido ricos y pobres", manifestando en no pocos casos su escepticismo respecto a las utopías sociales al añadir que "siempre los habrá". Dejando al margen esta última parte de la afirmación, las relaciones entre pobres y ricos han sido abordadas desde tres modelos interpretativos distintos, vinculados a realidades productivas también diferentes. El más pesimista lo analiza como algo natural frente al que nada se puede hacer excepto animar a la caridad de los ricos para que los pobres sobrevivan, llevando su desgracia de la mejor manera posible. No hay nada que cambiar en la sociedad salvo influir sobre las conciencias de los ricos con distintos tipos de argumentos, para que incrementen sus donaciones privadas en favor de los pobres.

La segunda explicación introduce una novedad importante: la necesaria explotación de los pobres por parte de los ricos (los ricos son ricos en la medida que explotan a los pobres), recurriéndose en una dinámica de odio y enfrentamiento, bien entre clases sociales, bien entre naciones desarrolladas y subdesarrolladas.

La tercera interpretación transforma de una forma razonable, la lucha en cooperación, al reconocer que los ricos podrán seguir siendo igual o más ricos en la medida en que los pobres dejen de serlo y tengan un poder adquisitivo suficiente para comprar los productos que de forma masiva, se producen bajo la propiedad de los primeros. La necesidad de convertir a los pobres en consumidores obteniendo los ricos una ganancia con ello justifica políticas de redistribución de renta en beneficio mutuo, como las englobadas en el llamado Estado del Bienestar o en las Ayudas al Desarrollo, realidad en la que el Medio Ambiente es un elemento más.

La globalización de la economía reporta muy notables beneficios. Pero no se reparten equitativamente; muy al contrario los países desarrollados cada vez se benefician más que los subdesarrollados, e incluso, en un mismo país, los ricos logran más ganancias que los más pobres. A lo largo de los próximos años, la liberalización del comercio reportará entre 215.000 y 520.000 millones de euros. Sin embargo, los 48 países más subdesarrollados tendrán unas pérdidas anuales de 600 millones en material comerciable, y los del África subsahariana, alcanzarán pérdidas que superarán los 1.200 millones. También ha crecido el producto, el PIB. mundial, en términos globales, sin embargo, el de 44 naciones subdesarrolladas se ha visto seriamente mermado. Por ello, podemos preguntarnos ¿dónde queda la realidad medioambiental? La respuesta la hallamos, pues, en la superación de la Pobreza.

Uno de los desafíos que tenemos los economistas, los historiadores y los geógrafos y los ambientalistas es la búsqueda de respuestas al por qué unos países son ricos y otros pobres. El avance en el progreso material no ha conducido al fin de las privaciones y penalidades que sufre gran parte de la población mundial. Encontrar una explicación satisfactoria a esta desigualdad no es sencillo y seguramente no hay ninguna interpretación que sea convincentemente explicativa. Pero aún así conviene hacerse los interrogantes para tratar de buscar respuestas a este gran problema.

La brecha entre los países ricos y países pobres se amplía; la pobreza en el mundo sigue aumentando. África se encuentra cada vez más marginada y son muchos países en América Latina y Asia los que siguen estando en condiciones económicas de subdesarrollo. Sin embargo, la denominada economía del desarrollo sufre un claro declive. La economía convencional, en la línea señalada en el epígrafe anterior, considera que no hay por qué dedicar un análisis específico a los problemas de los países subdesarrollados y que sirven las variables que nos proporcionan la macroeconomía y la microeconomía modernas para afrontar los problemas del crecimiento económico. Sugiere que las reglas que estas enseñanzas proporcionan sirven para ser aplicadas en los países escasamente desarrollados, al igual que lo son en los países industrializados.

La mayor parte del gremio de los científicos sociales que siguen las directrices de la economía convencional no prestan especial interés a la consecución del desarrollo, pues consideran que lo normal es que los países crezcan si aplican convenientemente las recomendaciones favorables a la economía de mercado. Todo se reduce a considerar los problemas del desarrollo referidos al buen gobierno o al mal

gobierno. Aquellos que hacen un buen uso de las reglas que recomienda la teoría económica neoclásica se encontrarán en el buen camino, mientras que aquellos que llevan a cabo una política económica incorrecta son penalizados con escaso crecimiento o con inestabilidades macroeconómicas. Para los geógrafos, el desarrollo y el subdesarrollo, es un tema –en líneas generales– marginal, tanto en su análisis e interpretación, como en estudios que busquen la generación de nuevas metodologías.

Con estos planteamientos lo que realmente se consigue es escamotear una adecuada comprensión de la realidad, si bien resulta cómoda para los satisfechos economistas, que nos dibujan un cuadro de la realidad del mundo desarrollado como el mejor de los mundos posibles. Este enfoque, que oculta lo que realmente sucede, también se caracteriza por una gran pereza intelectual, pues los que lo defienden no se preocupan de profundizar en los rasgos estructurales de unas realidades materiales concretas y que vienen determinadas por la historia tal como se expuso anteriormente. Su teoría se considera que tiene validez universal, y por tanto se puede utilizar para todo tiempo y lugar.

El modelo, cuyo soporte principal es la teoría neoclásica, se basa principalmente en el crecimiento, sin considerar aspectos cualitativos de mejora del bienestar, y no contempla la posibilidad de que se pueda elevar la calidad de vida sin necesidad de crecer. No considera, por tanto, posible el hacer factible y compatible un menor crecimiento con una mejor distribución de renta y riqueza que además favorezca un entorno ecológico menos agresivo y más grato para los ciudadanos.

El crecimiento se contempla como ilimitado y no se considera que si se produce de un modo desmesurado puede tener asimismo consecuencias muy negativas sobre nuestros comportamientos, generando a su vez formas de consumo un tanto irracionales y un sinnúmero de enfermedades psicológicas. Hay en nuestras sociedades opulentas muchos perdedores y el desempleo sigue siendo, entre otras, una amenaza desde los años setenta, a pesar del crecimiento habido y la progresiva liberalización de las relaciones laborales.

Por si fuera poco, la desigualdad no ha podido ser eliminada, como tampoco la pobreza, aunque la midamos en términos relativos, o la degradación medioambiental, consecuencia del tipo de crecimiento. El despilfarro existente limita gravemente nuestro bienestar. Ante tantos problemas el análisis y las proposiciones que se hacen desde la economía actualmente dominante son no solamente insuficientes, sino equivocados, como consecuencia de un enfoque que tiene unas bases de partida erróneas.

La Tierra experimenta así una nueva era de conquista, como lo fue la de las colonizaciones. Pero mientras que los actores principales de las expansiones precedentes fueron los Estados, esta vez son las empresas y sus conglomerados, los grupos industriales y financieros privados los que esperan dominar el mundo. Nunca los amos de la Tierra fueron tan poco numerosos y tan potentes. Estos grupos se encuentran situados en la Tríada que forman Estados Unidos-Europa-Japón pero la mitad de ellos tiene su sede en Estados Unidos. Se trata, pues, de un fenómeno fundamentalmente estadounidense.

Esta concentración de capital y de poder se ha acelerado formidablemente en el transcurso de los últimos veinte años bajo el efecto de las tecnologías de la información. Y a partir del inicio del tercer milenio se producirá un nuevo salto hacia adelante, con las nuevas técnicas genéticas de manipulación de la vida. La privatización del genoma humano y la generalización de patentes sobre la materia viva abren para el capitalismo nuevas vías de expansión. Se prepara una gran privatización de todo lo que afecta a la vida y a la naturaleza, favoreciendo la aparición de un poder probablemente más absoluto que cuantos se han podido conocer a lo largo de la historia.

La globalización no se dirige tanto a conquistar países como a conquistar mercados. La preocupación de este poder moderno no es ya la conquista de territorios, como sucedió durante las grandes invasiones o durante los períodos coloniales, sino la toma de posesión de las riquezas.

Esta conquista va acompañada de impresionantes destrucciones. Industrias enteras son brutalmente afectadas en todas las regiones, con los sufrimientos sociales consecuentes. Paro masivo, subempleo, precariedad, exclusión: 50 millones de parados en Europa, mil millones de parados o subempleados en el mundo... sobreexplotación de los hombres, de las mujeres y –lo que es aún más escandaloso– de los niños, 300 millones son explotados en condiciones de gran brutalidad.

La globalización supone asimismo el “pillaje” a nivel planetario. Los grandes grupos saquean el medio ambiente con recursos desorbitados. Obtienen provecho privado de las riquezas de la naturaleza que son patrimonio común de la Humanidad. Y lo hacen sin frenos ni escrúpulos. Todo esto va acompañado asimismo de una criminalidad financiera ligada a los medios de los negocios y a los grandes

bancos, que reciclan sumas que superan el billón de dólares por año, es decir, una cifra mayor que el producto nacional bruto de un tercio de la Humanidad.

La mercantilización generalizada de las palabras y de las cosas, de los cuerpos y de las mentes, de la naturaleza y de la cultura, provoca un agravamiento de las desigualdades. Mientras que la producción mundial de los productos alimentarios básicos representa ya más del 110% de las necesidades, 30 millones de personas siguen muriendo de hambre cada año, y más de 800 millones están subalimentadas. En 1960, el 20% de la población del planeta (los más ricos) disponían de una renta 30 veces más elevada que la del 20% más pobre. Hoy, la renta de los ricos es 82 veces más elevada. De los 6.000 millones de habitantes del planeta, apenas 500 millones viven holgadamente, mientras que 5,5 mil millones permanecen sumidos en la necesidad (de aquí que se imponga conocer, dentro de los límites que nos marcan las estadísticas disponibles, la realidad de la "Huella Hídrica" a diferentes escalas).

Las estructuras estatales, al igual que las estructuras sociales tradicionales, se ven arrasadas de forma desastrosa. En la mayor parte de los países del Sur los Estados se hunden. Zonas al margen de las leyes, entidades caóticas ingobernables, se desarrollan escapando a cualquier legalidad y sumergiéndose en un estado de barbarie, en el que únicamente los grupos de delincuentes tienen capacidad para marcar su ley extorsionando a las poblaciones. Aparecen peligros de nuevo cuño: crimen organizado, redes mafiosas, especulación financiera, gran corrupción, extensión de nuevas pandemias (sida, virus Ebola, Creutzfeldt-Jakob...), poluciones de gran intensidad, fanatismos religiosos o étnicos, efecto invernadero, desertificación, proliferación nuclear.

Estudiar la "Huella Hídrica" nos permite comprender mejor la paradoja de que mientras que, aparentemente, triunfan la democracia y las libertades en un planeta que se ha desembarazado ampliamente de los regímenes autoritarios, las censuras y las manipulaciones (bajo diversas formas) experimentan un retorno, tan paradójico como potente. Nuevos y seductores "opios del pueblo" proponen una especie de "el mejor de los mundos", distraen a los ciudadanos y tratan de apartarles de la acción cívica y reivindicativa. En esta nueva era de la alienación, en el momento de la *world culture,* de la "cultura global" y de los mensajes planetarios, las tecnologías de la comunicación juegan, más que nunca, un papel ideológico central para amordazar al pensamiento (fenómeno especialmente grave al tratar del acceso de la población al agua).

Todos estos cambios, brutales y rápidos, desestabilizan a los dirigentes políticos. La mayor parte de ellos se sienten desbordados por una globalización que modifica las reglas del juego y les deja parcialmente impotentes, puesto que los verdaderos amos del mundo ya no son los que ostentan formalmente el poder político.

Por todo esto, los ciudadanos multiplican las movilizaciones contra los nuevos poderes. Están convencidos de que, en el fondo, el objetivo de la globalización en este comienzo de milenio, es la destrucción de lo colectivo, la apropiación por parte del mercado y del interés privado de las esferas pública y social.

2.4. Las teorías del desarrollo, en los contextos medioambientales inherentes a la "Huella Hídrica"

Plantear un enfoque estructural para abordar la problemática del desarrollo significa poner como centro del análisis el concepto de excedente económico. Barceló (1981) considera que el concepto de excedente recubre el conjunto de productos que quedan una vez que del output total se han restado los medios de producción necesarios para continuar el ciclo al mismo nivel y los bienes de consumo indispensables para restaurar a los trabajadores a fin de que puedan suministrar la misma cantidad de fuerza de trabajo. Para que la determinación del excedente no plantee ningún problema deben cumplirse requisitos precisos. Los recursos naturales han de mantenerse al mismo nivel, bien porque puedan considerarse eternos (energía solar), bien porque estén sometidos a ciclos naturales restauradores (ciclos biológicos o físico-químicos).

El desarrollo tal como hoy se concibe es el capitalista, que es el modo de producción cuya capacidad para acumular capital y renovar los medios de producción y de consumo no ha tenido precedentes en la historia. Frente a este desarrollo tan considerable de las fuerzas productivas contrasta la situación de muchos países subdesarrollados, en los que su capacidad de crecimiento ha sido bastante menor que la de los países avanzados.

Un hecho de esta naturaleza nos conduce a plantearnos qué es lo que sucede con la reproducción en estas sociedades menos desarrolladas. Pueden darse tres casos. *Primero,* que en estas sociedades predominen las condiciones de subsistencia y, por tanto, el sistema se reproduce, pero siempre en las mismas condiciones y sin reproducción ampliada. Segundo, que hay excedente, pero el uso que se hace de éste responde a comportamientos típicos de formaciones económicas precapitalistas, esto es, se usa para la acumulación de riqueza, pero no de capital productivo, por lo que apenas tiene lugar el crecimiento económico. Tercero, hay un excedente económico, y unas relaciones capitalistas dominantes, aunque no exclusivas, pero apenas se invierte este excedente en la forma que lo hace este sistema, sino que se dirige hacia el exterior del país, o se destina hacia el interior pero en actividades especulativas o inmobiliarias y no en lo que se entiende por capital productivo. En el mundo del subdesarrollado es posible que se produzcan las tres situaciones, aunque la tercera es, a nuestro modo de ver, la más general. Sus repercusiones sobre el Medio Ambiente, hacen que éste quede al margen de la realidad, subyugado por un excedente exclusivamente productivo.

Tanto en los países desarrollados como en los subdesarrollados, a pesar de las enormes diferencias existentes, se han utilizado las mismas políticas medioambientales. Los instrumentos normativos, por un lado, y los instrumentos económicos, por otro, han sido las herramientas más utilizadas en la política medioambiental tradicional (Algarra y otros, 2003).

Entre los primeros podemos destacar los siguientes:

a) Los estándares de contaminación, en cuanto límites establecidos por las autoridades en relación al nivel máximo de contaminación tolerable en un medio físico concreto o la cantidad máxima de contaminante permitida a un foco contaminador.
b) La regulación de las características de los "inputs", para excluir la utilización de ciertos productos contaminantes.
c) La imposición de niveles tecnológicos, contribuyendo al uso de tecnologías limpias.
d) La ordenación de zonas, para regular la ubicación de actividades contaminantes, al menos en teoría.
e) Las sanciones, en caso de infracción de las normas establecidas.
f) La intervención directa de la administración, antes situaciones de grave deterioro del medio ambiente.

Entre los instrumentos económicos podemos considerar:

1) Los tributos ecológicos, que inciden en el llamado "castigo fiscal" para restringir los niveles contaminantes (Sotelo y Algarra, 1999).
2) Las ayudas financieras y fiscales (subvenciones, ventajas fiscales, créditos blandos), para premiar la disminución de la contaminación o, en general, el cumplimiento de las normas establecidas.
3) Los depósitos retornables, con un mayor coste que permita su posterior reciclado.
4) El mercado legal de permisos de emisión, en forma de límites físicos a la contaminación que son objeto de comercialización.
5) Los instrumentos específicos de mercado: sistemas de contabilidad empresarial, sistemas de etiquetas ecológicas y sistemas de gestión medioambiental o de autorregulación voluntaria.

Pero estos instrumentos teóricos no pueden hacernos –en su aplicación– olvidar que el medio ambiente se nos presenta, a través de la resolución de los distintos problemas emanados de la búsqueda de la superación de la Pobreza, como factor de desarrollo y de justicia social. Frente a la visión tradicional del mismo como factor restrictivo, ahora se perfila como factor de desarrollo económico capaz de generar mayores beneficios sociales y sobre todo económicos ("doble beneficio" económico y ambiental), ya que el sistema capitalista aprovecha las nuevas oportunidades de negocio derivadas de la mercantilización del medio ambiente a través de un proceso de revalorización económica, social y cultural del sector ambiental en su más amplia dimensión, incluso planteándolo como un factor de justicia social.

En el caso de la Unión Europea, no somos pocos los que pensamos que a pesar de su popularidad, la política medioambiental es objeto de frecuente confrontación entre los distintos Estados miembros debido, principalmente, a diferencias acerca de prioridades y gasto. Ello es así porque la UE no funciona solamente como mecanismo homogeneizador de esta política, sino que también proporciona un escenario en el que se discuten y negocian diferentes objetivos medioambientales. En esta negociación se

refleja, claramente, la disparidad de criterios que existe entre los países comunitarios más desarrollados del centro y norte de Europa y los menos desarrollados del sur, tal y como se pone de manifiesto al tratar de la "Huella Hídrica". Y es que, las políticas de ajuste obligaron a estos países a someterse a los dictados de las nuevas líneas de política económica que se dictaminaban desde los países ricos. Así se pasó de la creencia, bastante generalizada, de los años setenta de que el Norte se tenía que adecuar al Sur, a la de los prolegómenos del siglo XXI en la que fuera el Sur el que se adaptase a las exigencias del Norte. Todo lo cual produjo unos efectos realmente catastróficos en los países subdesarrollados. El resurgir del pensamiento neoclásico con la puesta en marcha de las políticas de ajuste, sustentadas en sus principios teóricos, ha conducido a una situación realmente trágica al África subsahariana que sufre un proceso creciente de marginación, y en donde la pobreza no deja de aumentar.

La economía neoliberal se ha convertido en dominante, tanto en la teoría como en las políticas macroeconómicas. En qué consiste esta teoría, por qué se convierte en dominante y desde cuándo es, a lo que pretendemos señalar aquí, aunque sea de un modo breve, como un artículo de estas características requiere. El premio Nobel de economía Sen (2000, pág. 142) señala una cuestión que me parece importante subrayar: «hubo un tiempo –no muy lejano– en que todos los economistas jóvenes "sabían" en qué aspectos los sistemas de mercado tenían serias limitaciones: todos los libros de texto repetían la misma lista de "defectos". El rechazo intelectual del mecanismo de mercado solía llevar a proponer métodos diferentes de organizar el mundo sin examinar seriamente la posibilidad de que las alternativas propuestas entrañaran fallos aún mayores que se esperaba que produjeran los mercados."

Al valorar la "Huella Hídrica" desde una perspectiva económica, encontramos que la política económica debe basarse en la disciplina monetaria, la estabilidad de los gastos públicos, que no deben ser usados en ningún caso como medio de estímulo de la economía; y las tasas impositivas, cuyo objetivo debe ser el equilibrio presupuestario. De todo ello se llega a la famosa regla monetaria que se ha convertido para muchos en el símbolo del monetarismo: para asegurar la estabilidad de los precios hay sólo un medio, y es el de sustraer las variaciones de la masa monetaria a la decisión arbitraria de las decisiones políticas. La tasa de crecimiento de la masa monetaria debe ser estabilizada en función de la tasa de crecimiento a largo plazo del producto nacional bruto. De manera que la mejor política monetaria es la de incrementar la oferta monetaria a ritmo constante pero lento, año tras año. Esto mantendrá una tasa de inflación notablemente baja y, al mismo tiempo, eliminará oscilaciones en la producción y el empleo causadas por variaciones en la tasa de crecimiento monetario, lo que va a reflejarse en cuestiones tales como el precio del agua.

Otra cuestión básica es la función de consumo que desarrolló en su libro *A Theory of the Consumption Function,* era más bien simple: el gasto está determinado por la riqueza de un individuo o su renta permanente, y en gran medida no se verá afectado por sus ingresos transitorios. En su hipótesis de renta permanente, Friedman postula que los consumidores no dejarán que un mal año altere sus pautas de consumo. Lo que harán es que gastarán parte de sus ahorros. En un año (o mes) excepcionalmente bueno ahorrarán más. Sólo si perciben un cambio importante modificarán su comportamiento. La conclusión es similar en los términos que establece a la que llega con la teoría monetaria. Esto es, el consumo es extraordinariamente estable, de lo que se deduce que las medidas gubernamentales de carácter temporal sólo tendrán un efecto débil sobre la economía.

A la luz de estos resultados no parece que la solución para tantos países que se encuentran en la situación general de subdesarrollo o con importantes bolsas de subdesarrollo en el interior del país sean las recomendaciones liberales y el apoyo sin más al mercado y las tendencias globalizadoras. Pero sin duda la complejidad de la situación presente no es sólo consecuencia de la aplicación de unas políticas económicas de un tinte más liberal o intervencionista, sino que hacen referencia al comportamiento de las estructuras económicas en el modo de producción capitalista que se desenvuelve a escala global.

Desde esta perspectiva los objetivos del milenio nos ofrecen un marco de acción en el que poner en práctica un "Plan de Acción Estratégico", con fecha de caducidad, a través del cual poder alcanzar el objetivo número ocho: "generar un pacto para el desarrollo". Se trata, ni más ni menos, de reducir a la mitad la pobreza extrema y el hambre; conseguir que la enseñanza primaria sea universal y garantizar la igualdad entre los sexos; reducir la mortalidad infantil y la materna en dos terceras partes; detener la propagación del SIDA, del paludismo,..., garantizar, en definitiva la sostenibilidad del desarrollo y del medio ambiente. No podemos olvidar que, en la actualidad, más de mil millones de personas viven en

las áreas rurales de los países pobres, y dependen para subsistir de la agricultura. Frente a esto, los países ricos siguen derivando hacia el apoyo de sus productos agrícolas más de 300.000 millones de euros (es decir, la mitad de los ingresos de la población mundial, dando lugar a una sobreproducción mundial que genera la caída de los precios, mermando con ello las rentas de los agricultores de los países pobres)."

Los ataques al medio ambiente han aumentado de manera constante durante estas últimas décadas. Cada año se producen cerca de 2.000 millones de toneladas de residuos en los Estados miembros de la Unión Europea. Las emisiones de dióxido de carbono un aumento de los residuos de CO_2 procedentes de las economías domésticas y de los transportes, así como un aumento del consumo de energías contaminantes. La calidad de vida de la población europea, y más concretamente de las zonas urbanas, está experimentando un fuerte deterioro (contaminación, contaminación acústica, vandalismo, etc.).

La protección del medio ambiente resulta pues uno de los retos principales a que se enfrenta Europa. En la actualidad, se reconoce que el modelo europeo de desarrollo no puede basarse en el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente.

Las primeras acciones comunitarias que comenzaron en 1972, en el marco de seis programas de acción sucesivos, se basaban en un enfoque vertical y sectorial de los problemas ecológicos. Durante este período, la Comunidad adoptó cerca de doscientos actos legislativos, consistentes fundamentalmente en limitar la contaminación mediante la introducción de normas mínimas, en particular en materia de gestión de los residuos y contaminación del agua y del aire.

La introducción de este marco reglamentario no ha logrado impedir el deterioro del medio ambiente.

Gracias a la toma de conciencia de "la *opinión pública*" acerca de los riesgos vinculados a los problemas globales del medio ambiente, la necesidad de adoptar un enfoque concertado a la escala europea e internacional es ahora indiscutible.

La acción comunitaria se ha ido desarrollando con el paso de los años, hasta que el Tratado de la Unión Europea le confirió el carácter de política. El Tratado de Amsterdam prosiguió esta evolución, mediante la integración del principio de *"desarrollo sostenible"* entre los objetivos de la Unión Europea. Cobra de esta forma importancia el detenernos a tratar de lo que podríamos denominar como contextos que envuelven la realidad de los modelos y de las políticas de Medio Ambiente.

El medio ambiente mundial sigue siendo demasiado frágil y las medidas existentes para su conservación están lejos de ser suficientes para hacer frente al deterioro ambiental. La actitud de los gobiernos de los países industrializados, principales responsables del deterioro de la calidad ambiental, dista mucho del reconocimiento de su responsabilidad histórica en este campo. Ha habido un progreso muy limitado en la reducción de la pobreza en los países en desarrollo, y la globalización, por sí misma, no ha beneficiado a la mayoría de la población mundial. La pobreza ha sido identificada como uno de los principales obstáculos para un desarrollo ambientalmente seguro y la mayoría de los pobres viven en áreas ecológicamente vulnerables. En general, los intentos para impulsar el desarrollo humano y para detener la degradación del medio ambiente, no han sido eficaces. Los pocos recursos, la falta de voluntad política, un acercamiento fragmentado y no coordinado, y los modelos derrochadores de producción y de consumo, han frustrados los esfuerzos de poner en ejecución el desarrollo sostenible, o el desarrollo equilibrado entre las necesidades económicas y sociales de la gente, y la capacidad de los recursos de los ecosistemas para resolver necesidades de las generaciones presentes y futuras.

El desarrollo sostenible surge como una alternativa para solucionar las contradicciones fundamentales de los estilos de desarrollo vigentes y que tienen entre sus características fundamentales:

- Dirigidos a satisfacer las necesidades de la minoría de la población, que se reparten de forma privilegiada los principales beneficios del uso de los recursos naturales;
- provocan el desaprovechamiento de los recursos, la degradación del medio y el deterioro de los ecosistemas, al sobreutilizar algunos recursos naturales y subutilizar otros, lo que es acompañado de gran cantidad y tóxica calidad de los residuos que son arrojados al entorno y que este se ve imposibilitado de procesar;
- pésima situación económica que se manifiesta en la crisis productiva, la pérdida de empleos y de ingresos, crisis alimentaria que amenaza con el hambre de millones de personas en el llamado Tercer Mundo. En 1987, la Comisión Mundial sobre el Ambiente y Desarrollo definió el desarrollo

sostenible como “aquel que satisface las necesidades del presente, sin limitar la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.” Este concepto implica el reconocimiento de la obligación de integrar la dimensión ambiental al proceso de desarrollo, pues solo comprendiendo el funcionamiento de los ecosistemas y determinando qué se necesita hacer para conservar, proteger y mejorar el ambiente a largo plazo, se puede mantener su adecuado equilibrio con el desarrollo económico y el crecimiento demográfico.

Son muchas las definiciones e interpretaciones existentes sobre el Desarrollo Sostenible como concepto. Se ha usado el concepto, para significar rumbos e intenciones difícilmente conciliables. Para unos, es el nuevo lenguaje de crecimiento económico, concibiéndose al medio ambiente como mercancía bajo una confianza inquebrantable en la capacidad del mercado para resolver todos los problemas ecológicos; para otros, sería una alternativa de sociedad ecológica, atacando el sistema de libre mercado que arremete contra el medio ambiente y destruye los equilibrios ecosistémicos. El punto de partida en la definición del concepto de Desarrollo Sostenible, para los partidarios de este enfoque sería que los fundamentos ecólogo-ambientales, constituirían la base de la sostenibilidad, y de todo el proceso de toma de decisiones en el contexto del nuevo modelo. Ello significaría, que el desarrollo económico y social debería ser esencialmente ecológica y ambientalmente sostenible, para permitir su propia sostenibilidad.

Se puede constatar que la dificultad general del nuevo modelo es que ha sido interpretado desde diferentes concepciones políticos-ideológicas, lo cual ha dado lugar a diversas concepciones e interpretaciones del Desarrollo Sostenible. Lo cierto es, que concebir un nuevo paradigma de Desarrollo Sostenible, significa reconocer la insuficiencia de las teorías económicas y sociales que han servido de sustento a los procesos de desarrollo. Algunas palabras son claves en la mayor parte de las definiciones sobre Desarrollo Sostenible: necesidades, calidad de vida, equidad, participación, descentralización, población, recursos, tecnología, instituciones, etc.

En el ámbito de la “Huella Hídrica”, el término de desarrollo sostenible enmarca, de esta forma, una nueva realidad y a la vez una utopía del desarrollo humano. A pesar de sus limitaciones como enfoque al desarrollo nacional y global, provoca necesarias consideraciones sobre un desarrollo alternativo, en cuanto funciona en un sistema de diferentes dimensiones como: crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental, que posibilitan la búsqueda de nuevas vías para el desarrollo; pero una de sus limitaciones está en plantear la sustentabilidad solo en lo ambiental. Por eso, el alcance de la sustentabilidad en el desarrollo tiene como condición necesaria: la educación y la cultura; sin ello es imposible trazarse estrategias y políticas adecuadas, ya que se requieren cambios en la cultura, patrones de desarrollo, de producción y de consumo, lo cual implica transformaciones sustanciales en los sistemas de valores, estableciéndose valores de compromiso, responsabilidad, creatividad, solidaridad, etc., que permitan el crecimiento económico con equidad, sustentabilidad ambiental y participación democrática en las soluciones de aquellos asuntos que atañen a las comunidades.

En esta medida se hace necesario trabajar en la orientación y sensibilización de la población mediante los procesos educativos y comunitarios, así como las estrategias de coordinación entre diversas instituciones para las aproximaciones sucesivas hacia un modelo de desarrollo sostenible. Para alcanzar la sostenibilidad es necesario una serie de transiciones entre las cuales pudiéramos enumerar algunas como:

- Uso sostenible y seguro de los recursos renovables.
- Uso de energía eficiente y no dañina a la biosfera.
- Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en el servicio de gestión y perfeccionamiento ambiental.
- Un desarrollo sostenible y equitativo.

La mayoría de las acciones desarrolladas por las diferentes instituciones deben ponerse en función de ayudar a introducir, tanto como sea posible, consideraciones medioambientales y eficiencia en el uso de los recursos; además, los educadores tienen la responsabilidad especial de asegurar que los estudiantes desarrollen una base importante para juzgar las implicaciones prácticas de las tendencias u opciones que se adopten. Por otro lado, podemos plantear que esto no es solo cuestión de las instituciones educacionales, sino también de los directivos y de las organizaciones, en fin, es una cuestión de todos los miembros de la sociedad. La estrategia para el desarrollo sostenible requiere de la forma-

ción de conocimientos, desarrollo de hábitos y habilidades, cambios de comportamiento y formación de valores, respecto a una nueva concepción de racionalidad ambiental y a un replanteamiento de las relaciones "hombre-sociedad-naturaleza".

Entre las acciones a tomar se encuentran:

- Introducción de la dimensión ambiental en los procesos docente- educativa y profesional de los diferentes tipos y niveles de la educación formal.
- Fortalecer la Educación Ambiental de los trabajadores de las empresas de la producción y los servicios, especialmente los vinculados a los principales planes de desarrollo económico- social del país.
- Fortalecer los planes de capacitación de las empresas de producción y servicios, los centros educacionales y de investigación, con la introducción de la problemática del medio ambiente y desarrollo.
- Promover la realización de proyectos y programas participativos en las comunidades, orientados a fortalecer la Educación Ambiental y a elevar la calidad de vida de las mismas.
- Desarrollar programas de divulgación dirigidos al gran público y a sectores vinculados a actividades que ejercen un significativo impacto sobre el ambiente, así como a grupos principales como la mujer, los niños, etc.
- Incrementar la producción de medios audiovisuales y publicaciones acerca de temáticas ambientales y de desarrollo sostenible (aspectos estos que, sin lugar a dudas, deben ser estudiados en otros contextos).

Cobra, desde esta perspectiva, gran importancia la Evaluación de Impacto Ambiental como Instrumento para la Educación Ambiental y la Gestión del Territorio. La evaluación de impacto ambiental, como procedimiento jurídico-administrativo tiene por objetivo evitar o mitigar los efectos ambientales negativos, que resulten de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que provocarían tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Uno de los elementos centrales en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) lo constituye la realización de estudios ambientales por equipos multidisciplinarios que permiten identificar, predecir y valorar el impacto ambiental preliminar de las diversas alternativas de un proyecto. La incorporación de las experiencias de estos proyectos sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental constituye una herramienta de un valor incalculable en la aplicación de un enfoque holístico en el análisis ambiental. En estos estudios no sólo se valora la factibilidad económica del proyecto. Se analizan los posibles efectos sobre los recursos naturales, la actividad productiva, posibles efectos sobre la población, su bienestar, la salud, sus hábitos y costumbres, el patrimonio cultural, etc. En este sentido las evaluaciones de impacto ambiental se convierten en uno de los instrumentos esenciales de la política y la gestión ambiental.

Los factores del medio socioeconómico en una Evaluación del Impacto Ambiental constituyen un ejemplo de la complejidad del medio ambiente. En este sentido las evaluaciones del impacto ambiental se convierten en una de las herramientas imprescindibles en la educación ambiental de los futuros profesionales.

El desarrollo económico y la degradación del medio ambiente han ido aparejados, creando una situación explosiva en los últimos lustros del siglo XX. La comunidad científica tiene una responsabilidad primordial en la concienciación de que los recursos de los ecosistemas son limitados y que hay que actuar de acuerdo con esta realidad. Esta es la primera condición para alcanzar los retos que impone el desarrollo sostenible a las generaciones del presente. Sin una concienciación de esta realidad es imposible revertir la lógica interna de los modelos de desarrollo imperantes que, más que solucionar, agravan la ya difícil situación ambiental: unos por la miseria, otros por el lucro.

Cada uno de nosotros tiene un pequeño espacio en el trinchera de los que luchar por la salvación de la naturaleza, que es la salvación de la vida, en esta nave espacial "sui generis" al que denominamos planeta Tierra. Una estrategia integrada, que considera a todo el conjunto de los factores ambientales, permitiría la justa armonía entre las necesidades del desarrollo y una política de protección ambiental. En este sentido las Evaluaciones de Impacto Ambiental se convierten en una de las herramientas imprescindibles en la Educación Ambiental de los futuros profesionales en las aspiraciones justas de edificar un mundo sustentable para las grandes mayorías hoy excluidas por un modelo hegemónico y derrochador.

Sin embargo, todo esto sigue presentándosenos desde la perspectiva del denominado "pensamiento único". En uno de los cien editoriales recogidos y editado por *Le Monde Diplomatique,* podíamos leer. Atrapados. En las democracias actuales, cada vez son más los ciudadanos que se sienten atrapados, empapados en una especie de doctrina viscosa que, insensiblemente, devuelve cualquier razonamiento rebelde, lo inhibe, lo perturba, lo paraliza y acaba por ahogarlo. Esta doctrina, es el pensamiento único, el único autorizado por un invisible y omnipresente policía de la opinión.

Tras la caída del muro de Berlín, el desfonde de los regímenes comunistas y la desmoralización del socialismo, la arrogancia, la altanería y la insolencia de este nuevo evangelio se extiende con tal intensidad que podemos, sin exagerar, calificar este furor ideológico de moderno dogmatismo.

¿Qué es el pensamiento único? La traducción, en términos ideológicos con pretensión universal, de los intereses de un conjunto de fuerzas económicas, en particular las del capital internacional. Ha sido, por así decirlo, formulada y definida desde 1944, con ocasión de los acuerdos de Brenton-Woods. Sus fuentes principales son las grandes instituciones económicas y monetarias –Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, Acuerdo General sobre Tarifas Aduaneras y de Comercio, Comisión Europea,…– que mediante su financiación vinculan al servicio de sus ideas, a través de todo el planeta, numerosos centros de investigación, universidades o fundaciones que perfilan y expanden la buena nueva en sus ámbitos.

Este discurso anónimo es retomado y reproducido por los principales órganos de información económica, y particularmente por las "Biblias" de los inversores y bolsistas –*The Wall Street Journal, Financial Times, The Economist, Far Eastern Economic Review,* o *Les Echos Reuter–,* propiedad, con frecuencia, de grandes grupos industriales o financieros. Un poco por todas partes, las facultades de ciencias económicas, periodistas, ensayistas y personalidades de la política retoman las principales consignas de estas nuevas tablas de la ley y, a través de su reflejo en los grandes medios de comunicación de masas, las repiten hasta la saciedad, sabiendo con certeza que, en nuestras sociedades mediáticas, repetición equivale a demostración.

En nombre del realismo y del "pragmatismo" –que Alain Minc formula de la siguiente forma: *"El capitalismo no puede desfondarse, es el estado natural de la sociedad. La democracia no es el estado natural de la sociedad. El mercado sí"–,* la economía se sitúa en el puente de mando. Una economía desembarazada, como es lógico, del obstáculo de lo social, una suerte de ganga patética cuya pesadez sería motivo de regresión y de crisis.

Los otros conceptos-clave del pensamiento único son conocidos: el mercado ídolo cuya *"mano invisible corrige las asperezas y disfunciones del capitalismo"* y, muy especialmente, los mercados financieros, cuyos *"signos orientan y determinan el movimiento general de la economía";* la concurrencia y la competitividad, que *"estimulan y dinamizan las empresas, conduciéndolas a una permanente y benéfica modernización";* el librecambio sin limitaciones, *"factor de desarrollo ininterrumpido del comercio, y por tanto de nuestras sociedades";* la mundialización, tanto de la producción manufacturera como de los flujos financieros; la división internacional del trabajo, que *"modera las reivindicaciones sindicales y rebaja los costes salariales";* la moneda fuerte, *"factor de estabilización";* la desreglamentación, la privatización; la liberalización, etc. Siempre "Menos Estado", un arbitraje constante a favor de las rentas del capital en detrimento de las del trabajo. Y la indiferencia respecto al coste ecológico.

La repetición constante en todos los medios de comunicación de este catecismo por casi todos los políticos, tanto derecha como de izquierda, le confiere tal carga de intimidación que ahoga toda tentativa de reflexión libre, y convierte en extremadamente difícil la resistencia contra este nuevo oscurantismo. Se acabará considerando, de alguna forma, que las decenas de millones de parados europeos, el desastre urbano, la precarización general, la corrupción, los suburbios en llamas, el saqueo ecológico, el retomo de los racismos, de los integrismos y de los extremismos religiosos y la marea de los excluidos son simples espejismos, alucinaciones culpables, discordantes de forma extremista en el mejor de los mundos, que construye, para nuestras conciencias anestesiadas, el pensamiento único.

Todos los que hayan visto *Blade Runner* (1982), un clásico de Ridley Scott, no habrán olvidado, sin duda, la atmósfera urbana glauca en la que está inmersa la acción. Es la atmósfera de una ciudad superpoblada, aullante, desvencijada, en la que pululan excluidos y naúfragos de todos los orígenes étnicos, y donde, a sus anchas, triunfa la violencia. La anécdota se desarrolla en Los Angeles en el año 2019. ¿Ciencia ficción? Menos de lo que se piensa, puesto que a la vuelta del cambio de milenio,

la aglomeración de Los Ángeles –1.620 almas en 1850– tendrá 18 millones de habitantes... La heterogeneidad cultural será entonces más pronunciada que ahora: los anglosajones serán apenas el 40%, menos numerosos que los hispanos, mientras que los asiáticos representarán el 10%, como los negros. La criminalidad no habrá disminuido en modo alguno en esta ciudad que sigue siendo una de las más peligrosas del mundo, con una tasa anual de 28 asesinatos por 100.000 habitantes, a consecuencia de la pobreza y de la ignorancia, y resultado también de la actividad de 670 bandas que agrupan a unos 70.000 miembros.

Antiguo ámbito de la urbanidad y de la civilidad, la ciudad se ha convertido en símbolo de la mala calidad de vida y de las perturbaciones. La encrucijada de los grandes males sociológicos de nuestro tiempo: pobreza, marginalización, inseguridad, polución, fealdad, desarraigo, soledad. Todo esto, sin duda, por su enorme crecimiento.

A comienzos del siglo XIX, apenas el 3% de la población mundial estaba urbanizada; en cinco años, más de la mitad de la población lo estará. Y el fenómeno concierne tanto al Norte como al Sur, donde las ciudades "han explosionado" literalmente.

La antigua Bizancio era, en este sentido, bastante emblemática, puesto que ha pasado de 1 millón de habitantes en 1950 a 8 millones, sin que las autoridades hayan podido controlar tal explosión. Resultado: el agua está racionada, las disfunciones son innumerables, la recogida de la basura aleatoria, y los transportes urbanos y el estado de las carreteras no responde en absoluto a la demanda de los ciudadanos que, en medio de la corrupción y el caos, han optado por elegir a un alcalde islamista del Partido de la Prosperidad.

Hay que señalar que una explosión urbana tan fulgurante es un fenómeno inédito. Londres ha necesitado treinta años para pasar de 1 millón de habitantes a 8 millones. Mientras que Lagos, que no tenía más de 290.000 en 1950, alcanzará los 24,4 millones hacia el 2015. Brasilia, capital artificial, creada ex-nihilo en 1960 se acerca ya a los 4 millones de habitantes.

En el año 2015, diecinueve de las veinticinco aglomeraciones más pobladas se situarán en países muy pobres o en vías de desarrollo. Y reunirán toda la miseria y toda la riqueza de sus países; el mayor número de fábricas contaminantes, de vehículos en mal estado, de vertederos a cielo abierto... en ellos, el agua potable será algo raro y el aire, irrespirable. Ya en la actualidad, más de 600 millones de seres humanos –la mitad de los habitantes de las ciudades del Sur– viven en barrios de chabolas (en Calcuta, hay 3.000), sin alcantarillas, sin higiene y sin asistencia pública. Multitudes, que huyen de la miseria rural o de las guerras, siguen apilándose alrededor de los centros urbanos donde se concentran las inversiones extrajeras.

Pero las ciudades continúan siendo el lugar del poder, de los intercambios, de la producción y del saber; son la sede de la Administración y de los grandes medios de información. En ellas se reúnen las principales actividades económicas, hasta el punto, a veces, de "desecar" el resto del país. Por ejemplo, Bangkok, donde reside el 10% de la población de Tailandia, proporciona el 80% del PIB nacional. La potencia de algunas de estas megaciudades es sorprendente: Seúl sola, tiene una producción equivalente a la de toda Turquía, y la de Sao Paulo supera la totalidad de la producción de Polonia.

En el Norte, cuando el centro de la ciudad ha sido restaurado y rehabilitado, el precio de los inmuebles hace huir a los habitantes más modestos hacia la periferia más alejada. En Francia, el 43% de los ciudadanos vive en suburbios. En ocasiones, la segregación racial se desdobla en una segregación étnica. En Atlanta, por ejemplo, el 20% de la población (sobre todo, la blanca) se ha ido a vivir a los alrededores residenciales; en la actualidad, es una ciudad en un 65% negra, la mitad de esa población vive en el umbral de la pobreza, y el foso entre las comunidades se ahonda continuamente.

De este modo, en el Norte (donde el fenómeno social dominante es el empobrecimiento de las clases medias) como en el Sur, la ciudad se estructura ya como un archipiélago de zonas aisladas entre sí. Se multiplican los barrios opulentos en los que, protegidos por vigilantes armados, viven los privilegiados, al margen del sufrimiento y la miseria que les rodea. De forma progresiva, las ciudades acogen a grupos de población que no se rozan; los que vagan, los que trabajan y los que mandan. Estos últimos están mejor relacionados (por teléfono, fax u ordenador) con sus semejantes de la red de megaciudades del planeta, que con sus propios compatriotas.

La mundialización proyecta una pesada amenaza sobre las ciudades. En nombre del dogma de la desregulación, el Estado parece tentado actualmente a desentenderse dejando actuar al mercado,

que, precisamente, es incapaz de gestionar el desarrollo urbano. Pero las ciudades tienen la virtud de aumentar las tensiones. Probablemente, será desde ellas, desde sus millones de desclasados, de excluidos y de pobres de donde vendrá, tanto en el Sur como en el Norte, la disidencia, la protesta y la rebelión.

Y es que, el desarrollo del capitalismo ha sido estimulado por los trabajos de grandes teóricos (Adam Smith, David Ricardo), por avances tecnológicos decisivos (máquina de vapor, ferrocarril) y por transformaciones geopolíticas (Imperio Británico, renacimiento de Alemania, potencia de Estados Unidos). Todo ello conjugado dio lugar a la primera revolución capitalista, favoreciendo su considerable expansión mientras se aplastaba a las personas, tal como testimoniaron en sus obras Charles Dickens, Emile Zola o Jack London. ¿Cómo extraer colectivamente provecho de la formidable riqueza que produjo la industrialización, evitando al mismo tiempo que los ciudadanos fueran machacados? A esta cuestión responderá Karl Marx en su obra fundamental El Capital (1867). Habrá que esperar cincuenta años para que Lenin, alcance a conquistar el poder en Rusia, con la esperanza mesiánica de liberar a los "proletarios de todos los países". Ochenta años después, la Unión Soviética naufragó, y el mundo conoció una nueva y gran mutación, que podríamos denominar la segunda revolución capitalista. Se ha derivado, como la primera, de un haz de transformaciones experimentadas en tres campos.

En primer lugar, en el campo tecnológico. La informatización de todos los sectores de la actividad, así como el paso a la tecnología digital (sonido, texto e imágenes transmitidas ya a la velocidad de la luz por medio de un código único), transformación del trabajo, la educación o el ocio.

En segundo lugar, en el campo económico. Las nuevas tecnologías favorecen la expansión de la esfera financiera y estimulan las actividades poseedoras de cuatro cualidades: planetarias, permanentes, inmediatas e inmateriales. El "big bang" de las bolsas y, la desregulación, impulsadas en los años ochenta por Margaret Thatcher y Ronald Reagan, favorecieron la globalización de la economía, que constituye la dinámica principal de este fin de siglo, y cuya influencia no se escapa ningún país.

En tercer lugar, en el terreno sociológico. Las dos transformaciones precedentes debilitan las prerrogativas tradicionales del Estado-nación y arruinan una cierta concepción de la representación política y del poder. Éste, antes jerárquico, vertical y autoritario, aparece cada vez más estructurado en estratos, horizontal y –gracias a la manipulación de los espíritus que permiten los grandes medios de comunicación de masas– consensual.

Desorientadas, las sociedades se hallan a la búsqueda desesperada de sentido y de modelos, dado que los tres grandes cambios se han producido simultáneamente, lo que ha acentuado su efecto de choque. Al mismo tiempo, dos de los pilares sobre los que descansan las democracias modernas –el progreso y la cohesión social– han sido reemplazados por otros dos –la comunicación y el mercado– que les cambian su naturaleza.

La comunicación, primera superstición de los tiempos presentes, se nos propone como algo susceptible de regularlo todo, en particular, los conflictos en el seno de la familia, la escuela, la empresa o el Estado. Sería la gran pacificadora. No obstante, empieza a sospecharse que su propia abundancia es causa de una nueva forma de alienación y que, en lugar de liberar, sus excesos aprisionan la conciencia. El mercado tiene ya la tendencia a inundar todas las actividades humanas, a reglamentarlas. Antes, algunos campos –cultura, deporte, religión– permanecían fuera de su dominio, ahora, están absorbidos por su esfera de influencia. Los gobiernos se remiten cada vez más al mercado (abandono de sectores del Estado, privatizaciones).

Porque el mercado es el mayor adversario de la cohesión social (y de la cohesión mundial), puesto que su lógica se orienta a la división de la sociedad en dos grupos: los solventes y los no solventes. Estos últimos no le interesan demasiado al mercado: se encuentran fuera de juego. El mercado es, intrínsecamente, productor de desigualdades.

Todos esos cambios estructurales y conceptuales, operados desde hace diez años, han producido un auténtico estallido del mundo. Conceptos geopolíticos –como Estado, poder, democracia, frontera– ya no tienen el mismo significado, hasta el punto de que, si se observa el funcionamiento real de la vida internacional, se constata que sus protagonistas han cambiado.

A escala planetaria, los tres principales protagonistas (que, bajo el Antiguo Régimen, eran la nobleza, el clero y el Tercer Estado) son a partir de ahora las asociaciones de Estados (Unión Europea, Nafta, Mercosur, Aseán...); las empresas globales y los grandes grupos mediáticos o financieros; y las orga-

nizaciones no-gubernamentales (ONG) de envergadura mundial (Greenpeace, Amnistía Internacional, World Wild Life...). ¿Qué reflexiones inspira esta nueva arrogancia del capital? Empezó tras la caída del muro de Berlín y la desaparición de la Unión Soviética, en un contexto de depresión y de perplejidad políticas en los que se expresaba la decepción respecto a una ilusión destruida. Las sucesivas revelaciones de todas las consecuencias de decenios de estatalización en el Este han conmovido a los espíritus. Aquel sistema, sin libertades y sin economía de mercado, aparecía en su trágico absurdo y con su corolario de injusticias. El pensamiento socialista se hundía, en cierto modo, al mismo tiempo que el paradigma del progreso como ideología con la pretensión de planificación absoluta sobre el porvenir. En el seno de la izquierda se abren camino cuatro nuevas convicciones, que podrían cercenar la esperanza de transformar radicalmente la sociedad: ningún país puede desarrollarse seriamente sin economía de mercado, la estatalización sistemática de los medios de producción y de cambio entraña derroches y penurias, la austeridad al servicio de la igualdad no constituye en sí misma un programa de gobierno y la libertad de pensamiento y de expresión tiene como condición necesaria una cierta libertad económica; y es en este ámbito en el que se valoran y estudian nuevos conceptos como el de la "Huella Hídrica".

El fracaso del comunismo y la implosión del socialismo han entrañado de rebote el desmantelamiento ideológico de la derecha tradicional (que tenía como único contenido doctrinal el anticomunismo) y han consagrado como gran vencedor del enfrentamiento Este-Oeste al neoliberalismo. Un sistema, cuya dinámica se había visto frenada desde el comienzo del siglo, vio desaparecer a sus principales adversarios y se despliega, desde entonces, a escala planetaria con una energía redoblada. Sueña con imponer su concepción del mundo, su propia utopía como pensamiento único para la Tierra entera.

Esta empresa de conquista se denomina globalización y deriva de la interdependencia cada vez más estrecha de las economías de todos los países, de la libertad absoluta en la circulación de capitales, de la supresión de barreras aduaneras y reglamentaciones y de la intensificación del comercio y del librecambio, animados por el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

El fenómeno de la globalización, y el "abandonismo" de los dirigentes políticos, han favorecido, en el transcurso de la última década, la discreta puesta en marcha de una especie de ejecutivo planetario, de un gobierno real del mundo cuyos cuatro actores principales son: el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización Mundial del Comercio. Se entiende así, que el análisis de la compleja realidad del agua no sea ajena al debate democrático y sin someterse al sufragio universal, este poder informal pilota la Tierra, de hecho, y decide soberanamente el destino de sus habitantes, sin que ningún contrapoder pueda corregir, enmendar o rechazar sus decisiones. Porque los contrapoderes tradicionales –parlamentos, partidos, medios de comunicación– o son demasiado locales, o actúan como verdaderos cómplices. De esta forma, todo el mundo percibe, aunque sea de forma confusa, que para hacer de contrapeso a este ejecutivo planetario es necesario construir un contrapoder mundial.

Y parece ya inconcebible que esta naciente sociedad civil no se vea claramente asociada a las próximas grandes negociaciones internacionales en las que se discutirán los problemas ligados al medio ambiente, a la salud, a la supremacía financiera, a las cuestiones humanitarias, a la diversidad cultural o a la manipulación genética, a la compleja realidad de la "Huella Hídrica",… Porque lo que ahora se necesita es construir un futuro diferente. Ya no se trata de contentarse con un mundo en el que mil millones de habitantes vive en la prosperidad, mientras que otros mil millones de personas sobreviven en la miseria más atroz y en el que cuatro mil millones disponen de rentas que rayan el mínimo vital.

Hay que refundar una nueva economía, más solidaria, basada en el principio del desarrollo sostenible y situando al ser humano en el centro de sus preocupaciones. Empezando por desarmar a los poderes financieros. En el transcurso de los dos últimos decenios, éstos no han dejado de invadir el territorio de la política, reduciendo, de forma preocupante, el perímetro de la democracia. El desmantelamiento de la esfera financiera exige una tasación significativa de los beneficios del capital y, muy especialmente, de las transacciones especulativas en los mercados de cambio (Tasa Tobin). Conviene, igualmente, boicotear y suprimir los paraísos fiscales, zonas en las que reina el secreto bancario y que sirven para disimular las malversaciones y otros delitos de la criminalidad financiera. Hay que imaginar también una nueva distribución del trabajo y de las rentas, en una economía plural en la que el mercado ocupará únicamente una parte, con un sector solidario y un tiempo liberado mucho más importante cada vez

(qué importante es empezar a valorar desde perspectivas distintas la complejidad inherente a las desigualdades humanas; he aquí la importancia de estudiar nuevos conceptos como los relacionados con las "huellas", y de forma concreta la "Huella Hídrica". Detengámonos, aunque sea brevemente, en los problemas medioambientales relacionados con los fenómenos descritos; entre ellos, el cambio climático y sus consecuencias en muchos países.

2.5. Efectos del cambio climático sobre los recursos y los riesgos del agua en España

2.5.1. Cambio climático en España: reducción de recursos de agua e incremento de extremos hidrológicos

Los riesgos vinculados a la manifestación extrema de los elementos climáticos han pasado a ocupar una parcela importante en los estudios de cambio climático. El cuarto informe del IPCC (2007) ha dado carta de naturaleza definitiva a la relación entre estos dos procesos. Los riesgos climáticos son un problema para el funcionamiento de las sociedades en la actualidad. La actual modelización climática está señalando que algunas regiones del mundo, entre ellas las situadas en latitudes mediterráneas, podrían verse afectadas por un incremento en la frecuencia de aparición de los fenómenos atmosféricos de rango extraordinario, especialmente los derivados de extremos pluviométricos y ello puede agravar el grado de riesgo ya existente en los territorios.

Los últimos decenios han conocido cambios socioeconómicos muy intensos en el mundo. La sociedad global transforma las pautas de comportamiento a un ritmo acelerado y sus efectos suponen, también, cambios profundos en el territorio. El medio natural ha cobrado una nueva dimensión como espacio de riesgo, en virtud de la puesta en marcha de actividades que no han tenido en cuenta los rasgos propios de un funcionamiento a veces extremo. Y las sociedades, en muchas áreas del planeta, se han transformado en sociedades de riesgo, salpicadas, con frecuencia, por episodios de signo catastrófico. En 1986, Ulrich Beck caracterizó la sociedad actual como sociedad del riesgo; desde entonces, nuevos enfoques han venido a enriquecer el análisis social del mundo moderno. Un mundo dominado por la economía global, donde son más evidentes y profundas las diferencias entre los países ricos y pobres, pero en el que ha calado –afortunadamente– la semilla del necesario respeto al medio ambiente.

Se trata de un contexto difícil, pero que cuenta con un dato positivo: la existencia de lo que Beck denomina una "política de la Tierra" que no existía hace unas décadas y que permite integrar el tratamiento del riesgo en el contexto de una dinámica global de consideración del medio. Cuestión distinta son las prácticas "individuales" que se siguen desarrollando en los territorios locales o supra-locales y que aumentan el grado de incertidumbre de las sociedades que los habitan ante los peligros naturales. Una de las cuestiones en esta política de la Tierra es el cambio climático por efecto invernadero que exige respuestas globales y actuaciones, también, locales; y que tiene implicaciones manifiestas en la sociedad del riesgo. El cambio en las condiciones climáticas de las regiones del mundo es ya, por si mismo, un aspecto de incertidumbre para la población de la Tierra en las próximas décadas; y si, como indica la modelización climática, la variación de estos rasgos climáticos regionales puede suponer el incremento del desarrollo de episodios atmosféricos extremos, el nivel de incertidumbre ante lo que nos puede deparar el medio natural en el futuro próximo es todavía mayor y exige una rápida capacidad de respuesta. Esta respuesta puede resultar de la toma de acuerdos internacionales para evitar la causa del cambio climático (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero) o de medidas –de escala más o menos amplia– que aborden la reducción de consecuencias vinculadas a este proceso planetario. Uno de estos principios de ordenación es la consideración del cambio climático y de sus riesgos asociados en los procesos de planificación territorial. Y este aspecto comienza a ser tenido en cuenta en algunos países europeos que han aprobado estrategias de adaptación al cambio climático donde las medidas de ordenación del territorio juegan un papel decisivo en la reducción o adaptación a los efectos de este fenómeno (v. gr.: Holanda o el consorcio de países del Báltico). El cambio climático aparece, pues, como enigmático telón de fondo que modela procesos y actuaciones de la sociedad del riesgo.

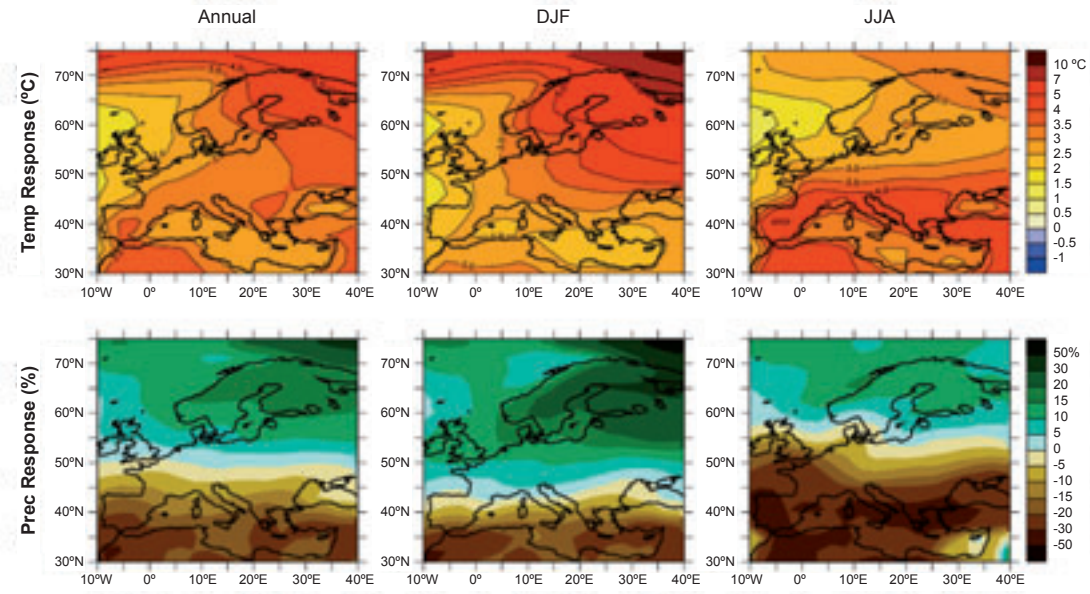
2.5.2. Efectos del calentamiento planetario sobre los elementos climáticos en España

Como se ha señalado, los modelos de cambio climático que se manejan en la actualidad hablan para el territorio español, en el seno de las latitudes mediterráneas, de un agravamiento de las condicio-

nes de irregularidad térmica y, sobre todo, pluviométricas para las próximas décadas. Así, el informe del IPCC 2007 señala un más que probable incremento de la frecuencia de desarrollo de episodios atmosféricos de rango extraordinario, fundamentalmente inundaciones, sequías y golpes de calor. Lo que no hará sino aumentar el grado de riesgo por incremento, también, de la peligrosidad.

La menor disponibilidad de agua para una población con demandas creciente y el desarrollo frecuente de fenómenos de torrencialidad pluviométrica se presentan como los procesos de causa atmosférica que van a caracterizar el incremento del riesgo en latitudes mediterráneas (vid. Figura 2 adjunta).

FIGURA 2. Efectos del cambio climático por efecto invernadero en las temperaturas y las precipitaciones de la cuenca mediterránea

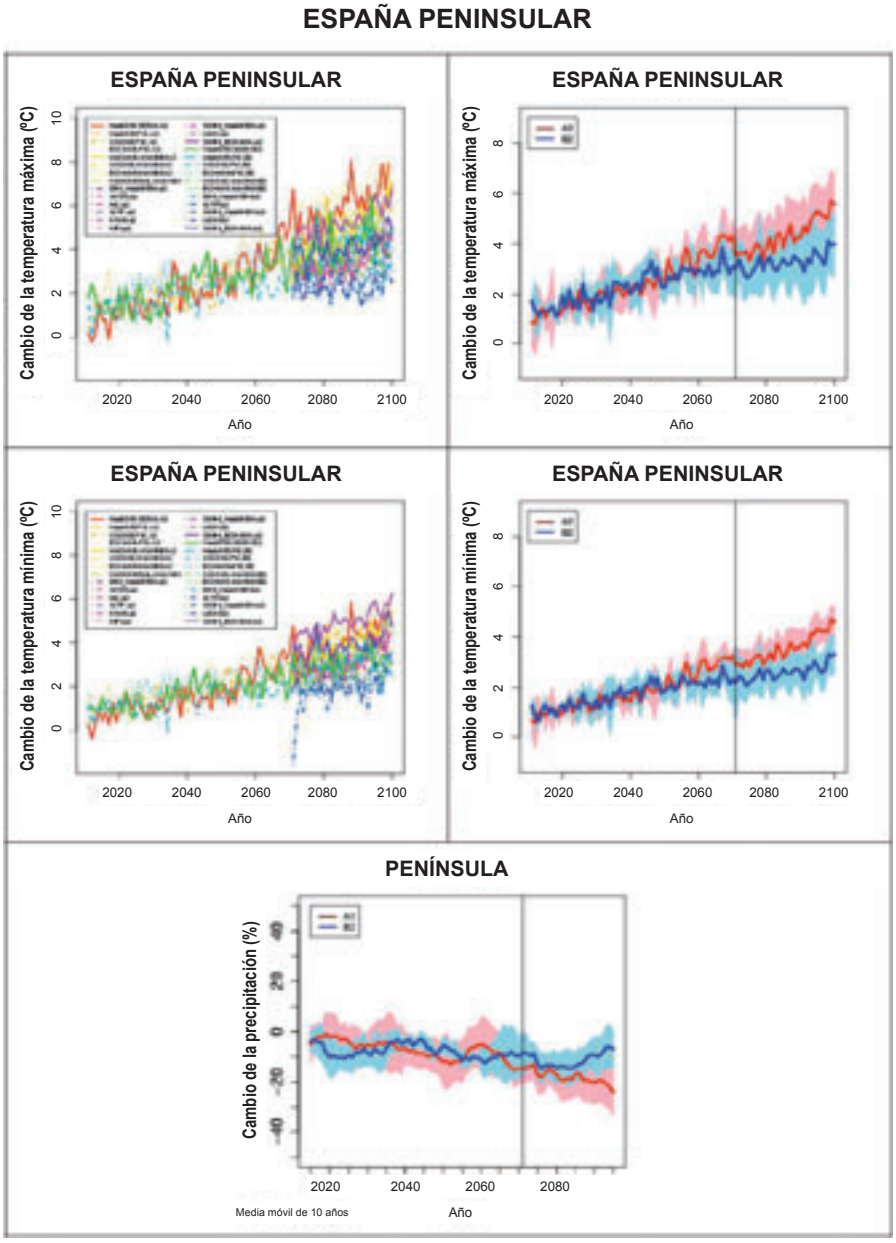


Fuente: IV Informe IPCC, 2007.

En el conjunto de la región mediterránea se asiste, pues, a un momento decisivo en la historia reciente del Mediterráneo, porque las consecuencias del cambio climático no presumen un escenario de menor riesgo frente a los peligros de la naturaleza sino que éste, de no ponerse en marcha programas de reducción del riesgo, se va a incrementar, con lo que ello supone de alteración de la dinámica socioeconómica de los países ribereños.

En España se han registrado en las tres últimas décadas los cambios térmicos y de alteración de otros elementos climáticos apreciados en el resto de la superficie terrestre, en el marco del calentamiento planetario. En efecto, desde los años ochenta del pasado siglo se habría observado una subida de las temperaturas, un descenso de la cobertura de hielo y nieve y un ascenso –muy débil– del nivel marino. Así, se indica en el informe oficial del Ministerio de Medio Ambiente sobre evaluación preliminar de los impactos del cambio climático en nuestro país (MMA, 2005), que fue actualizado en 2007 con la incorporación de los escenarios climáticos regionalizados con horizonte 2100 (INM y OECC, 2007).

FIGURA 3. Evolución de las temperaturas y precipitaciones en la España peninsular, horizonte 2100



Fuente: INM y OECC, 2007.

Los modelos climáticos aplicados a escala peninsular, indican un agravamiento de estas condiciones y un aumento de la irregularidad climática, aspecto por otra parte común en los climas de raigambre subtropical, como los que se dan en la mayor parte de las tierras ibéricas y los archipiélagos. En esencia, los rasgos más destacados de la evolución climática futura en España se resumen en los siguientes aspectos (INM y OECC, 2007):

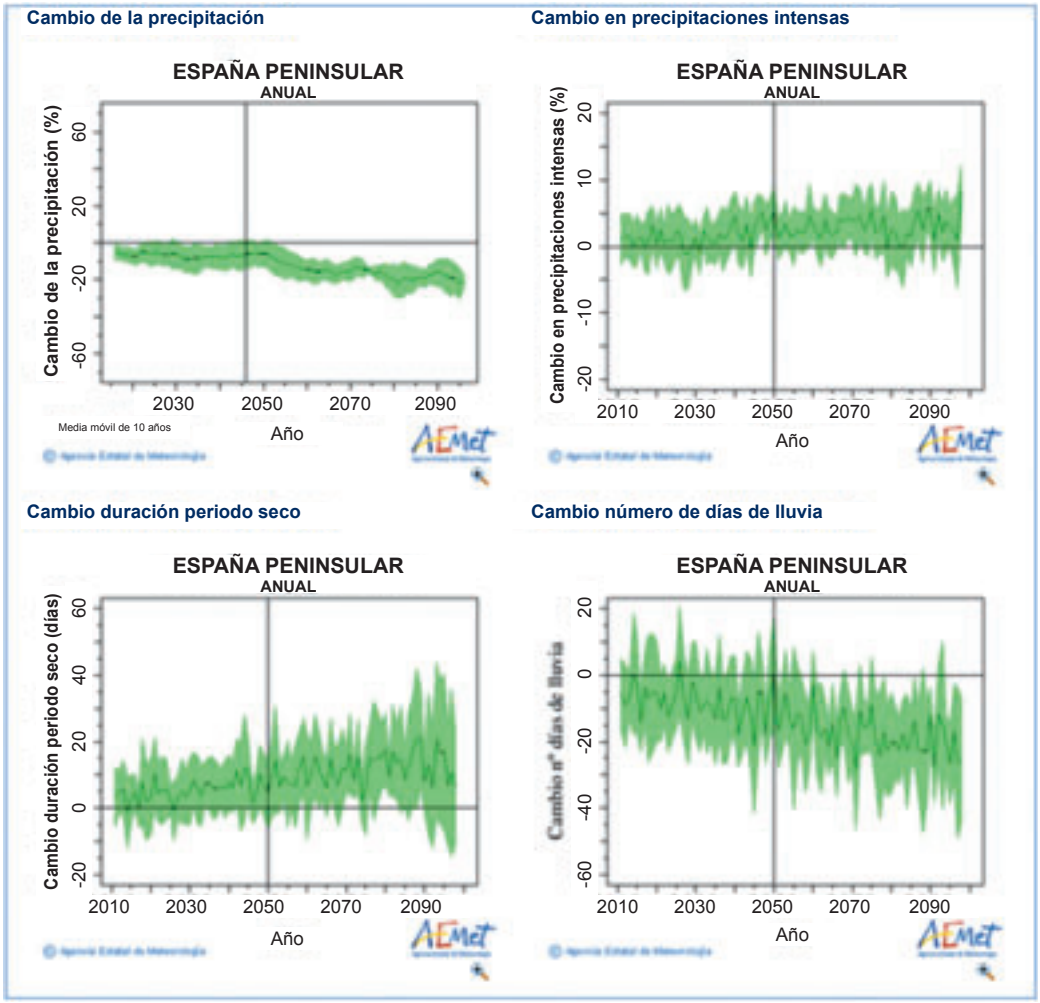
- Incremento progresivo de las temperaturas medias.
- Calentamiento más acusado en verano que en invierno.
- Calentamiento estival superior en el interior que en las costas e islas.
- Mayor frecuencia de anomalías térmicas, en especial de las máximas estivales.
- Disminución de la precipitación.
- Mayor reducción pluviométrica en primavera. Probable aumento de la lluvia invernal en el oeste y otoñal en el noreste.

– Probable aumento de los riesgos climáticos (lluvias torrenciales, olas de calor, sequías, etc.)

Existen incertidumbres sobre la evolución futura de las precipitaciones. De entrada, éste es el parámetro que menos significación estadística ha mostrado en la última centuria, y ello a pesar de la existencia de una amplia percepción ciudadana que habla de una disminución de lluvias importante en las últimas décadas. No obstante esta percepción en nada es avalada por los datos instrumentales (Martín Vide, 2007). Los modelos climáticos de futuro señalan una disminución significativa en las regiones del centro y sur peninsular (MMA, 2005). Sin embargo, no hay unanimidad en los modelos de predicción. El informe sobre riesgos naturales y tecnológicos del Observatorio Europeo de Ordenación del Territorio (2006) llega a hablar de un incremento de lluvias en el sur de España (Schmidt-Thomé, 2005). Por otra parte, el señalado aumento de la irregularidad en este elemento climático (más sequías y más inundaciones) no supondría sino un agravamiento de las actuales condiciones de precipitación en gran parte de España, donde las variedades climáticas existentes se caracterizan ya, precisamente, por la irregularidad pluviométrica.

Los datos recientes de extremos climáticos para el ámbito español, elaborados por la Oficina Española para el cambio climático y la Agencia Estatal de Meteorología indican, en efecto, el agravamiento de la manifestación extrema de la precipitación, por exceso (precipitaciones intensas) y por defecto (duración del período seco). Estos dos procesos serían el efecto más importante del cambio climático en España, debido a la importancia del agua en nuestro país (vid. Figura 4 adjunta).

FIGURA 4. Evolución de valores extremos de precipitación en la España peninsular, horizonte 2100



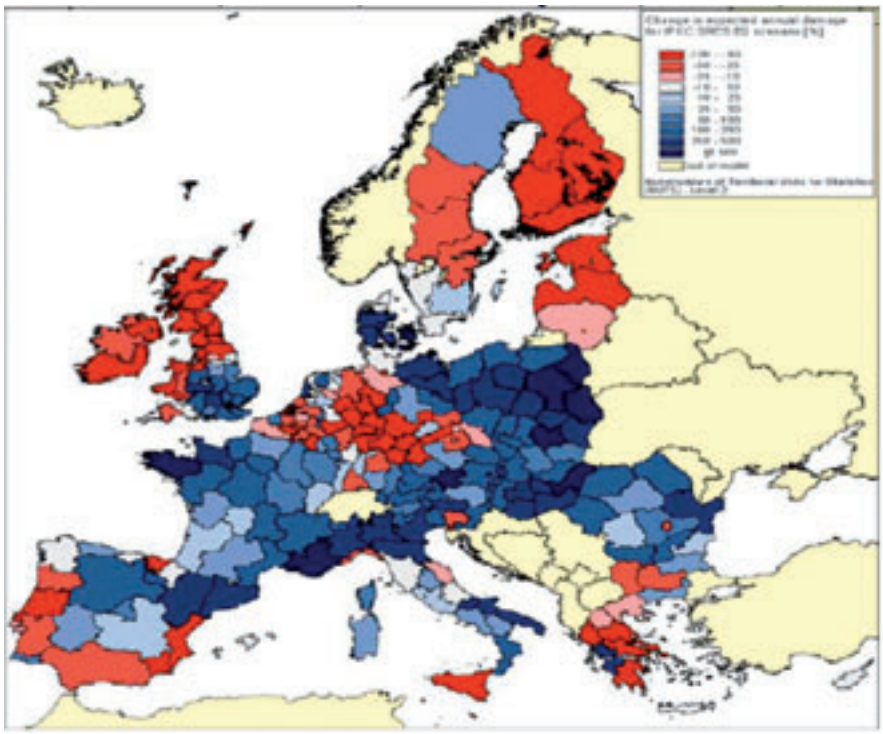
Fuente: INM y OECC, 2007.

Por su parte, la subida del nivel del mar, –uno de los aspectos que más inquieta, dada la ocupación indebida de primeras líneas de costa que se ha dado en nuestro país en los últimos cincuenta años–, se estima en 50 cm. por término medio, aunque con mayor efecto en el litoral cantábrico y atlántico que en el mediterráneo. Entre los efectos del cambio climático señalados para el territorio español, los vinculados con las temperaturas muestran un alto grado de probabilidad.

De todos los efectos previstos para en las condiciones climáticas del territorio español dentro de la actual hipótesis de cambio climático por efecto invernadero, lo más preocupante –y que no suele tener mucho eco en la trama mediática de transmisión de noticias sobre esta cuestión– es justamente el probable incremento de los episodios atmosféricos de rango extremo. Una subida de temperaturas de 3-4º C o una reducción de precipitaciones entre el 20 y 40 % respecto a los valores actuales son valores a los que el ser humano puede adaptarse, no sin necesidad de poner en marcha medidas de reducción de estos efectos. Pero, lo peor para un territorio, sus habitantes y sus actividades económicas puede ser, sin duda, el aumento del carácter "extremo" de sus condiciones climáticas. La posibilidad de ser escenario frecuente de lluvias intensas con efectos de inundación, de sequías agudas, de golpes de calor intensos en verano o de temporales de viento causados por borrascas enérgicas o situaciones de borde de anticiclón en el área mediterránea, supone un escenario de enorme vulnerabilidad socioeconómica. Si se cumplen las previsiones establecidas en la modelización climática, el aumento de daños económicos –¿y víctimas?– que se registrarían anualmente será destacada. Y esto sí que altera el normal funcionamiento de una sociedad. Este es el mensaje que debe transmitirse a los ciudadanos y a la Administración si se quiere fomentar y desarrollar las medidas de mitigación o adaptación frente al cambio climático. Es decir, nuestro país tiene ya un problema con los riesgos de causa atmosférica; los escenarios de cambio climático por efecto invernadero no pueden hacer sino agravar estas condiciones y por tanto repercutir de manera importante en las economías regionales y locales. Y las investigaciones desarrolladas con posterioridad a la publicación del IV Informe IPCC (2007) no hacen sino confirmar esta cuestión.

Recientemente, el Centro de Investigación de la Comisión Europea (JRC, 2009) ha hecho público el informe PESETA *(Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on boTtom-up Analysis)* que evalúa los efectos del cambio climático las actividades económicas y el bienestar de Europa. Sus conclusiones no son nada optimistas para las regiones del Mediterráneo europeo, entre ellas España. Se ha trabajado con cuatro escenarios de subida de temperatura hasta 2100 (+2,5º, +3,9º, +4,1º y +5,5º) y en todas las proyecciones la región del sur de Europa sería siempre la de efectos más negativos: reducciones muy importantes de agua en nuestros ríos, aumento de afectados por inundaciones, disminuciones de cosecha en agricultura y pérdidas cuantiosas en el turismo de sol y playa por pérdida de confort climático.

FIGURA 5. Cambios en los daños anuales causados por las inundaciones fluviales en las regiones europeas para el período 2071-2100



Fuente: Informe PESETA. JRC, 2009.

2.5.3. Consecuencias del cambio climático sobre los recursos hídricos en España

Los dos efectos del calentamiento global que afectará, con mayor intensidad, las actividades económicas en territorio español serán: la reducción de las precipitaciones y sus efectos (menor volumen de agua disponible) y el aumento de fenómenos meteorológicos extremos (aumento de los riesgos climáticos).

Según el IPCC (2007) y la Oficina Española de Meteorología, el cambio climático es probable que produzca un efecto negativo sobre los recursos hídricos existentes en el conjunto del territorio español, especialmente en los territorios del este y sur peninsular. Los modelos indican que el aumento en la temperatura media (y por lo tanto de la evapotranspiración) y, especialmente, la reducción en las precipitaciones (hasta un 20 por ciento hacia el final del siglo XXI) puede añadir tensiones importantes en la población y sus actividades económicas, especialmente la agricultura y el turismo. La disminución de las precipitaciones sería más intensas en el sur peninsular. En la actualidad (IPCC, 2007), España disfruta de una disponibilidad de recursos de agua por persona por año estimado en 3.000 m^3/persona/año, para una demanda de 2.000 m^3/persona/año. A finales del siglo 21, el IPCC estima que la disponibilidad de agua puede reducirse a sólo 450 m^3/persona/año, para una demanda moderadamente superior al actual. Es probable que esta reducción, afectará especialmente al este y sur de España y al archipiélago canario.

La modificación de las condiciones climáticas actuales produce cambios en el ciclo hidrológico y, en consecuencia, en la disponibilidad de los recursos hídricos. Por lo tanto, las variaciones en las condiciones climáticas pueden traducirse en variaciones en la escorrentía total anual. Por ejemplo, un aumento en la frecuencia de las sequías no sólo se traducirá en menos lluvias, sino también en el aumento de la evapotranspiración y por lo tanto en la reducción de la escorrentía. Ello obliga a tener ideadas medidas (capacidad de adaptación) que reduzcan el aumento de la vulnerabilidad ante la escasez de recursos hídricos provocada por la reducción de lluvias en el territorio español.

La Agencia Meteorológica Española (AEMet) ha publicado en 2009 su informe sobre "Generación de escenarios de cambio climático regionalizados para España" que incluye datos sobre temperaturas máximas y mínimas y en los patrones de precipitación, con 10 modelos regionales de desarrollo a través de la reducción de escala de 5 modelos globales, y con dos escenarios de emisiones, A2 y B2 (1). Para el período 2011-2040, los escenarios de emisiones muestran poca influencia en el aumento de la temperatura, mientras que en el último período (2071-2100) las diferencias son considerables, con un aumento más marcado en el escenario de emisiones A2 que en B2.

Por otro lado, también hay un patrón significativo a lo largo del año, con un aumento mucho más acusado en verano que en invierno y primavera. Los incrementos en la fachada este y la mitad sur peninsular de 2071-2100, en comparación con 1961-1990, se estiman entre 1,5 º a 3 ºC en marzo en Cataluña, Valencia y Andalucía; mientras en agosto alcanzan más de 7 ºC en las Islas Baleares y el litoral catalán. Todas estas proyecciones parecen tener un alto grado de confianza y espacial y temporal coherencia. Teniendo en cuenta estas cifras, es de esperar un aumento significativo de la evapotranspiración en los meses de verano.

Por otro lado, las precipitaciones se presentan los resultados más variados. Durante la primera mitad del siglo XXI no hay ninguna señal clara. Sin embargo, en la segunda mitad de la precipitación media del siglo en la España peninsular podría disminuir entre un 15 y un 30 por ciento con respecto a los valores de 1961-1990.

Además de aumento de las temperaturas y la disminución de las lluvias, dos elementos climáticos sufrirán cambios importantes: las temperaturas extremas y las lluvias intensas. Estos datos indican, como se señaló anteriormente, la intensificación de las condiciones climáticas extremas en áreas costeras del este y sur de España con una pérdida de confort climático de efectos para la actividad turística (OECC, 2009). Los principales cambios en los elementos climáticos para las regiones españolas más sensibles al calentamiento planetario en el horizonte 2100 (escenario de emisiones A1B), se muestran en la tabla 1, adjunta.

TABLA 1. Principales cambios en los elementos climáticos de las regiones del este y sur peninsular, horizonte 2100

REGIÓN	Temperatura máxima (ºC)	Temperatura mínima (ºC)	Cambio en el número de días cálidos a lo largo del año (%)	Variación en la precipitación total anual (%)	Variación en las precipitaciones intensas (%)
CATALUÑA	+ 4º	+ 3º- 4º	+ 25-45	- 10-25	+ 5
ISLAS BALEARES	+ 3º	+ 3º- 4	+ -35-60	- 10-30	+ 5
C. VALENCIANA	+ 4º	+ 3º- 4º	+ 30-50	- 20-35	+ 5
MURCIA	+ 4º- 5º	+ 3º- 4º	+ 35-50	- 20-40	+ 10
ANDALUCÍA	+ 4º- 6º	+ 4º	+ 35-50	- 15-40	+ 10

Fuente: Oficina Española de Cambio Climático y AEMET.

A escala nacional, diversas estimaciones han tratado de predecir la reducción de los flujos de agua como consecuencia del cambio climático. El Libro Blanco del Agua en España (2001) calcularon una reducción de agua para riego en las cuencas de los ríos de la costa mediterránea española. Para el año 2030, la disminución sería de entre 3 y 31 % en las cuencas internas catalán, del 9 al 22 % en la cuenca del Júcar, del 11 al 28 % en la cuenca del Segura, y del 3 al 31 % en las cuencas hídricas andaluzas. Estos escenarios se determinaron después de las previsiones pesimistas de mediados de la década de 1990 cuando los planes hidrológicos de cuenca se están desarrollando. Algunos autores estiman una reducción en los flujos de agua en el área de estudio de más de 30 por ciento con respecto a los promedios históricos (Ayala-Carcedo e Iglesias, 2000).

Los análisis más recientes suavizan un poco las predicciones sombrías. Así, el Plan Español para la Adaptación al Cambio Climático de 2006 calculó una reducción de entre 5 y 11% para las diferentes cuencas hidrológicas españolas a mediados del siglo XXI. Estas cifras se incluyeron en la revisión de los planes hidrológicos de cuenca a cabo por el Ministerio de Medio Ambiente. Los resultados de la

aplicación de modelos hidrológicos, como el SIMPA, por el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX), a los datos climáticos indican una reducción general en la disponibilidad de agua. Más específicamente, la escorrentía media en España se reducirá de 75 mm a 25 mm al final de este siglo en un escenario estándar.

La Instrucción de Planificación Hidrológica (2008), adoptada para el desarrollo de los nuevos Planes Hidrológicos de Demarcación en España (adaptación a la Directiva Marco del Agua (2000/60)), asigna los siguientes porcentajes de disminución de la entrada natural de los recursos naturales de agua en las Demarcaciones Hidrográficas españolas, con horizonte en el año 2027.

TABLA 2. Porcentajes de disminución de la aportación natural para incorporar el efecto del cambio climático. Horizonte 2027

Demarcación Hidrográfica	Porcentaje de disminución (%)
Miño-Sil	3
Cantábrico	2
Duero	6
Tajo	7
Guadiana	11
Guadalquivir	8
Segura	11
Júcar	9
Ebro	5

Fuente: MARM, 2008.

Algunas administraciones regionales han generado, a su vez, los escenarios climáticos y las predicciones hidrológicas. Por ejemplo, en Cataluña, un informe de la Agencia Catalana del Agua prevé una reducción de los recursos de agua de 495 hm^3 a 420 hm^3 (15 por ciento), a lo largo de este siglo, con una disminución más notable en la segunda mitad (Calvo et al, 2009). Recientemente, Mas-Pla (2010), basado en el análisis de series climáticas (temperatura y precipitación) del territorio de Cataluña en el marco del proyecto PRUDENCE, ha indicado una reducción de porcentajes en el volumen de agua de los ríos entre el 3,5 y el 51,7%, en relación con las condiciones hidrológicas y el grado de reducción de emisiones que se pueda llevar a cabo hasta el año 2100.

Para las cuencas del Júcar y del Segura, las más deficitarias de España, Quereda et al. (2009) han desarrollado dos escenarios posibles de comportamiento recursos de agua para el año 2030 que considera los cambios en la escorrentía. El primer escenario se prevé un aumento de 1 ºC en la temperatura media anual y ningún cambio en los patrones de precipitación. En estas condiciones climáticas, el Júcar y las cuencas del Segura podría experimentar una reducción del 12 por ciento (550 hm^3/año) de los recursos de agua que actualmente se estima en 4.596 hm^3/año. El segundo escenario implica un aumento de temperatura de 1 ºC y una reducción del 5 por ciento en el promedio de lluvia. Esta reducción se traduciría en una escorrentía de tan sólo 57,6 mm, es decir, 23 por ciento menor que la escorrentía actual cifrada en 74,3 mm. A su vez, el agua disponible disminuiría un 22 por ciento, esto es, alrededor de 1.000 hm^3/año. En ambos escenarios, pero sobre todo el segundo, la disponibilidad de recursos hídricos apenas cubriría el 60 por ciento de la demanda de agua estimada en el año 2020, unos 7.000 hm^3/año para el conjunto de las cuencas del Júcar y el Segura.

TABLA 3. Descenso en la escorrentía media (mm) de las cuencas del Júcar y Segura. Horizonte 2030

	Escorrentía media actual (mm)	Escenario 1 (mm)	Escenario 2 (mm)
Júcar	85.3	80.1	69.8
Segura	47.3	31.9	28.1

Fuente: Quereda *et al.*, 2009.

Para Andalucía, se estima una reducción del 8% en los recursos hídricos disponibles, según Corominas (2008), con un descenso del 12% en el riego con suministro de agua regulada y un 16% con agua no regulada. Estos valores se duplican en el horizonte 2050. Por su parte, el aumento en años de sequía en esta zona se estima en un 7% en comparación con la situación actual en el horizonte 2027, y en un 40% en 2050.

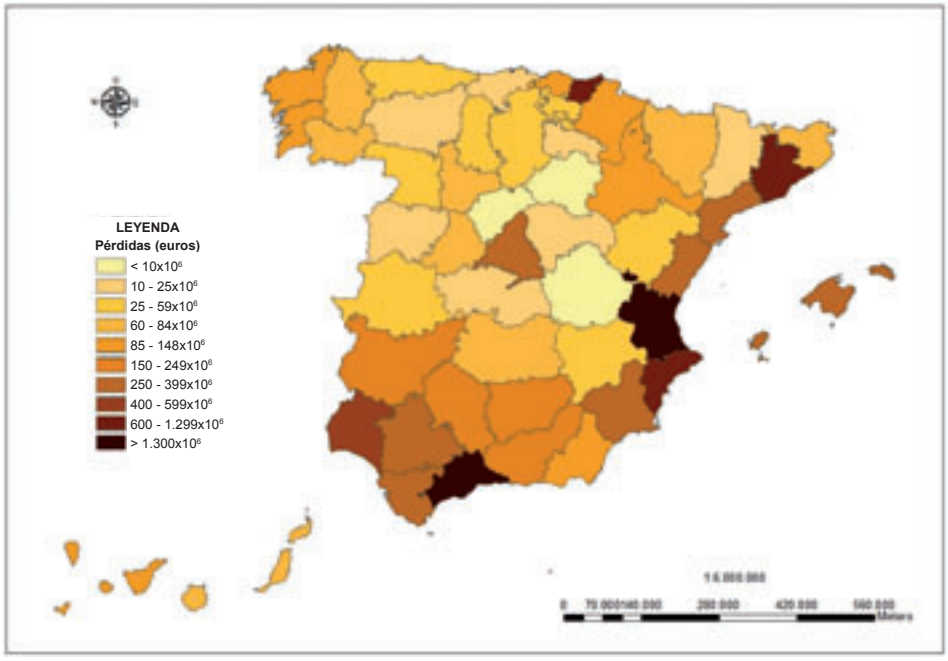
2.5.4. Incremento de extremos hidrológicos: consecuencia preocupante del cambio climático

España es un país-riesgo frente a los peligros de la naturaleza; algunos de sus territorios ocupan los primeros puestos en la clasificación europea de espacios geográficos con riesgo que se ha incluido en el informe sobre peligros naturales y tecnológicos en Europa (vid. ESPON, 2006). Ello es debido a la coincidencia de un medio físico complejo y difícil y una población dinámica y creciente, que se acumula, en gran medida, en áreas litorales.

En efecto, España es uno de los espacios geográficos de Europa más afectado por los peligros de la naturaleza, merced a su propia posición geográfica, a su carácter de península rodeada de mares, a su topografía y a la ocupación humana, de época histórica, que se ha dado en su territorio. Sólo por efecto de la sismicidad y de las inundaciones, las pérdidas económicas registradas anualmente en España en el período 1987-2001 se elevan a 760 millones de €, de las cuales el 98% corresponden a inundaciones, el principal peligro de la naturaleza en nuestro país.

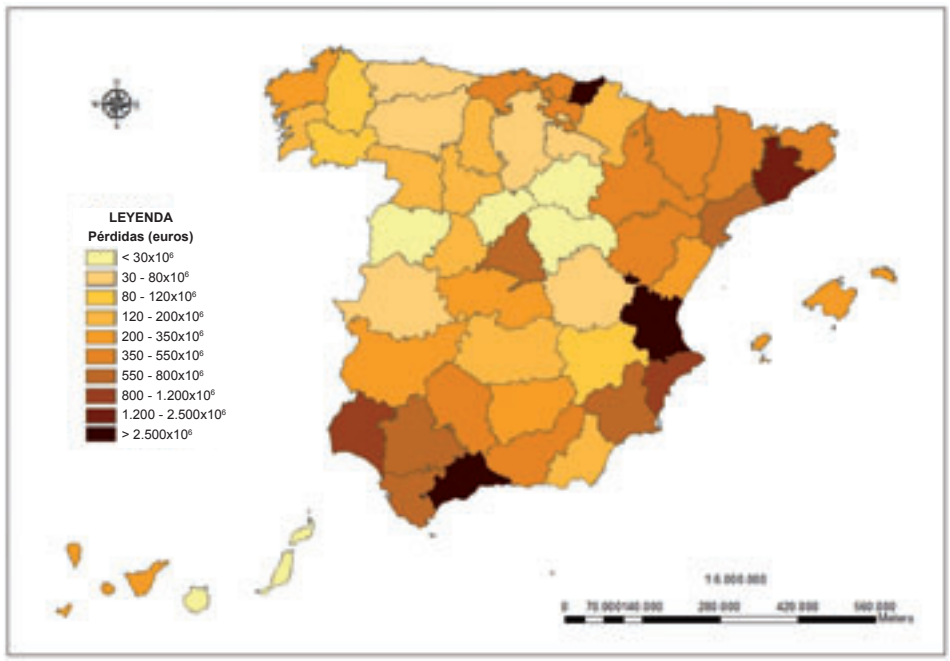
La Comunidad Valenciana, Cataluña, Baleares, Canarias, Andalucía y Murcia, han concentrado el porcentaje mayor del total de pérdidas económicas ocasionadas por peligros naturales, mayoritariamente por inundaciones, en España entre 1987 y 2001. Y se estima que las perdidas por inundaciones sigan siendo muy elevadas en España –especialmente en las comunidades autónomas señaladas– durante los próximos 30 años (vid. Figuras 6 y 7 adjuntas). En efecto, en el informe sobre pérdidas por terremotos e inundaciones en España elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España y el Consorcio de Compensación de Seguros en 2004, se calculan unas pérdidas económicas totales de 25.700 € (valor de € de 2002). (vid. IGME y Consorcio de Compensación de Seguros, 2004).

FIGURA 6. Pérdida por inundaciones en España, en el periodo 1987-2001



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IGME y Consorcio de Compensación de Seguros (2004).

FIGURA 7. Pérdida por inundaciones en España, estimación para el periodo 2004-2033



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IGME y Consorcio de Compensación de Seguros (2004).

En el período 1995-2008 se registraron en España 897 víctimas mortales debidos a la acción de los peligros naturales: 70 víctimas al año por término medio. Inundaciones, tormentas y temporales marítimos son los peligros naturales que más victimas ocasionan en nuestro país.

Los últimos veinticinco años han resultado pródigos en peligros naturales y, especialmente, en episodios atmosféricos extremos. La grave sequía de comienzos de dicho período se vio salpicada por episodios de inundaciones en la fachada mediterránea (Levante y Cataluña, octubre y noviembre de 1982) y País Vasco (agosto de 1983). Nuevas inundaciones azotaron la fachada este de España en 1985 y 1986; más dañina aún resultó la de la primera semana de noviembre de 1987, con graves daños en las comarcas valencianas de La Ribera y La Safor y desbordamiento del Segura en la Vega Baja, que motivaría la puesta en marcha, por vía de urgencia, de los planes de Defensa de Avenidas en las cuencas del Júcar y Segura. El año 1988 fue extraordinario por el número de tormentas de granizo que asolaron el campo español (junio y julio), mientras que 1989 se saldaba con sequía (más hidrológica que atmosférica) en el norte de España (País Vasco) y graves inundaciones, por contra, en la fachada mediterránea (Levante, Baleares, Málaga). A estos desastres se añadía, en la primera mitad de los noventa, la dura y prolongada sequía que han padecido las regiones del centro, sur y sureste de España, cuya intensidad se fue acentuando en el transcurso de las sucesivas campañas agrícolas, para alcanzar inusual grado de alarma en el año hidrológico 1994-95. Secuencia de indigencia pluviométrica que, en el sur y centro de la Península Ibérica concluyó, bruscamente, con fuertes lluvias en diciembre de 1995 y enero de 1996. Temporales que se repitieron en tierras andaluzas el mes de diciembre de 1996, con graves inundaciones en las provincias de Huelva, Cádiz y Sevilla.

Mención destacada merecen, por sus desastrosas secuelas, el fulminante desbordamiento del barranco de Arás, en agosto de 1996 que, motivado por una tromba de agua, ocasionó la muerte de 86 personas que disfrutaban de su descanso vacacional en el Pirineo de Huesca; las inundaciones de Alicante el 30 de septiembre de 1997 y las de Badajoz de noviembre de ese mismo año con numerosas víctimas. En octubre de 2000 un nuevo episodio de lluvias torrenciales azota la Comunidad Valenciana causando graves pérdidas económicas. En abril de 2002 un temporal de Canarias ocasiona daños y víctimas en Tenerife, especialmente en Santa Cruz. La situación de calor extremo que se vivió en Europa durante el verano de 2003, dejó 142 muertos en España, aunque esta cifra oficial de víctimas se estima mucho mayor en la realidad. De nuevo, en 2005, los dos peligros naturales de consecuencias socio-eco-

nómicas y territoriales más importantes que tienen lugar en España (inundaciones y sequías) se manifestaron con crudeza en 2005: la sequía causó elevadas pérdidas económicas y favoreció el desarrollo de numerosos incendios forestales; las inundaciones de otoño en el litoral mediterráneo, ocasionaron cuatro muertes en Cataluña. Los últimos episodios importantes, relacionados con las lluvias torrenciales, han tenido lugar en otoño de 2007, en diversas localidades del litoral mediterráneo (C. Valenciana y Baleares) y en el invierno de 2009-10 numerosos episodios de inundación en el sur de la península Ibérica y en Canarias se saldan con muy elevadas pérdidas económicas y varias víctimas mortales. No se debe olvidar los efectos –económicos y víctimas– ocasionados por dos borrascas intensas (ciclogénesis explosiva) que azotaron el territorio peninsular y Canarias en los inviernos de 2009 y 2010.

Lo llamativo es que el riesgo ante peligros naturales aumenta en relación con el incremento de la exposición del ser humano a nuevos peligros. Así, a las inundaciones, sequías y los temporales de viento se han unido las olas de calor y los aludes de nieve como nuevos agentes de riesgo que provocan elevadas víctimas (102 y 32 fallecimientos respectivamente entre 1995-2008) y los tornados que manifiestan un importante incremento en su frecuencia de desarrollo desde 1995 y ocasionan daños materiales elevados en los lugares afectados.

Por propia ubicación geográfica y posición en relación con las zonas de actividad sísmica (placas tectónicas) y con las zonas de circulación atmosférica general, la península Ibérica participa de un amplio catálogo de peligros naturales. La relación de peligros naturales en España, por orden de importancia socio-económica y territorial y frecuencia de aparición, comprende lluvias abundantes o torrenciales con efectos de inundación; secuencias de sequía; temporales de viento; olas de frío y calor; tormentas de granizo, aludes de nieve, a los que se sumarían los peligros de causa geológica y geomorfológica (sismicidad y deslizamientos).

A ellos cabría añadir fenómenos atmosféricos de afección local o puntual y menores efectos como tornados y rayos. Los peligros de causa climática constituyen la causa principal de las pérdidas de vidas humanas y de los daños económicos que se registran anualmente en España. Los mapas adjuntos muestran la distribución territorial de los peligros de la naturaleza más importantes en territorio español. Desde mediados del siglo XX se ha asistido en España a otro fenómeno interesante en relación con la localización de las áreas de riesgo: el desplazamiento hacia las áreas litorales de las áreas con mayor riesgo. Esto ha producido una “litoralización” del riesgo. La pérdida de importancia socio-económica de la actividad agrícola, la más expuesta a los peligros de causa climática, ha desplazado el escenario de la vulnerabilidad y exposición ante los peligros naturales del campo a la ciudad y, dentro de los espacios urbanos, el desarrollo de actividades relacionadas con el ocio y el turismo en áreas litorales y los archipiélagos ha situado en estos territorios las áreas con nivel de riesgo más elevado.

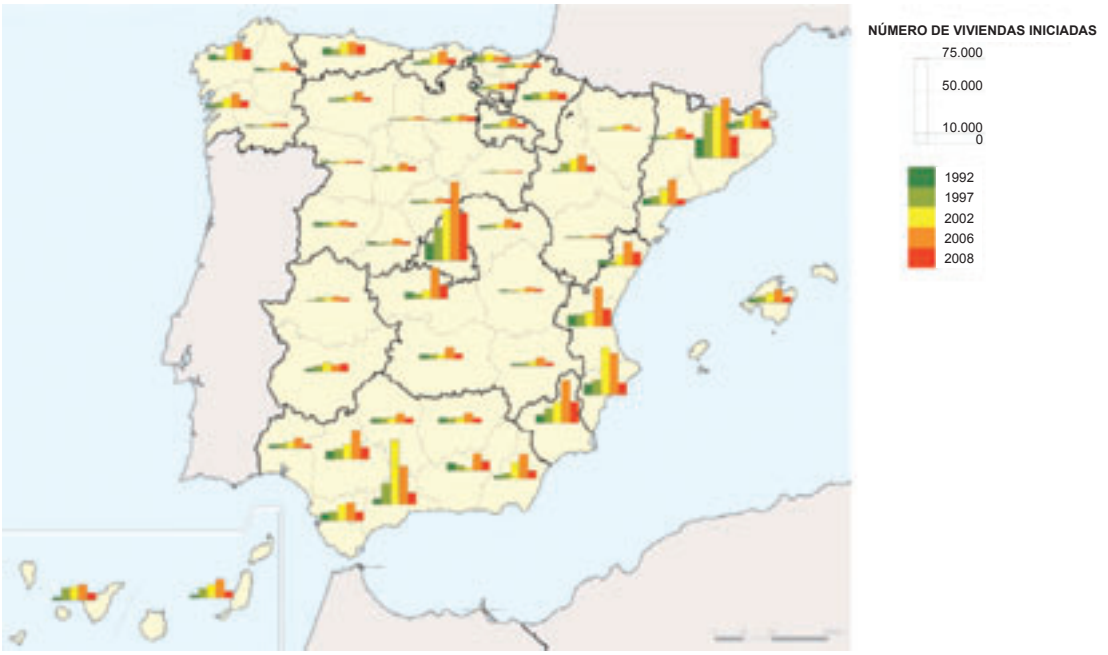
En la definición del territorio español como espacio de riesgo hay algunos aspectos que se manifiestan como rasgos característicos que se han ido ahormando en las últimas décadas. Así, una primera cuestión en la aparición de la vinculación entre riesgos y cambio climático que tiene lugar a mediados de la década de los años noventa del siglo pasado. En efecto, la catástrofe del camping de Biescas (Pirineos, Huesca), en agosto de 1996, con sus ochenta y seis víctimas mortales, ocurrida en el contexto de pensamiento ambiental actual y en plena efervescencia de la hipótesis de cambio climático por efecto invernadero, inauguró el debate científico y social en nuestro país sobre la posible repercusión del cambio climático en el incremento de los peligros de causa atmosférica. No obstante, hasta el momento presente, no se observa ninguna tendencia significativa al incremento de la peligrosidad climática en nuestro país.

Por otra parte, el estudio de los efectos de los peligros naturales ocurridos en España a lo largo del siglo XX y con especial detalle en su segunda mitad, permite concluir que, desde la década de 1970, las víctimas por peligros naturales no han dejado de disminuir, fruto probablemente de la disminución de infraviviendas y las cuantiosas inversiones en obra pública para su mitigación, así como la puesta en marcha, en la última década de leyes y planes para la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio. Por el contrario, si que se puede señalar que el riesgo ante estos peligros naturales –especialmente, los de causa atmosférica– ha aumentado, en relación con el aumento de la población y la exposición de la misma en diversos territorios españoles ante los peligros naturales.

Como síntesis, es posible afirmar que el riesgo ante los peligros de causa climática en España ha aumentado en las tres últimas décadas, no por el incremento de la peligrosidad sino por el mayor grado de vulnerabilidad y exposición ante su posible desarrollo.

Desde los años ochenta del pasado siglo son los aspectos humanos del riesgo los que han cobrado protagonismo en la valoración de los peligros climáticos. Un aspecto importante en el aumento de la exposición y vulnerabilidad ante los episodios atmosféricos de rango extraordinario es el importante aumento del parque de viviendas que se ha producido en algunas regiones españolas desde los años ochenta del pasado siglo y, especialmente entre 1995 y 2007. El denominado "boom inmobiliario" de los últimos lustros ha tenido en el litoral mediterráneo español un escenario principal de desarrollo. En el conjunto del territorio nacional, al margen de la capital madrileña, el gran foco de actividad de la construcción residencial se ha situado en la fachada mediterránea, como se observa en la Figura 8 adjunta.

FIGURA 8. Viviendas iniciadas en España, 1992-2008. Atlas de la sostenibilidad en España 2009

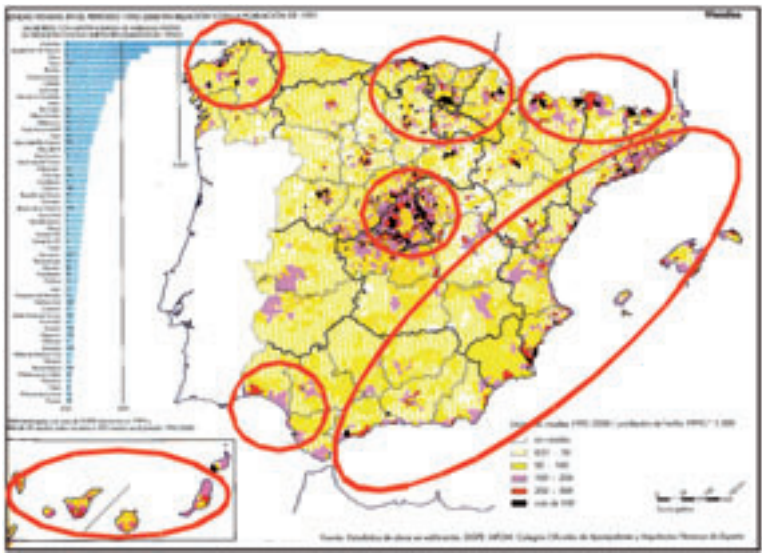


Fuente: Observatorio de la Sostenibilidad en España. (www.sostenibilidad-es.org).

Algunos datos resultan ilustrativos para explicar este proceso. De entrada, más del 50% de la nueva edificación residencial de la última década ha tenido ocasión en la fachada mediterránea española. Y en los primeros años del nuevo siglo este porcentaje ha subido casi al 60%. Resulta sorprendente, por ejemplo, la enorme actividad de la construcción de viviendas residenciales en la provincia de Alicante durante los últimos años que se sitúa en el tercer puesto del ranking nacional tras las de Madrid y Barcelona, por encima de provincias de mayor entidad de población (población de derecho) como Valencia o Málaga, en la propia fachada mediterránea española, o de Sevilla. En esta provincia se han mantenido ritmos de construcción anuales de 12.000 nuevas viviendas residenciales en los primeros años del nuevo siglo.

La Figura 9, adjunta muestra las grandes áreas de promoción inmobiliaria en España durante los tres últimos lustros. Litoral mediterráneo, Madrid, los archipiélagos canario y, en menor medida, balear, litoral atlántico andaluz, sectores del Pirineo –en relación con el auge del turismo de nieve–, fachada cantábrica –sector vasco y de Cantabria– y las rías bajas gallegas son los espacios geográficos españoles que han manifestado una mayor dinámica en la construcción de vivienda residencial, buena parte de ella dedicada a segunda residencia.

FIGURA 9. Las grandes áreas de promoción inmobiliaria en España (1995-2008)



Fuente: Elaboración propia sobre la base cartográfica del Atlas de la Vivienda en España. Ministerio de Fomento.

El enorme desarrollo que ha tenido la construcción residencial en nuestro país es una de las causas del incremento señalado de la vulnerabilidad y la exposición ante los peligros climáticos. No se trata de reclamar moratorias de edificación, se trata de edificar en aquellos lugares donde sea posible. En otras palabras, en las últimas dos décadas se ha construido por encima de lo racionalmente sostenible en España y además algunas de esas edificaciones se han llevado a cabo en zonas de riesgo. Especialmente en áreas expuestas al peligro de inundación, pero asimismo en sectores con riesgo ante sequías, temporales marítimos y deslizamientos.

Muchas áreas del litoral mediterráneo español y del archipiélago canario, especialmente en las islas de Tenerife y Gran Canaria, han visto como márgenes fluviales, espacios inundables y áreas de avenamiento precario han sido ocupadas por infraestructuras, espacios de ocio (camping) o viviendas en las últimas décadas. Y ello cuando desde la promulgación de la Ley de Aguas de 1985 –y de su Reglamento de Dominio Público Hidráulico– o de la ley del suelo de 1998, además de la normativa autonómica que se ha aprobado en los últimos veinte años relativa al suelo, ordenación del territorio o impacto ambiental, estas actuaciones eran claramente ilegales. E incluso podían ser consideradas como "delito ecológico" según se contempla en el Código Penal de 1995. Y en ocasiones este proceso de creación de estos nuevos "paisajes de riesgo" ha sido contemporáneo a la aparición de normativa estatal y autonómica que, teóricamente, debía prohibir estas áreas de exposición elevada ante un peligro de causa atmosférica (inundaciones).

Y hay otro dato preocupante. Varias víctimas –especialmente por inundaciones– registradas en España durante los últimos años son residentes extranjeros que se han instalado en nuestro país por motivos laborales o de ocio. Y esto habla de la falta de percepción del riesgo de estos grupos sociales y de la carencia de una comunicación social del riesgo que prevenga a estos ciudadanos del peligro vinculado a las manifestaciones atmosféricas extremas en nuestro territorio.

Por su parte, la apuesta mayoritaria por modelos urbanos de baja densidad (vivienda unifamiliar aislada o en hilera) ha supuesto también un incremento en el gasto anual de agua en todas las regiones donde la promoción inmobiliaria ha sido el motor del desarrollo económico durante entre 1995 y 2007. Debe recordarse que los modelos de baja densidad demandan más agua por habitante y día que el modelo urbano concentrado. Como dato de referencia, un modelo de baja densidad con vivienda unifamiliar puede suponer un gasto diario de 400 litros/hab. frente a los 150 litros/hab. de gasto medio diario de una vivienda en bloque (vid. Tabla 4, adjunta).

TABLA 4. Efectos ambientales y gasto de agua en modelos urbanos de alta y baja densidad

MODELO URBANO DE ALTA DENSIDAD	MODELO URBANO DE BAJA DENSIDAD
– Menos consumo territorial. – Mayor eficiencia en la distribución de energía. – Menores pérdidas de agua en la red. – Menores desplazamientos (menores emisiones de CO_2). Transporte público. – Vivienda en bloque (100-200 litros/persona/día).	– Consumo intenso de territorio. – Menor eficiencia en redes de distribución de energía. – Mayores pérdidas de agua en las redes de distribución en baja. – Mayor gasto energético y emisiones de CO_2 (desplazamientos en vehículos particulares). – Vivienda unifamiliar con piscina (400-500 litros/persona/día). – Vivienda adosada (300-350 litros/persona/día).

Fuente: Rico Amorós (2007). Elaboración propia.

Esto ha elevado la exposición al riesgo de sequías en las regiones litorales españolas (incluidas las cantábricas) puesto que un descenso en los recursos de agua disponibles hace saltar las alertas de sequía debido al aumento en la demanda impulsada por la implantación masiva de edificaciones de baja densidad. De manera que el desarrollo de políticas que favorezcan el empleo de recursos no convencionales, como parte importante de los recursos disponibles para la satisfacción de las demandas en el territorio español, es una apuesta de futuro en nuestro país, en el marco de un escenario de cambio climático con reducción de aportes pluviométricos.

La utilización eficiente de los recursos implica que ha de aprovecharse al máximo las oportunidades que brindan los recursos no convencionales, esencialmente los provenientes de la reutilización de aguas residuales depuradas y los que puede aportar la desalación, como ya viene ocurriendo en algunos espacios litorales, en sectores con suficiente capacidad de pago, como es el turismo o la agricultura de vanguardia. En el tema de la depuración, se trata además de apostar por los sistemas de tratamiento más avanzados, que permitan la obtención de aguas regeneradas en condiciones adecuadas, así como de solucionar los vertidos que se siguen haciendo sin depurar y dimensionar adecuadamente las estaciones de tratamiento. Es necesario, pues, como estrategia de adaptación al cambio climático, aumentar el volumen de agua depurada a reutilizar en la actividad turística del litoral mediterráneo español. En la actualidad, el porcentaje de reutilización de aguas depuradas en las regiones del mediterráneo español apenas alcanza el 30% del volumen depurado. Y de este porcentaje sólo un 5 % corresponde al consumo para usos turísticos y recreativos (50 hm^3/año). Un dato muy reducido si lo comparamos con el volumen total de agua que se depura en España en 2010 (3.400 hm^3/año) (Olcina y Moltó, 2010). Por su parte, las aguas procedentes de desalación que se ha incorporado al volumen total de recursos de agua disponibles para diferentes usos no han dejado de incrementarse en la primera década del siglo XXI, pasando de 225 hm^3/año a 690 hm^3/año. En la actualidad se producen 1,9 hm3/día de agua desalada, lo que ha situado a España en el primer lugar en utilización de aguas procedentes de desalación dentro de Europa. El uso urbano-turístico de las zonas litorales (Canarias, Baleares y litoral mediterráneo español) ha sido el gran beneficiado por el nuevo aporte de las aguas desaladas. Se han puesto en marcha desaladoras de grandes dimensiones que producen desde 4.000 hasta 50.000 metros cúbicos al día. Estas medidas, que procuran caudales adicionales, contribuyen además a reducir la dependencia de aportes externos de agua cuyo volumen podría variar en el futuro en función de factores climáticos (cambio climático) y de los usos económicos, sociales y ambientales en las cuencas de origen.

Todo ello en el ámbito y contexto de una política hidráulica tradicional que en España ha apostado con fuerza por un incremento de la regulación del recurso, y por lo tanto se ha apostado por una política de infraestructuras. Este dato queda reflejado en la evolución en el número de embalses y presas construidos en los últimos años. Hasta el año 1955 se construían una media de cuatro presas anuales. De existir 60 presas construidas a comienzos de siglo se pasó a tener unas 270 en 1950. A partir de ese año se acelera el proceso de construcción de presas, llegando a alcanzarse el número de 20 presas anuales. Como nos muestra la realidad, en estos últimos años se ha optado por una política de oferta del recurso agua. Es decir para hacer frente a las necesidades y demanda del bien se ha procedido a un incremento de la regulación y por lo tanto a un incremento en la oferta del recurso, sin tener en cuenta que en ocasiones la necesidad o escasez no tiene por qué deberse a una falta del mismo, sino que puede ser debida a una mala gestión de los recursos disponibles. En los últimos años, sin embargo, están surgiendo nuevas posibilidades en el ámbito de la política hidráulica, tomando cada vez más

fuerza la opción de hacer frente a la escasez y a la falta de agua a partir de políticas de la demanda, fomentando una mejor gestión de los recursos disponibles a partir de la mejora en las conducciones de agua de abastecimiento urbano, mejora de las técnicas de riego en los cultivos, reutilización de aguas residuales, y en general todo un conjunto de medidas que nos ayuden a reducir el consumo irracional de agua, liberando recursos. En los años futuros, para mejorar la gestión del agua, y lograr el objetivo de un uso racional de este recurso, se debe apostar por una gestión integral, es decir una combinación de las políticas de oferta y de las políticas de demanda, de modo que podamos incrementar la disponibilidad en aquellos lugares y momentos en los que sean necesarios, pero sin olvidar la necesidad de evitar el despilfarro en los usos y recursos ya empleados, mejorando su gestión. Detengámonos pues, en las metodologías que nos van a permitir estudiar y conocer la "Huella Hídrica" de España, desde la oferta, la demanda, el análisis coste-beneficio, y los precios, en el ámbito territorial. Todo ello en una época en la que ya no es la demanda la que marca la oferta, sino al revés.

3. Metodología del cálculo de la "Huella Hídrica":

"Huella Hídrica", oferta-demanda, análisis coste-beneficio y precios de la "Huella Hídrica" en España

3.1. Metodologías de cálculo de la "Huella Hídrica"

El estudio 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). 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. La base de este trabajo es la aplicación de la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), actualizada en Hoekstra et al. (2009), y posteriormente en Hoekstra et al. (2011), donde se han establecido los estándares de cálculo a nivel mundial. Ésta metodología ha sido adaptada a los datos disponibles en España para realizar un análisis más detallado y preciso, a nivel municipal, provincial, autonómico y nacional, incorporando además el análisis por demarcaciones hidrográficas. Los años de estudio son 1996, 2005 y 2008.

3.1.1. Contabilidad de la "Huella Hídrica"

Hoekstra et al. (2009) establecieron algunas premisas para mantener la coherencia entre los diferentes tipos de contabilidad de la "Huella Hídrica":

- La "Huella Hídrica" de un "proceso o etapa" es el elemento básico para calcular la "Huella Hídrica". Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$ o m^3 unidad de $producto^{-1}$.
- La "Huella Hídrica" de un producto es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de los distintos procesos o etapas necesarios para producir un determinado producto, considerando toda la producción y la cadena de suministro. Se puede expresar en m^3 unidad de $producto^{-1}$, m^3 kg^{-1}, m^3t^1, m^3 EUR^{-1}, o m^3 unidad de $producto^{-1}$.
- La "Huella Hídrica" de un consumidor es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos los productos consumidos por el consumidor. Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$, m^3 EUR^{-1}, o m^3 "per cápita".
- La "Huella Hídrica" de una comunidad o conjunto de consumidores (municipio, provincia, Comunidad Autónoma o país) es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos sus miembros o integrantes. Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$, m^3 EUR^{-1}, o m^3 "per cápita".
- La "Huella Hídrica" de una empresa o negocio es la suma de la "Huella Hídrica" de los productos finales o transformados que produce la empresa. Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$, m^3 EUR^{-1}, o m^3 "per cápita".
- La "Huella Hídrica" de un área geográfica determinada (cuenca hidrográfica, municipio, provincia, país) es la suma de la "Huella Hídrica" de todos los procesos que tienen lugar en esa área geográfica. Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$ o m^3 EUR^{-1}.
- La "Huella Hídrica" total de la humanidad es la suma de la "Huella Hídrica" de todos los consumidores del mundo (habitantes), o lo que es lo mismo, es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos los bienes y servicios de consumo finales que se consumen anualmente. También es igual

a la suma de toda el agua consumida o contaminada en los procesos que se llevan a cabo a nivel mundial. Se puede expresar en m^3 $año^{-1}$, m^3 EUR^{-1}, o m^3 "per cápita".

Para evitar la doble contabilidad de la "Huella Hídrica" de un producto final (listo para su consumo), se asigna siempre la "Huella Hídrica" del proceso al producto final, o se la divide entre los productos que requieren de dicho proceso. No se debe sumar la "Huella Hídrica" de productos intermedios para evitar la redundancia en la contabilidad de la "Huella Hídrica". Por ejemplo, la "Huella Hídrica" de los tejidos de algodón ya incluye la "Huella Hídrica" del algodón cosechado, o la "Huella Hídrica" del queso ya incluye una parte de la "Huella Hídrica" de la leche.

3.1.2. "Huella Hídrica" de un consumidor o un grupo de consumidores

La "Huella Hídrica" de los consumidores está relacionada con la "Huella Hídrica" de los productores en la cadena de suministro. La "Huella Hídrica" total de un consumidor es la suma de su "Huella Hídrica" directa e indirecta. Siendo la "Huella Hídrica" directa de un consumidor o productor, o de un grupo de consumidores o productores, el consumo de agua dulce y la contaminación asociada a su uso por el consumidor o el productor (Water Footprint Network, 2010). La "Huella Hídrica" indirecta de un consumidor o productor se define como el consumo de agua dulce y la contaminación que está detrás de los productos que son, consumidos o producidos. Se considera que es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos los productos consumidos por el consumidor o de todos los insumos (no hídricos) utilizados por el productor.

La "Huella Hídrica" de un consumidor (WF_{cons}) se define como el volumen total de agua dulce consumida y contaminada 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:

$$WF_{cons} = WF_{cons.dir} + WF_{cons.indir}$$

Donde $WF_{cons.dir}$ representa 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. Mientras que $WF_{cons.indir}$ representa 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:

$$WF_{cons.indir} = \sum_{p} \left(C(p) * WF^{*}_{prod}(p) \right)$$

Donde $C(p)$ es el consumo del producto p (unidades del producto / tiempo), y $WF_{prod}(p)$ 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:

$$WF^{*}_{prod}(p) = \frac{\sum_{x} \left(C(x,p) * WF_{prod}(x,p) \right)}{\sum_{x} C(x,p)}$$

Donde C(x,p) es el consumo de productos p procedentes de x (unidades de producto/tiempo), y WF_{prod}(x,p) es la "Huella Hídrica" de los productos p procedentes de x (volumen de agua/unidad de producto).

La "Huella Hídrica" de los bienes y servicios privados se calcula para cada consumidor. La "Huella Hídrica" de los bienes y servicios públicos o compartidos se asigna a cada consumidor en base a la cuota de consumo de cada uno.

Como ejemplo, en el consumo de carne o de otros productos derivados de la producción ganadera, la "Huella Hídrica" directa del consumidor es el volumen de agua consumida o contaminada al preparar

y cocinar la carne. La "Huella Hídrica" indirecta del consumidor de carne depende de la "Huella Hídrica" directa del minorista que vende la carne, del procesador de alimentos que prepara la carne para la venta, de la explotación ganadera que alimenta el animal y de los cultivos necesarios para alimentar a los animales. La "Huella Hídrica" indirecta del minorista depende de la "Huella Hídrica" directa del procesador de alimentos, las explotaciones ganaderas y los cultivos, etc.

3.1.3. "Huella Hídrica" de un proceso y de un producto

3.1.3.1. De una etapa del proceso

En el cálculo de la "Huella Hídrica" de un proceso, Hoekstra et al. (2009) incluyen a la "Huella Hídrica" azul, la "Huella Hídrica" verde y la "Huella Hídrica" gris. La "Huella Hídrica" azul se incluye porque cuantifica la cantidad de agua disponible que es consumida en un período de tiempo determinado, por un grupo de personas. Entendiéndose, que las aguas superficiales y subterráneas no consumidas o utilizadas, sirven para mantener los ecosistemas que dependen de ellas.

En el caso de los productos agrícolas, el contenido azul de una cosecha se define como la suma de la evaporación del agua de riego en campo y del agua de los canales de riego. En el caso de la producción industrial y el uso doméstico de agua, el contenido de agua azul del producto o servicio es igual a la fracción de agua tomada de aguas superficiales o subterráneas que se evapora y, por lo tanto, no regresa al sistema del que provino.

3.1.3.1.1. "Huella Hídrica" azul

La "Huella Hídrica" azul ($WF_{proa,blue}$) es un indicador del uso consuntivo de agua azul en los siguientes procesos:

- Evaporación (*BWE* – Blue water evaporation).
- Agua incorporada en un producto (*BWI* – Blue water incorporation).
- Flujo de retorno perdido (*LRF* - Lost return flow):
  - Agua que no está disponible para su reutilización dentro de una misma área geográfica, porque no retorna al mismo cauce (por ejemplo cuando se vierte al mar o a otro sistema hídrico)
  - Agua que no está disponible para su reutilización dentro de una misma área geográfica, porque no retorna en el mismo período (por ejemplo cuando se extrae agua en un periodo de sequía y se devuelve en un período húmedo)

Generalmente, el agua azul evaporada es igual al uso consuntivo del agua, siendo incluidos los otros tres componentes cuando son relevantes en un proceso determinado. Siendo, la evaporación el uso más significativo del agua azul. La "Huella Hídrica" azul de una etapa o proceso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\mathrm{WF}_{\mathrm{proc,blue}} = \mathrm{BWE} + \mathrm{BWI} + \mathrm{LRF}$$

Hoekstra et al. (2009) consideran que se pueden distinguir tres diferentes tipos de fuentes de agua azul en la evaluación de la "Huella Hídrica" azul de un proceso. Aunque, en la práctica por la falta de datos es difícil hacer la distinción entre aguas superficiales ("Huella Hídrica" azul claro), aguas subterráneas libres o renovables ("Huella Hídrica" azul oscuro) y aguas subterráneas fósiles ("Huella Hídrica" negra).

3.1.3.1.2. "Huella Hídrica" verde

El agua verde es la precipitación que llega al suelo y que no se pierde por escorrentía, almacenándose temporalmente en la parte superior del suelo o en la vegetación. Por tanto, la "Huella Hídrica" verde ($WF_{proc.green}$) es el volumen de agua de lluvia consumida durante el proceso de producción. Este tipo de huella es relevante en los productos agrícolas y forestales, donde es igual a la evapotranspiración en los cultivos y plantaciones más el agua incluida en el producto cosechado. La "Huella Hídrica" verde en una etapa o proceso es igual a:

$$WF_{proc,green} = \text{Green Water Evaporation} + \text{Green Water Incorporation}$$

3.1.3.1.3. "Huella Hídrica" gris

La "Huella Hídrica" gris es un indicador del grado de contaminación del agua dulce en un determinado proceso. Se define como el volumen de agua dulce que se necesita para asimilar la carga de contaminantes, basados en las normas vigentes de calidad ambiental del agua. Se calcula como el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes hasta el punto de que la calidad del agua ambiental se mantenga por encima de lo estipulado en las normas de calidad del agua.

La "Huella Hídrica" gris se calcula dividiendo la concentración del contaminante (*L*, masa/tiempo) por la diferencia entre la calidad ambiental del agua para este contaminante (concentración máxima aceptable C_{max}, masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo de agua receptor (C_{nat}, masa/volumen):

$$WF_{proc,grey} = \frac{L}{C_{\max} - C_{nat}}$$

La cantidad de producto químico que se ha liberado directamente en una masa de agua superficial, puede ser cuantificado directamente. Cuando un químico se aplica sobre o se incorpora al suelo, como en el caso de los residuos sólidos o el uso de fertilizantes o pesticidas, puede suceder que sólo una fracción de él se filtre en las aguas subterráneas o se escurra superficialmente hacia una corriente de agua superficial. En este caso, la carga contaminante es la fracción de la cantidad total de químicos aplicados que se vierte en las aguas superficiales o subterráneas.

Al ser la "Huella Hídrica" gris un indicador de la adecuada capacidad de asimilación, se utiliza como referencia la concentración natural antes que la real, porque la capacidad de asimilación de un cuerpo de agua receptor depende de la diferencia entre el máximo permitido y la concentración natural de una sustancia. Entendiéndose como concentración natural en un cuerpo de agua receptor, la concentración en el cuerpo de agua que se produciría si no existiese intervención humana en el sistema hídrico. Por el contrario, si se compara la concentración máxima permitida con la concentración real de una sustancia, se observará la capacidad de asimilación restante, que cambia constantemente en función del nivel de contaminación real en un momento determinado.

La concentración crítica (L_{crit}, masa/tiempo) es la concentración de contaminantes que tiene la mayor capacidad de asimilación de un cuerpo de agua. Se obtiene multiplicando la escorrentía del cuerpo de agua (*R*, volumen/tiempo) por la diferencia entre la concentración máxima aceptable (C_{max}) y la concentración natural (C_{nat}):

$$L_{crit} = R * (C_{\max} - C_{nat})$$

Esta ecuación y la anterior asumen que la reducción de la concentración es insignificante en cortos periodos de tiempo, por lo que con el tiempo se incrementará la concentración en el cuerpo de agua receptor. Cuando la concentración en un cuerpo de agua alcanza la concentración crítica, la "Huella Hídrica" gris será igual a la escorrentía, lo que significa que la escorrentía total es adecuada para asimilar los residuos.

Cuando los contaminantes son parte del efluente vertido en un cuerpo de agua, la concentración del contaminante es igual al volumen de efluentes (*Effl*, volumen/tiempo) multiplicado por la diferencia entre la concentración del contaminante en el efluente (c_{effl}, masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo de agua receptor (C_{nat}, masa/volumen). En este caso, la "Huella Hídrica" gris se calcula con la siguiente fórmula:

$$WF_{proc.grey} = \frac{L}{c_{\max} - c_{nat}} = \frac{Effl * (c_{effl} - c_{nat})}{c_{\max} - c_{nat}}$$

La concentración del contaminante (*L*) es igual al incremento en la concentración natural de un cuerpo de agua receptor. Para las sustancias artificiales que naturalmente no se encuentran en el agua, $c_{nat} = 0$, por tanto:

$$WF_{proc.grey} = \frac{Effl * c_{effl}}{c_{\max}}$$

Esta ecuación también se puede utilizar cuando las concentraciones naturales no se conocen con precisión pero se consideran que son relativamente bajas. Esta hipótesis da una "Huella Hídrica" gris sobreestimada cuando $c_{effl} < c_{max}$ y subestimada cuando $c_{effl} > c_{max}$.

En el caso de contaminación térmica, se aplica un método similar al utilizado para la contaminación por productos químicos. La "Huella Hídrica" gris es igual a la diferencia entre la temperatura del efluente y la del cuerpo de agua receptor (ºC) multiplicado por el volumen de aguas residuales (volumen/tiempo) y dividido por el aumento de la temperatura máxima aceptable (ºC):

$$WF_{proc.grey} = \frac{Effl * \Delta T_{effl}}{\Delta T_{\max}} = \frac{Effl * (T_{effl} - T_{nat})}{T_{\max} - T_{nat}}$$

3.1.3.2. De un producto

La "Huella Hídrica" de un producto se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza directa o indirectamente para producir un determinado producto. En su cuantificación se considera el consumo de agua y su contaminación en todas las etapas de la cadena de producción. No se incluye el agua consumida cuando se utiliza el producto, o aquella que se reutiliza, recicla o elimina.

El cálculo de la "Huella Hídrica" de un producto se aplica tanto a los productos de la agricultura, como de la industria o del sector servicios. Por tanto, se compone de agua verde, azul y gris. Su cálculo puede realizarse bajo dos enfoques: de cadena productiva en conjunto o por etapas o procesos, obteniéndose el mismo resultado.

3.1.3.2.1. Por cadena productiva en conjunto

Esta metodología es la más simple, pero sólo puede aplicarse cuando se obtiene un único producto transformado dentro de un sistema productivo. Se atribuye la "Huella Hídrica" de cada etapa del proceso productivo al producto que resulta del sistema. En este sistema de producción simple, la "Huella Hídrica" del producto transformado *p* es igual a la suma del agua utilizada en el proceso dividida por la cantidad producida del producto transformado (*p*):

$$WF_{prod}(p) = \frac{\sum_{s=1}^{k} WF_{proc}(s)}{P(p)}$$

Donde $WF_{prod}(p)$ es igual a la "Huella Hídrica" del producto transformado *p* (volumen/peso), $WF_{proc}(s)$ es igual a la "Huella Hídrica" del proceso de la etapa *s* (volumen/tiempo), y finalmente $P(p)$ representa la producción del producto transformado *p* (masa/tiempo).

3.1.3.2.2. Por etapas o procesos

Esta metodología es una forma genérica para el cálculo de la "Huella Hídrica" de un producto. Se basa en la "Huella Hídrica" de los insumos que fueron necesarios en la última etapa de obtención del producto transformado y la "Huella Hídrica" del proceso actual. Se consideran tres situaciones:

- Cuando se obtiene un único producto transformado a partir de una serie de insumos. De esta manera, se obtiene la "Huella Hídrica" del producto transformado sumando las huellas hídricas de los insumos y del proceso.
- Cuando se obtiene una serie de productos transformados a partir de un insumo. En este caso, es necesario distribuir la "Huella Hídrica" del insumo para cada uno de los productos transformados, en proporción a su valor.
- Cuando se obtiene un producto transformado p a partir de varios insumos (y). Éste el caso más genérico.

Si durante la obtención del producto transformado se usa agua, la "Huella Hídrica" del proceso se suma a las huellas hídricas de los insumos, antes de que el total sea distribuido a los productos transformados. La "Huella Hídrica" del producto transformado p se obtiene con la siguiente fórmula:

$$WF_{prod}(p) = \left(WF_{proc}(p) + \sum_{i=1}^{y} \frac{WF_{prod}(i)}{f_p(p,i)} \right) * f_v(p)$$

Donde $WF_{prod}(p)$ es igual a la "Huella Hídrica" (volumen/peso) del producto transformado *p*; $WF_{prod}(i)$ es igual a la "Huella Hídrica" del insumo *i* (i=1, hasta *y*); $WF_{proa}(p)$ es igual a la "Huella Hídrica" del proceso o etapa donde se transforman los insumos y en los productos transformados *z* (i=p, hasta *z*), expresada en el uso de agua por unidad de producto transformado *p* (volumen / peso). Finalmente f_p(p,i) es el parámetro que expresa la fracción de producto transformado *p* que se obtiene a partir del insumo *i* (peso/peso). Se define como la cantidad de producto transformado (*w(p)*, peso) obtenido por cantidad de insumo (w(i), peso):

$$f_p(p,i) = {w(p)}/{w(i)}$$

El parámetro f_v(p) expresa la fracción de valor del producto transformado *p* (unidad monetaria/unidad monetaria). Es el ratio entre el valor de mercado del producto *p*, que se obtiene al multiplicar el precio o valor del producto *p (price(p))* por la cantidad de producto transformado *(w(p))* y el valor agregado de mercado de todos los productos transformados obtenidos (p=1, hasta z) a partir de los insumos:

$$f_v(p) = \frac{price(p) * w(p)}{\sum_{p=1}^{z} \left(price(p) * w(p) \right)}$$

El precio de un producto es un indicador de su valor económico, pero no siempre es el caso, como por ejemplo cuando no existe un mercado para un producto determinado o cuando se distorsiona el mercado. Por tanto, es mejor utilizar el valor económico real.

3.2. "Huella Hídrica" dentro de un área geográficamente definida

La "Huella Hídrica" dentro de un área geográfica se define como el consumo y la contaminación total del agua dulce dentro de los límites de dicha área. Es imprescindible definir claramente los límites del área. La cual puede ser una cuenca, una provincia, un estado o nación, o cualquier otra unidad espacial, hidrológica o administrativa.

La "Huella Hídrica" dentro de un área geográfica definida (WF_{area}) se calcula como la suma de la "Huella Hídrica" de todos los procesos que utilizan agua en dicha área:

$$WF_{area} = \sum_{q} WF_{proc}\,[q]$$

Donde WF_{proc}[q] se refiere a la "Huella Hídrica" de un proceso dentro del espacio geográficamente definido. La ecuación suma todos los procesos que consumen o contaminan el agua de la zona.

El agua que se exporta de un espacio a otro, por ejemplo el traspaso de agua de una cuenca a otra, será contabilizada como "Huella Hídrica" de un proceso de la zona de la que proviene el agua.

Desde la perspectiva de la protección de recursos hídricos dentro de un territorio –especialmente con escasez de agua– es interesante saber cuánta agua se usa para elaborar productos de exportación y cuánta agua se importa en forma virtual (a la manera de productos que demandan un alto contenido de agua para su elaboración) de manera que no es necesario producirlos en la zona. Es decir, es interesante saber el "balance hídrico virtual" de un territorio. El balance hídrico virtual de un área geográficamente delimitada durante un período de tiempo se define como la cantidad neta de agua virtual importada durante este período ($V_{i,net}$), que es igual a la cantidad bruta importada (V_i) menos la cantidad exportada (V_e):

$$V_{i,net} = V_i - V_e$$

Un balance hídrico virtual positivo, implica una entrada neta de agua virtual en el área desde otros territorios. Un balance negativo, por otra parte indica una pérdida de agua virtual. En este sentido, la

cantidad bruta de agua virtual importada es interesante, debido a que importar agua virtual ahorra agua en el área considerada.

3.3. Contabilidad de la "Huella Hídrica" nacional

3.3.1. El régimen contable de la "Huella Hídrica" nacional

La "Huella Hídrica" nacional completa se obtiene a través de la combinación de la "Huella Hídrica" del consumo nacional" con la "Huella Hídrica" dentro de una nación". La Figura 10 muestra una representación visual del plan de contabilidad de la "Huella Hídrica" nacional, según fue introducido por Hoekstra y Chapagain (2008).

Las cuentas tradicionales del uso nacional de agua se refieren únicamente a la extracción de agua dentro de un país. No distinguiéndose entre el uso de agua en la elaboración de productos para consumo interno y el uso de agua para la elaboración de productos dedicados a la exportación. Tampoco incluyen información sobre el agua utilizada en el extranjero para apoyar el consumo nacional. Además, incluyen únicamente el uso del agua azul, sin incluir el agua verde y el agua gris. Para mantener un análisis más global y más útil de cara a la toma de decisiones, hace falta ampliar las cuentas tradicionales del uso nacional del agua.

La "Huella Hídrica" de los consumidores en una nación (WFcons,nat) tiene dos componentes: la "Huella Hídrica" interna y la "Huella Hídrica" externa.

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

La "Huella Hídrica" interna del consumo nacional ($WF_{cons,nat,int}$) se define como el uso de recursos domésticos de agua para producir bienes y servicios consumidos por la población nacional. Es la suma de la "Huella Hídrica" dentro de la nación ($WF_{area,nat}$) menos el volumen de agua virtual exportado a otras naciones en la medida que se relaciona con la exportación de productos elaborados con recursos hídricos nacionales ($V_{e,d}$):

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

La "Huella Hídrica" externa del consumo nacional ($WF_{cons,nat,ext}$) se define como el volumen de agua usado en otras naciones para producir bienes y servicios consumidos por la población de la nación considerada. Equivale al agua virtual importada a la nación (V_i) menos el volumen de agua virtual exportada a otras naciones a través de la reexportación de productos importados ($V_{e,r}$):

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

El agua virtual exportada (V_e) de una nación consiste en el agua exportada de origen doméstico ($V_{e,d}$) y el agua reexportada de origen extranjero ($V_{e,r}$):

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

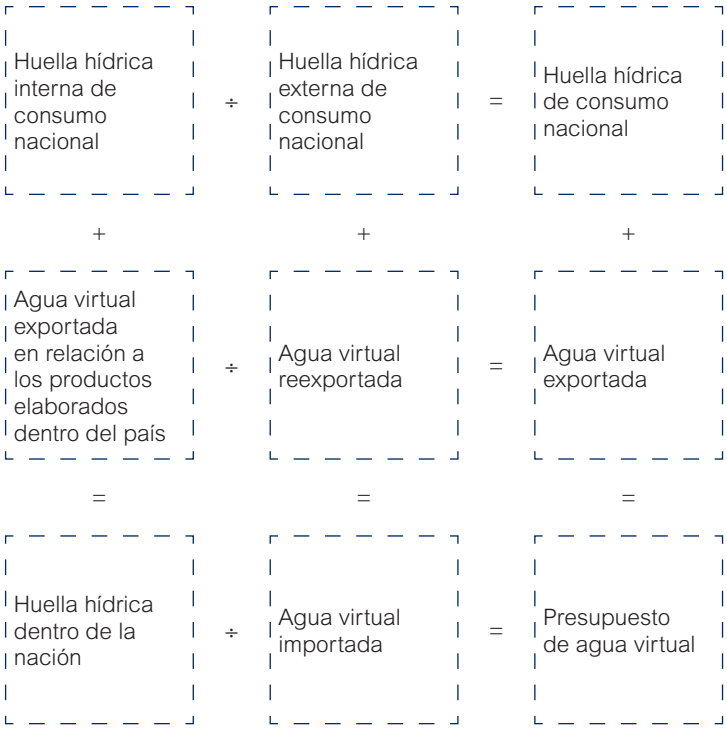
El agua virtual importada a una nación será en parte consumida, así constituirá la "Huella Hídrica" externa del consumo nacional ($WF_{cons,nat,ext}$), y en parte será reexportada ($V_{e,r}$):

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

La suma de V_i y $WF_{area,nat}$ es igual a la suma de V_e y $WF_{cons,nat}$. Esta suma se denomina "presupuesto de agua virtual" (V_b) de una nación.

$$V_b=V_i+WF_{area,nat}=V_e+\ WF_{cons,nat}$$

FIGURA 10. El régimen contable de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra et al., 2011. Muestra los balances de la "Huella Hídrica" en relación con el consumo nacional ($WF_{cons,nat}$), la "Huella Hídrica" dentro de la nación ($WF_{area,nat}$), el agua virtual total exportada (V_e) y el agua virtual total importada (V_i).

3.3.2. Cálculo de la "Huella Hídrica" dentro de una nación

La "Huella Hídrica" dentro de una nación ($WF_{area,nat}$, volumen/tiempo) se define como el consuno y la contaminación total de agua dulce dentro del territorio de la nación. Se puede calcular siguiendo el método para el cálculo de la "Huella Hídrica" dentro de un área geográficamente definida.

$$WF_{area,nat}=\sum_{q} WF_{proc}\,[\mathrm{q}]$$

Donde WF_{proc}[q] se refiere a la "Huella Hídrica" del proceso *q* dentro de la nación que consume o contamina el agua. La ecuación suma todos los procesos que consumen o contaminan el agua y ocurren en la nación. Huellas hídricas de procesos se expresan aquí en volumen/tiempo.

3.3.3. Cálculo de la "Huella Hídrica" de consumo nacional

La "Huella Hídrica" de consumo nacional ($WF_{cons,nat}$) puede calcularse a través de dos enfoques: el de arriba-abajo y el de abajo-arriba.

Enfoque de arriba-abajo

En el enfoque de arriba-abajo, la "Huella Hídrica" de consuno nacional ($WF_{cons,nat}$, volumen/tiempo) se calcula como la "Huella Hídrica" dentro de la nación ($WF_{area,nat}$) más el agua virtual importada (V_i) menos el agua virtual exportada (V_e):

$$WF_{cons,nat}=WF_{area,nat}+V_i-V_e$$

El agua virtual importada bruta se calcula como:

$$V_i=\sum_{n_e}\sum_{p}(T_i[n_e,p]\times WF_{prod}\,[n_e,p])$$

Donde $T_i[n_e,p]$ representa la cantidad importada del producto p de la nación exportadora n_e (unidades de producto/tiempo) y $WF_{prod}[n_e,p]$ representa la "Huella Hídrica" del producto p en la nación exportadora n_e, (volumen/unidad de producto). Si no se dispone de más detalles, se puede suponer que un producto es elaborado en la nación exportadora. Se puede así tomar la "Huella Hídrica" media del producto en la nación exportadora. Si se sabe el lugar de origen dentro del país exportador, se puede saber la "Huella Hídrica" del producto. Cuando un producto está importado de un país que no elabora dicho producto y cuando falta información sobre su origen verdadero, se puede tomar para esa importación la "Huella Hídrica" de ese producto según la media global. Lo ideal sería que, para cada producto importado, se tomara la "Huella Hídrica" del producto según se mide a lo largo de la cadena de suministro de ese producto, pero en la práctica esto es sólo posible a nivel de caso por caso (mostrado por Chapagain y Orr (2008) en un estudio de la "Huella Hídrica" del Reino Unido), pero no en un sentido genérico para todos los productos importados a un país. Obviamente, hace falta especificar las suposiciones específicas tomadas respeto a esto.

El agua virtual bruta exportada se calcula como:

$$V_e = \sum_p T_e[p] \times WF^*_{prod}[p]$$

Donde $T_e[p]$ representa la cantidad del producto p exportado de la nación (unidades de producto/tiempo) y $WF_{prod}[p]$ representa la "Huella Hídrica" media del producto exportado p (volumen/unidad de producto). El segundo se estima como:

$$WF^*_{prod}[p] = \frac{P[p] \times WF_{prod}[p] + \sum_{n_e} (T_i[n_e,p] \times WF_{prod}[n_e,p])}{P[p] + \sum_{n_e} T_i[n_e,p]} \text{ [volumen/unid.product]}$$

Donde $P[p]$ representa la cantidad de producción del producto p en la nación, $T_i[n_e,p]$ representa la cantidad importada del producto p de la nación exportadora n_e, $WF_{prod}[p]$ representa la "Huella Hídrica" de producto p cuando está producido en el país considerado y $WF_{prod}[n_e,p]$ representa la "Huella Hídrica" del producto p en la nación exportadora n_e. Aquí se supone que la exportación viene de la producción doméstica e importaciones según sus volúmenes relativos.

Enfoque de abajo-arriba

El enfoque de abajo-arriba se basa en calcular la "Huella Hídrica" de un grupo de consumidores. El grupo de consumidores está compuesto por los habitantes de una nación. La "Huella Hídrica" de una nación se calcula sumando las huellas hídricas directas e indirectas de los consumidores dentro de la misma:

$$WF_{cons,nat} = WF_{cons,nat,dir} + WF_{cons,nat,indir}$$

La "Huella Hídrica" directa se refiere al consumo y contaminación de agua usada en las casas y los jardines de los consumidores. La "Huella Hídrica" indirecta de los consumidores se refiere al agua usada por otras entidades en producir los bienes y servicios consumidos. Se refiere al agua que se ha usado para producir por ejemplo comida, ropa, papel, energía y bienes industriales consumidos. La "Huella Hídrica" indirecta se calcula multiplicando todos los productos consumidos por los habitantes de la nación por la "Huella Hídrica" de producto respectivo:

$$WF_{cons,nat,indir} = \sum_p (c[p] \times WF^*_{prod}[p])$$

C[p] se refiere al consumo del producto p por parte de los consumidores dentro de la nación (unidades de producto/tiempo) y $WF_{prod}[p]$ representa la "Huella Hídrica" de este producto (volumen/unidad de producto). La colección de productos considerados describe la gama completa de bienes y servicios de consumo. Generalmente el volumen del producto p consumido en una nación tendrá su origen en parte en la nación misma y en parte en otras naciones. La "Huella Hídrica" media de un producto

p consumido en una nación se calculará aplicando la misma suposición usada que en el enfoque de arriba-abajo:

$$WF^*_{prod}[p] = \frac{P[p] \times WF_{prod}[p] + \sum_{n_e} (T_i[n_e,p] \times WF_{prod}[n_e,p])}{P[p] + \sum_{n_e} T_i[n_e,p]} \text{ [volumen/unid.product]}$$

Se supone que el consumo tiene su origen en la producción doméstica y en las importaciones según sus volúmenes relativos.

El enfoque de abajo-arriba versus el enfoque de arriba-abajo

Los enfoques de abajo-arriba y arriba-abajo teóricamente darán el mismo resultado, siempre que no haya cambios de stock de productos durante un año. El cálculo de arriba-abajo puede en teoría rendir una figura ligeramente más alta o más baja si los stocks de productos intensivos en agua aumentan o disminuyen durante el año. La razón para esto se debe a que el enfoque de arriba-abajo presupone un equilibrio: $WF_{area,nat}$ más V_i se convierte en $WF_{cons,nat}$ más V_i. Esto es solamente una aproximación porque, para ser más exacto: $WF_{area,nat}$ más V_i se convierte en $WF_{cons,nat}$ más V_e más el incremento de stock de agua virtual. Otro inconveniente del enfoque de arriba-abajo es que puede haber retrasos entre el momento del uso del agua para producción y el momento de la venta. Por ejemplo, en el caso del comercio en productos ganaderos, puede que ocurra lo siguiente: productos de vacuno o cuero canjeados en un año tienen sus orígenes en el ganado criado y alimentado en el año anterior. Una parte del agua virtualmente interiorizada en el vacuno o el cuero se refiere al agua utilizada para cultivar la cosecha alimenticia en años anteriores. Como resultado, el equilibrio asumido en el enfoque de arriba-abajo se sostendrá durante un período de unos años, pero no necesariamente durante un único año.

Después estarían las diferencias teóricas entre los dos enfoques. Las discrepancias pueden resultar por el uso de distintos tipos de información en la entrada de los cálculos. El enfoque de abajo-arriba depende de la calidad de la información de consumo, mientras que el enfoque de arriba-abajo depende de la calidad de la información del comercio. Cuando las dos bases de datos no concuerdan, los resultados de los dos enfoques serán distintos. En un tipo de caso en particular, el resultado del enfoque de arriba-abajo puede ser muy vulnerable a pequeños errores en la información de entrada. Esto ocurre cuando la importación y la exportación de un país son grandes en relación con su producción nacional, lo cual es típico en naciones relativamente pequeñas especializadas en comercio. Esto se ha demostrado en un estudio de casos prácticos para los Países Bajos (Van Oel et al, 2009). En este caso, la "Huella Hídrica" del consumo nacional calculada con el enfoque de arriba-abajo, será susceptible a los datos de importación y exportación utilizados. Errores relativamente pequeños en el cálculo de agua virtual importada y exportada se vuelven errores relativamente grandes en el cálculo de la "Huella Hídrica". En tal caso, el enfoque de abajo-arriba supondrá un cálculo más fidedigno que el enfoque de arriba-abajo. En naciones donde el comercio es relativamente pequeño comparado con la producción nacional, la fiabilidad de los resultados de los dos enfoques dependerá de la relativa calidad de las bases de datos usadas para cada enfoque.

"Huella Hídrica" externa del consumo nacional

Con el enfoque de arriba-abajo o el de abajo-arriba se puede calcular la "Huella Hídrica" total del consumo nacional ($WF_{cons,nat}$). Con el enfoque de arriba-abajo, se puede calcular el agua virtual importado a un país (V_i). Según los datos basados en el cálculo de la "Huella Hídrica" dentro de una nación ($WF_{area,nat}$), la "Huella Hídrica" externa del consumo nacional ($WF_{cons,nat,ext}$) se puede calcular como:

$$WF_{cons,nat,ext} = \frac{cons,nat}{WF_{area,nat} + V_i} \times V_i$$

Esta fórmula se puede aplicar por separado en la categoría de productos ganaderos y en la categoría de los productos industriales. Según la fórmula se puede afirmar que un único porcentaje del agua virtual bruto importado corresponde a la "Huella Hídrica" externa del consumo nacional y que este

porcentaje es igual a la parte del presupuesto de agua virtual (la suma de la "Huella Hídrica" dentro de la nación y el agua virtual importada) que se le atribuirá al consumo nacional.

La "Huella Hídrica" externa del consumo nacional se puede calcular a través de la nación exportadora n_e y el producto p si se supone que el ratio nacional entre la "Huella Hídrica" externa y el agua virtual total importada se aplica a todas las naciones socias y los productos importados.

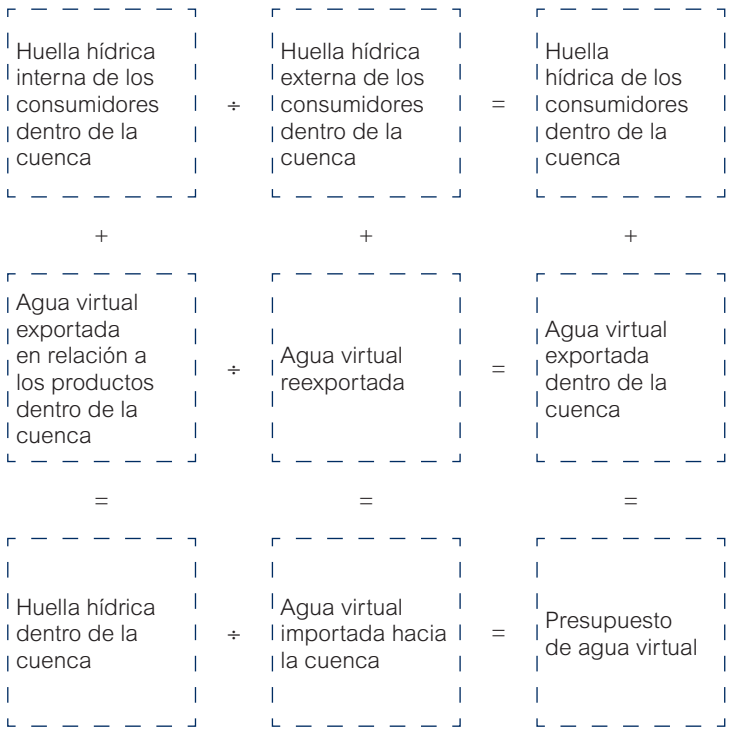
$$WF_{cons,nat,ext}[n_e,p] = \frac{WF_{cons,nat,ext}}{V_i} \times V_i[n_e,p]$$

Resulta además que en ocasiones, se importan productos desde naciones donde no están producidos. En el caso de estos productos hace falta seguir el rastro hasta el país de origen. En el caso de unos grupos de productos, la producción global está concentrada en regiones específicas. Para estos productos se puede calcular aproximadamente el lugar fundamental de origen basado en los datos de producción global. Esto significa que la "Huella Hídrica" de una nación no productora se distribuye hacia las naciones productoras, según la distribución de la producción global.

3.4. Contabilidad de la "Huella Hídrica" en cuencas y demarcaciones hidrográficas

Las cuentas totales de las huellas hídricas de las cuencas hidrográficas, son parecidas a las cuentas de la "Huella Hídrica" nacional. La única diferencia está en la definición de los límites geográficos considerados. Las cuentas de la "Huella Hídrica" nacional consideran la "Huella Hídrica" dentro del territorio nacional y la "Huella Hídrica" de los consumidores que viven en ese territorio. Las cuentas de la "Huella Hídrica" de las cuencas hidrográficas, solamente combinan las cuentas de las huellas hídricas de los consumidores que viven dentro de la cuenca. La Figura 11 muestra una representación visual del régimen contable de las huellas hídricas de las cuencas, siendo muy similar al régimen contable de las huellas hídricas nacionales.

FIGURA 11. El régimen contable de la "Huella Hídrica" de cuencas



Fuente: Elaboración propia a partir de Hoekstra et alii., 2011. Muestra los diferentes equilibrios que se sostienen para la "Huella Hídrica" de los consumidores que viven dentro de la cuenca, la "Huella Hídrica" dentro de la cuenca, el agua virtual total exportada y el agua virtual total importada a la cuenca.

De esta manera, se puede seguir el mismo método que se usa para la contabilidad de la "Huella Hídrica" nacional. Prácticamente la única diferencia con la contabilidad de la "Huella Hídrica" nacional, se encuentra en el hecho de que los datos de comercio no están disponibles como en el caso de las naciones. En cambio, los movimientos de comercio se tienen que deducir de datos disponibles o de cálculos aproximados en la producción y el consumo dentro de la cuenca. Se puede suponer que un superávit de producción (cuando producción > al consumo en la cuenca) ha sido exportado fuera de los límites geográficos de la cuenca (suponiendo que no se almacena dentro de la cuenca para el siguiente año); de modo parecido, se puede suponer que una falta de producción (producción < consumo) ha sido debido al agua importada.

3.5. "Huella Hídrica" de la agricultura (WF_{Agr})

Rodríguez Casado et al. (2008) incorporaron una serie de aportaciones a la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), para adaptarla de la mejor manera posible al modelo de agricultura española. Primero, se consideró que la "Huella Hídrica" (m^3) de la agricultura es la suma de los recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) y de las importaciones de agua virtual contenida en los productos agrícolas y ganaderos ($VW_{I,Agr}$), menos el agua virtual exportada en estos productos ($VW_{E,Agr}$):

$$WF_{Agr} = UA_{Agr} + VW_{I,Agr} - VW_{E,Agr}$$

3.5.1. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr})

UA_{Agr} (m^3) es la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos, sin contabilizar las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas. UA_{Agr} incluye tanto el agua azul como el agua verde. La demanda evaporativa de un cultivo es la suma de la evaporación directa del agua del suelo y de la transpiración de las plantas, considerando que es equivalente a sus necesidades hídricas.

$$UA_{Agr} = \sum_{j=1}^{n} \left(ETb_j * S_{reg_j}\right) + \left(ETg_j * S_{total_j}\right)$$

Donde *ETb* representa evapotranspiración de agua azul (m^3 ha^{-1}), S_{reg} es igual a la superficie en regadío (ha), *ETg* es evapotranspiración de agua verde (m^3 ha^{-1}), S_{total} representa la superficie total (ha), y finalmente *n* es igual al número de cultivos (j).

Las necesidades hídricas mensuales (CWR_j) son la suma de la evapotranspiración mensual de agua verde (ETg_j) y la evapotranspiración mensual de agua azul (ETb_j). CWR_j en m^3 ha^{-1}, se obtiene al aplicar el factor de corrección 10 a la evapotranspiración mensual de cada cultivo (*Etc.*):

$$CWR_j = \left(ETg_i + ETb_i\right) = 10 * ETc$$

Donde, Etc. se mide en mm mes^{-1}, y se obtiene al multiplicar el coeficiente del cultivo (*Kc*) por la evapotranspiración de referencia (*Eto*):

$$ETc = ETo * Kc$$

ETg_i es igual a la precipitación efectiva (P_{eff}), en el caso de que esta cantidad no supere las necesidades hídricas del cultivo (*CWR*). La P_{eff} es el agua procedente de la lluvia que realmente puede ser aprovechada por la planta y se expresa en m^3 ha^{-1} mes^{-1}.

$$ETg_j = \min\left(CWR_j ; P_{eff}\right)$$

Para el régimen de producción en regadío se supuso que todos los cultivos ven cubiertas sus necesidades hídricas. De esta manera, la evapotranspiración de agua azul se corresponde con el riego realizado y compensa la diferencia, si existiese, entre sus necesidades hídricas y la precipitación efectiva.

$$ETb_j = \max\left(0, CWR_j - P_{eff}\right)$$

3.5.2. Flujo de agua virtual en la agricultura

El contenido de agua virtual (*V*; $m^3\ t^{-1}$) de cada cultivo se calcula en función del tipo de agricultura, dividiendo sus necesidades hídricas (*CWR*) por el rendimiento del cultivo (*R*; $t\ ha^{-1}$):

- En régimen de secano se considera que V es igual al valor del contenido de agua virtual verde (Vg_{sec}), que se obtiene al dividir la evapotranspiración de agua verde (*ETb*) por el rendimiento en secano (R_{sec}).
- En régimen de regadío se considera tanto al agua azul como al agua verde. El contenido de agua virtual azul (Vb_{reg}) se obtiene al dividir la evapotranspiración de agua azul del cultivo (*ETg*) entre su rendimiento en regadío (R_{reg}).
- Para los cultivos protegidos se considera V igual al valor del contenido de agua virtual azul ($V_{bprot)}$.

En función del contenido de agua virtual de los cultivos, se calcula el volumen de agua virtual exportada en la agricultura ($VW_{E,Agr}$) al multiplicar la cantidad de producto exportado (X_j; t) por su contenido en agua virtual (V_j; $m^3\ t^{-1}$):

$$VW_{E,Agr} = \sum_{j=producto} X_j * V_j$$

El volumen de agua virtual importada en la agricultura ($VW_{I,Agr}$) se obtiene multiplicando la cantidad de producto importada ($M_{j,p}$; t) por el contenido en agua virtual en el país de origen ($V_{j,p}$; $m^3\ T^{-1}$):

$$VW_{I,Agr} = \sum_{\substack{j=producto \\ p=país}} M_{j,p} * V_{j,p}$$

3.6. Flujo de agua virtual en la agricultura

Chapagain y Hoekstra (2003) desarrollaron una metodología para calcular el contenido de agua virtual de los diferentes tipos de ganado y productos ganaderos, y cuantificar los flujos de agua virtual relacionados con el comercio internacional del ganado y sus productos. En este estudio se definió a la "Huella Hídrica" de la ganadería (WF_{Gan}; m^3) como la suma de los recursos hídricos utilizados en la ganadería (UA_{Gan}) y las importaciones de agua virtual contenida en los productos ganaderos ($VW_{I,Gan}$), menos el agua virtual exportada en estos productos ($VW_{E,Gan}$):

$$WF_{Gan} = UA_{Gan} + VW_{I,Gan} - VW_{E,Gan}$$

Primero, calcularon el contenido de agua virtual de un animal vivo, para posteriormente distribuirlo entre los distintos productos que se obtienen de él. En la metodología de cálculo se diferenciarán n_p productos que proceden de n_a clase de animales, donde cada producto proviene de una sola clase de animal, asumiendo que un producto ganadero exportado se ha producido íntegramente en un área geográfica determinada (incluida su alimentación, y los recursos hídricos, entre otros).

3.6.1. Contenido de agua virtual de un animal vivo

El contenido de agua virtual de un animal al final de su vida se define como el volumen total de agua que se utilizó para cultivar y procesar su alimentación, para su consumo directo y para limpiar sus instalaciones. Se diferencian tres componentes en el contenido de agua virtual de un animal vivo:

$$VWC_a(e,a) = VWC_{feed}(e,a) + VWC_{drink}(e,a) + VWC_{serv}(e,a)$$

Donde, $VWC_a(e,a)$ es el contenido de agua virtual de un animal *a* en el país exportador *e*, $VWC_{feed}(e,a)$ es el contenido de agua virtual de la alimentación, $VWC_{drink}(e,a)$ es el contenido de agua virtual del consumo directo (hidratación) y $VWC_{serv}(e,a)$ es el contenido de agua virtual utilizada en la realización de las actividades ganaderas (servicios). Todos los componentes se expresan en m^3 por t de animal vivo.

El contenido de agua virtual de los alimentos consumidos tiene dos partes: el agua real que se requiere para preparar la mezcla de alimentos y el agua virtual incorporada en los diferentes ingredientes de los piensos.

$$VWC_{feed}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} \left\{ q_{mixing}(e,a) + \sum_{c=1}^{n_c} SWD(e,c) * C(e,a,c) \right\} dt}{W_a(e,a)}$$

Donde $q_{mixing}(e,a)$ es el volumen de agua necesario para mezclar la alimentación del animal a en el país exportador *e* (m^3 $día^{-1}$), mientras que $C(e,a,e)$ es la cantidad de cultivo *c* consumido por un animal *a* en el país exportador *e* (t $día^{-1}$), $W_a(e,a)$ es el peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*, al final de su vida (t), finalmente $SWD(e,c)$ representa la demanda específica de agua del cultivo *c* en el país exportador *e* (m^3 T de $cultivo^{-1}$).

$SWD(e,c)$ se obtiene al dividir los requerimientos de agua del cultivo *c* en el país *e* ($CWR(e,c)$; m^3 ha^{-1}) por el rendimiento del cultivo *c* ($CY(e,c)$; T ha^{-1}):

$$SWD(e,c) = \frac{CWR(e,c)}{CY(e,c)}$$

El contenido de agua virtual del consumo directo es igual al volumen total de agua consumido directamente por el animal (hidratación) durante todo su ciclo vital. El requerimiento diario de agua para su consumo directo del animal a en el país exportado e ($q_d(e,a)$, m^3 $día^{-1}$) se obtiene al dividir el peso vivo del animal al final de su vida ($W_a(e,a)$, t) por el peso vivo promedio de un animal a en el país exportador e, al final de su vida ($W_a(e,a)$):

$$VWC_{drink}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_d(e,a)dt}{W_a(e,a)}$$

El contenido de agua virtual utilizada para la realización de las actividades ganaderas es igual al volumen total de agua utilizada para limpiar las instalaciones, lavar los animales y otros servicios necesarios para cuidar el hábitat o el ambiente durante todo el ciclo vital del animal. El contenido de agua virtual de un animal a en el país exportador *e* ($VWC_{serv}(e,a)$, m^3 t de animal $vivo^{-1}$) se obtiene al dividir el requerimiento hídrico diario para las actividades de un animal *a* en el país exportador *e* ($q_{serv}(e,a)$, m^3 $día^{-1}$) por el peso vivo promedio de un animal a en el país exportador e, al final de su vida ($W_a(e,a)$):

$$VWC_{serv}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_{serv}(e,a)dt}{W_a(e,a)}$$

3.6.2. Contenido de agua virtual de los productos ganaderos

El contenido de agua virtual de un animal vivo debe ser distribuido entre los productos que se obtienen de él, evitando una doble contabilidad o pérdida de información. Para ello, se establecen dos niveles de producción: productos pecuarios primarios (derivados directamente de un animal vivo, p.e. leche, carne, piel, huevos, etc.) y secundarios (producidos a partir de los productos primarios, p.e. embutidos, queso, mantequilla, etc.).

En el primer nivel de procesamiento (productos primarios procedentes de animales vivos) se incluye una parte del contenido de agua virtual del animal vivo más el agua necesaria para su procesamiento. El agua necesaria, por tonelada de animal vivo *a*, para producir productos primarios en el país exportador *e* ($PWR(e,a)$, m^3 t de animal $vivo^{-1}$) se obtiene al dividir volumen de agua utilizada en el proceso en m^3 por animal vivo a en el país exportador *e* ($Q_{proc}(e,a)$) por el peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*, al final de su vida ($W_a(e,a)$):

$$PWR(e,a) = \frac{Q_{proc}(e,a)}{W_a(e,a)}$$

El contenido total de agua virtual de un animal vivo (VWC_a) y el agua necesaria para su procesamiento (*PWR*) debe atribuirse a los productos primarios por tonelada de animal vivo de un modo lógico. Para ello, se utiliza la fracción de producto (*pf(e,p)*) y la fracción de valor (*vf(e,p)*). Siendo *pf(e,p)* de un producto *p* en un país exportador *e* el peso del producto primario obtenido por tonelada de animal vivo, y *vf(e,p)* la relación entre el valor de mercado de un producto animal y la suma de los valores de mercado de todos los productos obtenidos de ese animal. Para calcular estos dos parámetros se utilizan las siguientes fórmulas:

$$pf(e,p) = \frac{W_p(e,a)}{W_a(e,a)}$$

donde,

- W_p(e,p) es el peso del producto primario *p* obtenido de un animal vivo *a* en el país exportador *e*.
- Wa(e,a) es e l peso vivo de un animal *a* en el país exportador *e*.

$$vf(e,p) = \left[\frac{v(p) * pf(e,p)}{\sum\left(v(p) * pf(e,p)\right)}\right]$$

donde,

- el denominador es la suma de los productos primarios obtenidos del animal base *a*.
- v(p) = valor de mercado del producto *p* (US$ t^{-1}).

Por lo tanto, el contenido de agua virtual (*VWC*) del producto primario *p* (m^3 t^{-1}) es:

$$VWC_p(e,p) = \left(VWC_a(e,a) + PWR(e,a)\right) * \frac{vf(e,p)}{pf(e,p)}$$

El segundo nivel de procesamiento (productos secundarios a partir de los productos primarios) se compone de parte del contenido de agua virtual del producto primario base y del agua consumida en su procesamiento (*PWR*). Para calcular el contenido de agua virtual del producto secundario *p*, se utiliza la misma fórmula que en el primer nivel de procesamiento, pero considerando que:

- *PWR(e,p)* es el volumen de agua necesario para procesar una tonelada de producto primario *p* en productos secundarios.
- *pf(e,p)* es el cociente entre el peso del producto secundario *p* por tonelada de producto primario en el país exportador *e*.
- *vf(e,p)* es el cociente entre el valor de mercado de un producto secundario y el valor total de mercado de todos los productos obtenidos de ese producto primario.

De esta manera, se puede calcular el contenido de agua virtual de los productos terciarios, etc. El primer paso es siempre obtener el contenido de agua virtual del insumo (producto base) y el agua necesaria para procesarlo. El total de estos dos elementos se distribuye para los distintos productos transformados, en función de su fracción de producto y de su fracción de valor.

3.6.3. Flujo de agua virtual de los productos ganaderos

Para cada país, el volumen del flujo de agua virtual de entrada y salida se calcula multiplicando el volumen de producto comercializado por su respectivo contenido de agua virtual. El flujo de agua virtual *VWF* (m^3 $año^{-1}$) de un país exportador *e* a un país importador *i* en el año *t*, como resultado del comercio del producto ganadero *p* (T $año^{-1}$) es igual a:

$$VWF(e,i,p,t) = PT(e,i,p,t) * VWC_p(e,p)$$

Donde *PT* es el comercio de productos ganaderos (t $año^{-1}$) del país exportado *e* al importador *i* en el año *t*, mientras que VWC_p representa el contenido de agua virtual (m^3 t^{-1}) del producto ganadero *p* en el país exportador.

La diferencia entre el total de las importaciones y el total de las exportaciones de agua virtual es el saldo neto de agua virtual del país en el período de tiempo en cuestión.

3.7. Flujos monetarios de la "Huella Hídrica"

Como parte del análisis de la relación entre flujos físicos y monetarios, Madrid (2007) estimó la rentabilidad monetaria del agua, tanto en la producción como en el comercio. La rentabilidad monetaria del agua en producción (*RMPij*), en € m^{-3}, como:

$$RMP_{ij} = \frac{PM_{ij}}{AWU_{ij}}$$

Donde, *PM* es la producción monetaria y *AWU* el uso del agua en la agricultura, del cultivo *i* en el área geográfica *j*.

La rentabilidad monetaria del agua en el comercio (flujos de agua), € m^{-3}, se calcula con las siguientes fórmulas:

$$RME_{ij} = \frac{YX_{ij}}{VWE_{ij}} \text{ y } RME_{ij} = \frac{YI_{ij}}{VWI_{ij}}$$

Donde, *RME* es la rentabilidad de la exportación, *RMI* de la importación en € m^{-3}, e *YX* el flujo monetario de la exportación e *YI* el de la importación expresadas en euros corrientes, del cultivo *i* en la provincia *j*.

3.8. Cálculo del precio de la "Huella Hídrica"

La metodología de cálculo se basa en los esquemas teóricos propuestos por Ramsey (1927) y Feldtein (1972). La estimación de los precios de la "Huella Hídrica", tendría como objetivo la racionalización del recurso. Los precios de Ramsey se basan en el principio por el cual, los servicios que más deben contribuir con su precio a financiar los costes fijos son aquellos que tienen una menor elasticidad de la demanda, mientras que los servicios que contribuyen menos son aquellos con una elevada elasticidad. Esta norma también se conoce como la regla de la elasticidad inversa. Los precios de Ramsey también se pueden aplicar para determinar la contribución de cada consumidor a la financiación de los costes fijos. De este modo, aquellos consumidores con una elasticidad de la demanda menor, seguramente los que tengan menos opciones de consumo, son los que deben contribuir más. Sin embargo, este sistema puede considerarse poco equitativo socialmente.

La fórmula siguiente es conocida como precios de Ramsey, precios de Ramsey-Boiteaux o regla de la elasticidad inversa. Respecto a la notación, *pi* y CMg_i representan, respectivamente, el precio y el coste marginal del bien *i-ésimo*, y η_{ii} representa la elasticidad de la demanda de dicho bien con respecto a su propio precio. Por su lado, δ, se conoce bajo la denominación de *número de Ramsey,* constituyendo la constante que permite satisfacer la restricción presupuestaria planteada en el programa de optimización.

$$\frac{(p_i - CMg_i)}{p_i} = \delta \times \frac{1}{\eta_{ii}}$$

La cuantía de δ dependerá del nivel de beneficios que haya sido fijado en la restricción presupuestaria (Laffont y Tirole, 1993, Bös, 1994, y Lasheras 1999). Asimismo, su expresión concreta, que vendrá determinada en todo caso por el coste sombra de los fondos públicos (Laffont y Tirole, 1993), variará en función de la ponderación que se le otorgue a la función de beneficios del productor en la función objetivo a maximizar (García Valiñas, 2004).

3.9. La oferta de "Huella Hídrica" en España

Para el estudio de la Oferta de "Huella Hídrica" en España, vamos a servirnos de lo que podemos dar en denominar: "Modelo General de la Oferta de "Huella Hídrica". Debemos señalar que en el presente estudio, se ha considerado como oferta, al total de "Huella Hídrica" disponible en España, en los sectores primario (agrario y ganadero), secundario (industria y construcción) y terciario (uso doméstico y turismo), tomando como fecha de referencia el año 2008. Para el cálculo de la misma, se han empleado las distintas metodologías al uso de Champagain y Hoekstra (2004), Llamas, R. (2004), Rodríguez-Casado (2008) y Esteban Moratilla (2010).

Con ello, se define la oferta de "Huella Hídrica" (Water footprint – *WFP*; m^3) como el volumen de agua necesaria (directa o indirectamente) para la producción de los productos y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada o industria, o persona.

Debemos tener en cuenta que, cuando hablamos de oferta, nos estamos refiriendo al volumen de agua total de la que se dispone para la producción que, no necesariamente, ha de coincidir con el volumen total de agua necesaria para la producción. De este modo, las personas tienden a generar un "comercio" de agua en el que se importan o exportan bienes y servicios hídricos. Con ello, podemos afirmar, que la "Huella Hídrica" tiene dos componentes fundamentales: el agua doméstica y el agua foránea. Tanto para el cálculo de la "Huella Hídrica" Interna como Externa, se debe tener en cuenta la diferenciación, ya descrita anteriormente, entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

$$WFP = IWFP + EWFP$$

Donde:

- *IWFP* es la "Huella Hídrica" Interna", que es el agua procedente de los recursos nacionales de un área geográfica determinada.
- *EWFP* es la "Huella Hídrica" Externa" externa que es la cantidad de agua necesaria para desarrollar los productos o servicios consumidos en un área geográfica determinada, cuando éstos han sido producidos en el exterior.

a. "Huella Hídrica" Interna (IWFP)

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)
- VWE_{dom} 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 (Ver apartados anteriores, metodología).

a.1. "Huella Hídrica" de la agricultura (WF_{Agr}) y de la ganadería (WF_{gan})

Rodríguez Casado et al. (2008) incorporaron una serie de aportaciones a la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), para adaptarla de la mejor manera posible al modelo de agricultura española. Primero, se consideró que la "Huella Hídrica" (m^3) de la agricultura es la suma de los recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) y de las importaciones de agua virtual contenida en los productos agrícolas y ganaderos ($VW_{I,Agr}$), menos el agua virtual exportada en estos productos ($VW_{E,Agr}$):

$$WF_{Agr} = UA_{Agr} + VW_{I,Agr} - VW_{E,Agr}$$

Donde:

- UA_{Agr} (m^3) son los recursos hídricos utilizados en la agricultura.
- $VWI_{I,Agr}$ es el volumen de agua virtual importada en la agricultura.
- $VWI_{I,Agr}$ es el volumen de agua virtual exportada en la agricultura.

Desglosando la formulación matemática tenemos que UA_{Agr} (m^3) es la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos, sin contabilizar las pérdidas de agua que puedan producirse en

el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas. UA_{Agr} incluye tanto el agua azul como el agua verde.

TABLA 5. Fórmulas matemáticas utilizadas en el cálculo del consumo de agua en la agricultura

Fórmula	Unidades	Descripción
$UA_{Agr} = \sum_{j=1}^{n} \left(ETb_j * S_{reg_j}\right) + \left(ETg_j * S_{total_j}\right)$	UA_{Agr} $m^3\ ha^{-1}$ ha $m^3\ ha^{-1}$ ha	■ Demanda evaporativa de los cultivos ■ *ETb* = evapotranspiración de agua azul ■ S_{reg} = superficie en regadío ■ *ETg* = evapotranspiración de agua verde ■ S_{total} = superficie total
$CWR_j = \left(ETg_i + ETb_i\right) = 10 * ETc$	$m^3\ ha^{-1}$ mm mm mm	■ CWR_j = Necesidades hídricas del cultivo ■ ETg_j = Evapotranspiración de agua verde ■ ETb_j = Evapotranspiración de agua azul ■ *Etc.* = Evapotranspiración de cada cultivo
$ETc = ETo * Kc$		*Eto* = evapotranspiración de referencia *Kc* = coeficiente del cultivo
$ETg_j = \min\left(CWR_j ; P_{eff}\right)$		P_{eff} = agua procedente de la lluvia
$ETb_j = \max\left(0, CWR_j - P_{eff}\right)$		
Flujo de agua virtual en la agricultura		
$VW_{I,Agr} = \sum_{\substack{j=producto \\ p=país}} M_{j,p} * V_{j,p}$		
	$m^3\ t^{-1}$	■ ($V_{j,p}$; $m^3\ T^{-1}$) = contenido en agua virtual en el país de origen ■ ($M_{j,p}$; t) = cantidad de producto importada
$VW_{E,Agr} = \sum_{j=producto} X_j * V_j$		
	$m^3\ t^{-1}$	■ (X_j; t) = cantidad de producto exportado ■ (V_j; $m^3\ t^{-1}$) = contenido de agua virtual

Fuente: Elaboración propia a partir de Sotelo J.A. et alii (2010).

Los valores de superficie y precipitación se obtuvieron de los Anuarios de Estadística del MARM. Los valores de evapotranspiración se obtuvieron del Sistema Integrado de Información del agua (SIA) (MARM, 2008c).

TABLA 6. Fórmulas matemáticas utilizadas en el cálculo del consumo de agua en la agricultura

Fórmula	Unidades	Descripción
$VWC_a(e,a) = VWC_{feed}(e,a) + VWC_{drink}(e,a) + VWC_{serv}(e,a)$		
	m³ t⁻¹ de animal vivo	■ $VWC_a(e,a)$ = contenido de agua virtual de un animal *a* en el país exportador *e* ■ $VWC_{feed}(e,a)$ = contenido de agua virtual de la alimentación ■ $VWC_{drink}(e,a)$ = contenido de agua virtual del consumo directo (hidratación) ■ $VWC_{serv}(e,a)$ = contenido de agua virtual utilizada en la realización de las actividades ganaderas (servicios)
$VWC_{feed}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} \left\{ q_{mixing}(e,a) + \sum_{c=1}^{n_c} SWD(e,c) * C(e,a,c) \right\} dt}{W_a(e,a)}$		
	m³ día⁻¹ t día⁻¹ t m³ t de cultivo⁻¹	■ $q_{mixing}(e,a)$ = volumen de agua necesario para mezclar la alimentación del animal *a* en el país exportador *e*. ■ $C(e,a,e)$ = cantidad de cultivo *c* consumido por un animal *a* en el país exportador *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*, al final de su vida ■ $SWD(e,c)$ = demanda específica de agua del cultivo *c* en el país exportador *e*.
$SWD(e,c) = \frac{CWR(e,c)}{CY(e,c)}$	m³ ha⁻¹ T ha⁻¹	■ $CWR(e,c)$ = requerimientos de agua del cultivo *c* en el país *e* ■ $CY(e,c)$ = rendimiento del cultivo *c*
$VWC_{drink}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_d(e,a)dt}{W_a(e,a)}$	m³ día⁻¹ t	■ $q_d(e,a)$ = requerimiento diario de agua para su consumo directo del animal *a* en el país exportado *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo del animal al final de su vida
$VWC_{serv}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_{serv}(e,a)dt}{W_a(e,a)}$	m³ t de animal vivo⁻¹ t	■ $q_{serv}(e,a)$ = requerimiento hídrico diario para las actividades de un animal *a* en el país exportador *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*

b. "Huella Hídrica" Externa (EWFP)

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 ($VWE_{re.export}$):

$$EWFP = VWI - VWE_{\text{re-export}}$$

3.10. La demanda de "Huella Hídrica" de España

La demanda de "Huella Hídrica" (Water footprint – *WFP*) es el volumen de agua necesaria, directa o indirectamente, para la producción de los bienes y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada. Dicha población se abastece de productos elaborados domésticamente e importados, con lo que la demanda de "Huella Hídrica" tiene dos componentes fundamentales: el agua doméstica y el agua foránea.

Atendiendo a ambos componentes, podemos establecer una única función de demanda en la que se englobe el total de los factores de la "Huella Hídrica" o podemos emplear diversas funciones de demanda, atendiendo a los componentes de la "Huella Hídrica" Interna" (agrícola, industrial y doméstica) y otra para función de demanda para la "Huella Hídrica" Externa" (agua importada o reexportada). En nuestro caso hemos utilizado una función de demanda distinta para cada componente de la "Huella Hí-

drica" atendiendo a la "Huella Hídrica" Interna", dentro de la cual hemos analizado la propia "Huella Hídrica" Externa"; es decir, hemos estudiado el consumo, demanda de agua procedente de la exportación e importación de "Huella Hídrica" en los sectores agrarios (agricultura, ganadería, pesca y silvicultura), industrial (industrias y construcción) y doméstico (en el que hemos incluido el turismo). En el estudio se hace distinción entre la demanda total de "Huella Hídrica" en toda España, por Comunidades Autónomas y por Provincias, en el año 2008. Las dos Ciudades Autónomas (Ceuta y Melilla) no se han incluido, aunque si que se han tenido en cuenta en los cálculos, puesto que los valores son muy inferiores al resto de Comunidades y son poco representativos. Para la realización de los distintos cálculos se han empleado datos del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (MARM), del Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Nacional de Industria (INI), Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Llamas, R.; Rodríguez Casado, R., Garrido, A.; Esteban Moratilla, F.; Observatorio de precios y mercados; y, el Observatorio de la sostenibilidad en España.

Para el cálculo de la demanda de "Huella Hídrica" en España, hemos tenido en cuenta, el total de Agua Virtual de España. Con todo ello, debemos tener en cuenta la, ya descrita anteriormente, **"Huella Hídrica" Interna" (internal water footprint - IWFP),** la cual se define como el uso de los recursos hídricos domésticos para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada y, que está configurada por;

1. **el Agua Directa (AD)** que es la cantidad de agua requerida únicamente en el proceso productivo, es decir, el agua que tradicionalmente se contabiliza. No obstante, la obtención de un producto, por lo general, implica la entrada de varias materias primas, productos intermedios y una serie de servicios en las distintas etapas del proceso productivo. En la producción de estas entradas intermedias también se ha consumido agua. El Agua directa, a su vez, puede clasificarse (Llamas, R., 2004) atendiendo a tres colores;

1.1. **Agua Azul,** es el volumen de agua dulce extraído de fuentes superficiales o de aguas subterráneas que utiliza la gente y no es devuelta; para productos agrícolas se contabiliza sobre todo la evaporación del agua de regadío de los campos.

1.2. **Agua Verde,** es el agua que proviene de las precipitaciones y empapa el suelo permitiendo la existencia de vegetación natural (bosques, praderas, matorral, tundra, etc.) así como los cultivos de secano (rain-fed agriculture en la terminología anglosajona). Esta agua vuelve a evaporarse directamente desde el suelo o por la transpiración de las plantas (Llamas, R., 2004).

1.3. **Agua Gris,** el volumen de agua requerido para diluir los contaminantes liberados en los procesos de producción hasta tal concentración que la calidad del agua se mantenga por encima de los estándares de calidad acordados.

2. **El Agua Indirecta (AI)** que es el agua asociada a las entradas intermedias (Esteban Moratilla, F. et alii, 2010).

La "Huella Hídrica" Interna" es, por tanto, 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), es decir, la suma de las Aguas Directas menos las Aguas Indirectas:

$$\mathbf{IWFP = AWU + IWW + DWW — VWE}$$
$$\mathbf{AV = AD – AI}$$

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).
- *AV* es el Agua Virtual Total • *AD* es el Agua Directa • *AI* es el Agua Indirecta

De igual modo, para la estimación de funciones económicas de demanda de "Huella Hídrica", se ha planteado una especificación dinámica, en el contexto de datos de panel. Se ha propuesto una especificación lineal de las funciones de demanda, puesto que viene siendo una de las formas funcionales empleadas con mayor frecuencia en este contexto (Arbués et al., 2003). Este tipo de funciones genera

elasticidades mayores para usuarios que se enfrentan a mayores niveles de precios, aspecto que ha sido contrastado empíricamente (Billings y Day, 1989).

3.10.1. Demanda total de "Huella Hídrica" en España

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. Siendo la "Huella Hídrica" directa de un consumidor o productor, o de un grupo de consumidores o productores, el consumo de agua dulce y la contaminación asociada a su uso por el consumidor o el productor (Water Footprint Network, 2010). La "Huella Hídrica" indirecta de un consumidor o productor se define como el consumo de agua dulce y la contaminación que está detrás de los productos que son, consumidos o producidos. Se considera que es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos los productos consumidos por el consumidor o de todos los insumos (no hídricos) utilizados por el productor.

La "Huella Hídrica" de un consumidor (WF_{cons}) es 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:

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

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 "Huella Hídrica" de los bienes y servicios privados se calcula para cada consumidor. La "Huella Hídrica" de los bienes y servicios públicos o compartidos se asigna a cada consumidor tomando como base la cuota de consumo de cada uno. Como ejemplo, en el consumo de carne o de otros productos derivados de la producción ganadera, la "Huella Hídrica" directa del consumidor es el volumen de agua consumida o contaminada al preparar y cocinar la carne. La "Huella Hídrica" indirecta del consumidor de carne depende de la "Huella Hídrica" directa del minorista que vende la carne, del procesador de alimentos que prepara la carne para la venta, de la explotación ganadera que alimenta el animal y de los cultivos necesarios para alimentar a los animales. La "Huella Hídrica" indirecta del

minorista depende de la "Huella Hídrica" directa del procesador de alimentos, las explotaciones ganaderas y los cultivos, etc.

3.10.1.1. Demanda de agua en los usos agrícolas

Para el cálculo del consumo de agua en la agricultura, se ha seguido la metodología de Champagain y Hoekstra (2004), de Rodríguez-Casado (2008) y Esteban Moratilla (2010).

En el sector agrario se han realizado los distintos cálculos atendiendo a las diferentes demandas de agua en la agricultura, ganadería y en la silvicultura.

– **El Agua Directa del sector agrícola** (AD Agricultura) es el volumen de agua utilizada para elaborar los productos agrícolas que se generan en España, considerando tanto los productos que se consumen dentro de nuestras fronteras como los productos destinados a consumirse en otros países (productos que se exportan). La estimación de este volumen de agua se realiza en función del agua asociada a cada cultivo y su producción, para los distintos municipios españoles.

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

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 (m3/t)

Atendiendo a la metodología de Champagain y Hoekstra (2004), de Rodríguez-Casado (2008), el Agua Directa de la agricultura (UA_{Agr} (m^3)) es la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos, sin contabilizar las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas. UA_{Agr} incluye tanto el agua azul como el agua verde. La demanda evaporativa de un cultivo es la suma de la evaporación directa del agua del suelo y de la transpiración de las plantas, considerando que es equivalente a sus necesidades hídricas (Sotelo, J.A. et alii, 2010).

– El **Agua Directa del sector ganadero** (AD Ganadería) es el volumen de agua consumida por las existencias ganaderas, constituida exclusivamente por Agua azul. Su estimación se realiza en función de las dotaciones, y del número de cabezas de los seis tipos de ganado existentes.

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

Donde,

- AD_{azul} es el Agua Directa Azul para el tipo de ganado *i* (m^3cabeza)
- $NºC_i$ es el número de cabezas para el tipo de ganado ii

– El **Agua Directa de la Silvicultur** (AD Silvicultura) es el volumen de agua empleado en abastecer las necesidades anuales de las distintas especies, ETverde, se ha realizado a nivel municipal siguiendo un procedimiento análogo al empleado en el sector agrícola.

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

Donde,

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

– El **Agua Directa de la Pesca** (AD 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. En dicha función, se han eliminado los componentes aceleradores propios de la producción, por lo que se han tomado como base los precios del propio año 2008 sin tener en cuenta periodos de retardo.

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

Donde:

xii: Consumo total realizado.

α, β, γ, δ, μ: 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.

Por otro lado, para el cálculo del gasto en "Huella Hídrica" en el sector agrario realizado por cada una de las Comunidades Autónomas se ha empleado una función sumatorio del total de agua demandada en el sector agrario, atendiendo a los precios de mercado del año 2008 para cada una de las Comunidades Autónomas, entre el número total de habitantes de cada Comunidad.

$$Q_{AGUA.AGRICULTURA::PESCA,SILVICULTURA.Y.GANADERÍA} = (\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t}) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua en la agricultura (€/m^3/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m^3).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

3.10.1.2. Demanda de agua en los usos industriales

Las fuentes de información disponibles a nivel nacional sobre consumos y captaciones son las Cuentas Satélite del Agua (INE), de momento sólo proporcionan valores globales para España, y la "Encuesta sobre el uso del agua en el sector industrial" de 2009 (INE), que muestra los datos desglosados por CC.AA. y los sectores industriales C.N.A.E. 93. De igual modo, se han empleado los datos publicados por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural Y Marino, y la información económica del Banco de España para el año 2008. Puesto que los datos de los que se disponen son muy escasos, la estimación en el cálculo de la demanda de Agua Directa en el Sector Industrial (donde hemos incluido al Sector de la Construcción) se ha considerado que el agua consumida es directamente proporcional al Valor Añadido Bruto (VAB) del Sector. A favor de esta aproximación está el bajo consumo de agua asociado a la industria y la capacidad para reflejar el crecimiento y el decrecimiento de cada sector (Esteban Moratilla, F., 2010).

Para cuantificar el valor del Agua Directa consumida por los sectores industriales se han utilizado los siguientes datos:

– Volumen total de agua captada por la empresa (referido a captaciones propias).

– Volumen total de agua suministrada a través de una red pública.

Finalmente, se muestra como resultado de Agua Directa la suma de ambos datos. El siguiente paso ha sido el cálculo del Agua Directa empleada por los sectores de servicios que completan el sistema productivo español. Para ellos la única fuente de información disponible ha sido las Cuentas Satélite. Para proceder a la estimación del Agua azul a nivel autonómico se ha utilizado el VAB sectorial de cada Comunidad Autónoma repartiendo el agua total proporcionalmente al valor del VAB autonómico.

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

Donde, (i) representa cada sector.

Respecto a la demanda de "Huella Hídrica" industrial, atendiendo a cada una de las Comunidades Autónomas de España, el agua supone un componente fundamental y principal en el proceso productivo en la mayor parte de las empresas e industrias. Atendiendo al propio proceso de producción, en la función de demanda se hace indispensable incorporar un componente acelerador (tomando como base los precios con un solo periodo de retardo) e incluir la variable dependiente retardada relativa al trimestre correspondiente al año anterior sin inercias estacionales (García Valiñas, Mª. A):

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

Donde:
xii: Consumo total realizado.
α, β, γ, δ, μ: 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.

En la función lineal, el vector de variables constantes en el tiempo, ri, se identifica con indicadores del tipo y nivel de actividad de las empresas, que constituyen factores importantes a considerar en la estimación de las demandas industriales (Renzetti (2002), Reynaud (2003)). El término de error aparece desglosado.

De igual modo, se ha empleado una función sumatorio del total de las demandas del sector industrial atendiendo al precio del agua:

$$Q_{AGUA.INDUSTRIA} = \left(\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t} \right) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua en la industria (€/m^3/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m^3).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

3.10.1.3. Demanda de agua en los usos domésticos, turismo y servicios

Atendiendo a la demanda de agua doméstica, respecto a cada una de las Comunidades Autónomas de España, el agua es un bien de primera necesidad para los hogares, de ahí que parezca especialmente relevante reflejar las inercias existentes en el consumo, formalizando un modelo de *ajuste parcial* (García Valiñas, Mª. A), en el que se incorpora la variable dependiente retardada. Así, se propone una especificación de las funciones de demanda tal como sigue:

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

Analizando en detalle la notación, *xit* denota el consumo que realiza en el período *t* el individuo *i-ésimo*, figurando como variable explicativa el consumo del período anterior, *xit*–1. Se incorporan asimismo otras variables independientes, entre las que figura el precio, *pit*–2, que ha sido incluido con un retardo de dos períodos, reflejando así posibles retrasos en la reacción de los usuarios. Se intuye que dicha reacción será más lenta que la atribuida a otros usuarios debido a la presencia de hábitos en el consumo. Así se espera que, aunque el usuario doméstico tenga conocimiento de la factura y su gasto total en agua en el período siguiente, reaccione al cabo de dos períodos. En consecuencia, hemos optado por incorporar el precio correspondiente a dos períodos precedentes.

El vector *st* incluye variables que presentan cambio temporal, pero no así por individuos, reflejando, básicamente, aspectos del clima en cada período. Por *fi* representamos un vector de características individuales de las que se dispone información, y que no sufren ninguna modificación o que presentan escasa variabilidad en el intervalo temporal analizado. Se trata de algunos aspectos socioeconómicos, que reflejarían la capacidad económica de los hogares, así como su tamaño, y que tienen una influencia

destacable sobre la demanda de agua (Arbués *et al.,* 2003). Finalmente, los dos últimos componentes de la ecuación estarían reflejando un término de error compuesto, en el que tiene cabida la heterogeneidad individual no observable, que ha sido denotada por *i*, y el resto de perturbaciones aleatorias, especificados mediante el componente *eit*, variable temporal e individualmente.

El procedimiento utilizado para la estimación del consumo de Agua de forma Directa consiste en emplear los datos del Padrón municipal y los coeficientes de consumo medio por habitante y día (Esteban Moratilla, F., 2010):

$$AD_{CONSUMO.HUMANO.AÑO} = \frac{Cc_{Habi\,tante} * N^{o}\,Habi\,tantes * 365}{1000}$$

Donde,

- $Cc_{Habitante}$ 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.

Al igual que en los otros dos sectores, se ha empleado una formulación matemática en la que se relaciona consumo individual del volumen total de agua del sector con el precio (el coste) del agua en el sector en cada Provincia, para un determinado periodo de tiempo.

$$Q_{AGUA.CONSUMO.DOMÉSTICO} = (\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t}) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua por las economías domésticas (€/m^3/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m^3).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

3.11. Análisis coste-beneficio

La metodología de cálculo del "coste-beneficio" de la "Huella Hídrica" de nuestro país, vamos a aplicarla a los sectores económicos.

a. Sector Primario o Agrario:

$$U = U(x,y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa la superficie de tierra de cultivo y pastos, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Primario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x,y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + (\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
$= 0$	negligible

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$(\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$, es el Efecto Indirecto o cruzado

b. Sector Secundario (Industria y Construcción)

$$U = U(x, y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa el VAB de la producción industrial, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Secundario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x, y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + (\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
$= 0$	negligible

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$(\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$, es el Efecto Indirecto o cruzado

c. Sector Terciario (Servicios, Usos Domésticos, Turismo y Hostelería)

$$U = U(x, y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa el uso doméstico, de los servicios hosteleros y turísticos, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Terciario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x, y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + (\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
$= 0$	negligible

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$(\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$, es el Efecto Indirecto o cruzado

4. Economía y "Huella Hídrica" en España:

oferta-demanda, análisis coste-beneficio y precios de la "Huella Hídrica" en España

Es por todos conocido, que el agua es un recurso limitado, aunque creamos lo contrario, puesto que no todo el mundo tiene acceso a este bien tan preciado y tan necesario para la supervivencia humana. La disponibilidad de consumo o abastecimiento de agua, ha sido el centro principal de los asentamientos de las poblaciones, en unos u otros emplazamientos, como punto de referencia para la supervivencia de sus gentes y como núcleo de partida del desarrollo de las distintas actividades económicas. El problema principal de este bien es la escasez puesto que, en la mayoría de los casos, las demandas de agua exceden sustancialmente a la propia oferta natural del agua.

La escasez y, sobre todo, la concepción del agua como bien primario, es uno de los problemas clave de geógrafos, economistas, sociólogos,…, en el ámbito de la denominada "escuela clásica" (considerada como la primera corriente de economistas, precursores de la ciencia económica como tal), desde Adam Smith hasta John Stuart Mill, pasando por David Ricardo, Thomas Malthus, Jean-Bautista Say, William Petty, entre otros. De aquí que si nos adentramos en el estudio del precio del agua, como punto de partida de este enfoque, debemos de tener en cuenta que no podemos confundir la terminología "valor-precio" , tal y como encontramos ya en la "Paradoja del agua y los diamantes", en la que Adam Smith vincula escasez con precios, y en la que se expone la tesis de cómo el agua, bien necesario para la supervivencia y, por ende, un valor incalculable, tiene un precio tan bajo en comparación con los diamantes que no son indispensables para subsistir, aunque presenten un precio altísimo. La clave de todo ello, para Adam Smith, residía en la escasez (los diamantes eran escasos, pero el agua no). En la actualidad, nos seguimos encontrando con la misma paradoja pero acentuando la brecha entre el "norte y el sur"; los diamantes continúan siendo escasos, y por ello siguen teniendo un precio muy alto, pero el agua (sobre todo el agua potable) ha pasado a ser un bien escaso, aunque no por ello ha incrementado su precio en los países "ricos" del norte –es el caso de España–, el acceso al agua es relativamente barato, con tendencia a la gratuidad, si bien en los últimos años ha pasado a ser un indicador de desarrollo.

Con motivo del problema de esa tendencia a la gratuidad anteriormente citada, la OCDE (2001), recomendaba a España la necesidad de desarrollar políticas de gestión de la demanda de agua, para reconducir el uso óptimo de este recurso escaso. El problema fundamental, junto con la "tarificación" (fijación de precios multiobjetivos, Bös (1994)), recae en "la políticas de control del consumo de agua". Detengámonos pues en su estudio para de esta forma aproximarnos a la realidad intrínseca de la "Huella Hídrica" extendida, encontrándonos con una compleja realidad, la de las economías de escala. Se dice que hay economías de escala cuando los costos medios de largo plazo –es decir, los costos por unidad producida– disminuyen con el incremento de la producción. Al contrario, hay "deseconomías" de escala cuando esos costos suben con el aumento de la producción. En el primer caso, la consecuencia económica es que conviene producir grandes volúmenes, dado que se prorratean mejor los costos totales. Esto es cierto en muchas industrias y procesos productivos. Si la escala es neutral, los costos medios

serán constantes cuando se incrementa el nivel de producción; se dice que hay retornos constantes a escala en este caso, o que no hay ni economías ni "deseconomías" de escala. Habitualmente, en la teoría económica se postula una función de costos medios de producción en forma de *U* (relacionando costos medios con producción). El razonamiento es que el proceso productivo disminuye sus costos al aumentar su nivel de producción hasta cierto punto en que los costos medios tienden a estabilizarse o a crecer. En un nivel (o tramo) los costos medios se estabilizan; es decir, que los rendimientos y las economías son constantes a escala. El nivel de producción donde son máximas las economías de escala –más bajo costo medio–, se identifica con la "escala mínima eficiente" (EME) u óptima. Dichas escalas óptimas o mínimas eficientes no son uniformes en todas las industrias ni en todos los sectores sino que son específicas a condiciones de mercado y tecnológicas. A partir de cierto umbral, los costos medios se tornan crecientes; es decir, empiezan las deseconomías de escala. Cada unidad sucesiva va a ser producida a un costo medio mayor por unidad de producto, por lo cual ya deja de ser un buen negocio expandir la escala. Para saber cuán importantes son las economías de escala, se requiere relacionar la EME con el tamaño del mercado relevante. Lo anterior equivale a decir que el mercado podría ser muy pequeño en relación con la EME, de tal modo que siempre se estén aprovechando las economías de escala, o bien podría ser tan grande que se entre en zonas de deseconomías de escala (es interesante consultar el trabajo de Ferro, G., Lentini,E., 2010., Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado., CEPAL., Santiago de Chile).

4.1. Economía y "Huella Hídrica"

La explicación de la existencia de las economías de escala, es que éstas aparecen por las "indivisibilidades"; ocurren cuando no es posible reducir el uso de ciertos insumos proporcionalmente con el producto. Las indivisibilidades significan que, con cierto costo medio, es posible hacer cosas a gran escala, que en pequeña escala implica mayor costo (Church y Ware, 2000). Los siguientes son elementos que la teoría considera que crean o aumentan las economías de escala:

• **Costos fijos de largo plazo:** Un insumo es indivisible cuando hay un tamaño mínimo por debajo del cual resulta inútil o no existe, o no se utiliza a capacidad completa. Un insumo indivisible –aplica a máquinas pero también a recursos humanos, por ejemplo, no se puede tener un octavo de gerente–, puede producir sobre un rango de producto antes que su capacidad sea plenamente utilizada. En ese rango habrá economías de escala, dado que el producto puede ser expandido sin incrementar la cantidad del insumo indivisible. El costo del insumo de tamaño mínimo requerido para la producción es un costo fijo de largo plazo. Un ejemplo de esto son las plantas de tratamiento de aguas residuales, las que requieren construirse pensando en hacer una obra que durará varias décadas y deberá servir a una población creciente en el largo plazo. De este modo, la planta que se construya debe servir para prestar el servicio hasta el último día de su vida útil. Así, por ejemplo, la planta prestará en el año 1 servicio a 100 mil personas y en el año 30 a 200 mil, de tal forma que ya en el año 1 podrá servir a 200 mil.

• **Costos de arranque:** Antes que una firma empiece a producir, debe incurrir en ciertos costos de lanzamiento o arranque. Esos costos pueden ser erogados aún sin producción y no variar proporcionalmente con ésta. Muchas veces son independientes del nivel de producción. Una clase importante de costos de lanzamiento son los de investigación y desarrollo, destinados a nuevos productos, procesos y mercados o inversiones en ampliación de capacidad. En el sector de agua potable y alcantarillado, estos costos van asociados al proyecto para la construcción inicial de un sistema, y por tanto, los gastos asociados van desde los estudios de ingeniería de prefactibilidad hasta todos los costos administrativos para crear una empresa.

• **Recursos especializados y la división del trabajo (y del capital):** Hay capital humano y físico que, conforme la unidad productiva aumenta su escala, se torna más específico en su uso y más eficiente.

• **La experiencia** aumenta la productividad de los factores humanos en el uso de los restantes insumos y extiende las economías de escala que se hubieran podido conseguir.

Es una consecuencia de la especialización con el paso del tiempo. Los efectos de aprendizaje pueden ser importantes en la práctica, si bien se agotan una vez que un nuevo proceso ha sido implementado o un nuevo producto lanzado en poco tiempo. En una industria dinámica el aprendizaje es (casi) permanente.

• **Retornos volumétricos a escala, también llamados economías dimensionales:** Pueden ocurrir en cada producto o proceso que usa recipientes o cañerías. La capacidad o el producto depende de

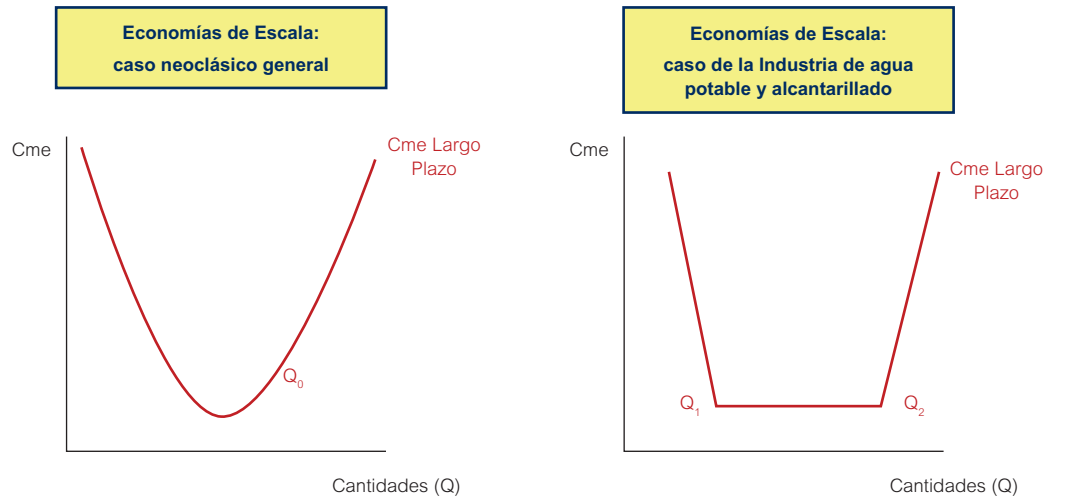
volúmenes, pero los costos están determinados por el área superficial del contenedor. El volumen se relaciona al cubo de sus dimensiones lineales (ancho, alto y diámetro), pero el área superficial se vincula solamente con el cuadrado de las mismas. Aplica a la conducción por cañerías y al almacenamiento. Otro ejemplo, si excavamos, los costos no varían en directa proporción con diámetro de tubería.

• **Economías de concentración de existencias:** Cuando la producción se incrementa, la razón de equipos de reserva a operativos puede caer. Similares principios se aplican a los inventarios de bienes finales: las firmas con ventas grandes pueden necesitar relativamente menos inventarios que las compañías con ventas pequeñas para afrontar la misma probabilidad de quedarse sin existencias.

• Un determinante importante del número de plantas operado por una firma son sus **costos y necesidades de transporte,** puesto que si cada filial provee productos para un mercado geográficamente segmentado o local, y sobre la base de insumos locales, la necesidad de transporte disminuye. El número óptimo de plantas y su tamaño serán determinados por la interacción entre economías de escala y costos de transporte. La operación de pocas plantas incrementa los costos agregados de producción, pero reduce los costos totales de transporte necesario para la distribución.

• **Integración de acuerdo con un sistema ambiental relevante,** como el caso de la cuenca hidrográfica en los servicios de agua potable y alcantarillado: decisiones racionales de extracción de agua cruda y descarga de aguas servidas, ahorran recursos que en caso contrario pueden gastarse varias veces. Crean incentivos (y posibilidades) para la internalización de externalidades (manejo de cuencas y fuentes de captación y control de la contaminación hídrica, o la "Huella Hídrica") (ver Figura 12, adjunta).

FIGURA 12. Economías de Escala



Fuente: Elaboración propia.

Si lo que se busca es aprovechar el tramo *Q1Q2,* se puede lograr agrupando empresas medianas y pequeñas (con producciones por debajo de *Q1*). Cuando el prestador está cercano a *Q2,* para que las economías de escala no se diluyan rápidamente, hay dos opciones básicas: a) parcelar el servicio entre varios prestadores cuya producción individual esté ubicada en el tramo de EME; y b) procurar extender el segmento *Q1Q2.* Esta extensión se vincula con la eliminación de los cuellos de botella en los factores productivos que desplazan los costos medios a la derecha de *Q2.* Si la empresa se ha burocratizado en cierto nivel, la reingeniería de procesos, por ejemplo, puede proveer la oportunidad de extender la producción sin que los costos se aumenten (en el caso que estamos estudiando, conociendo la "Huella Hídrica" inherente a su propia producción).

En el ejemplo recogido anteriormente relativo a las diferencias entre prestadores de agua potable y alcantarillado, que hacen difícil estandarizar para ellos un concepto de EME, pueden ser agrupadas en razones geográficas, históricas, de desarrollo urbano –donde se mezclan las anteriores con otras complejas cuestiones sociales y demográficas– y la política pública. Cada uno de estos temas se desarrolla en detalle a continuación:

• **El medio geográfico** es un gran condicionante de las funciones de producción de agua potable y alcantarillado. La distancia a la fuente, la calidad de ésta, la continuidad de la misma, la cuenca hidrográfica, el clima y la topografía, modifican las consideraciones de EME en el diseño de obras. La situación del sitio donde se efectúa la disposición final de las aguas servidas recolectadas en sistemas de alcantarillado es otro condicionante. El ambiente físico operativo (geología y topografía) puede tener impactos significativos en el mantenimiento, construcción y diseño de las cañerías y los costos de impulsión. Las condiciones meteorológicas pueden impactar en la demanda estacional y lo mismo puede ocurrir con la oferta de agua cruda. Las distancias hacia la fuente y la disposición final inciden en el diseño de las cañerías troncales o matrices. Los recursos y los puntos de descarga no están siempre situados convenientemente cerca de la demanda, y muchas empresas tienen que incurrir en grandes costos de transporte para proveer los servicios. La topografía incide, por ejemplo, proveyendo una pendiente natural hacia el océano u otro sitio de disposición, lo que facilita el uso de la gravedad y, consecuentemente, el ahorro de energía.

• La *historia de los sistemas,* las generaciones (*"vintages"*) de capitales de diferentes épocas –y aquí las obras tienen vida útil de décadas o siglos–, materiales, calidades y mantenimiento, imponen otros condicionantes a los costos y la escala. Las empresas no reguladas, normalmente alcanzan mayores economías de escala a medida que crecen, orgánicamente o por adquisición. La ampliación de las empresas de servicios públicos, en cambio, está usualmente limitada por el aumento en la población servida y de su poder adquisitivo, porque la demanda tiene un crecimiento a lo largo del tiempo más puramente vinculada con la demografía e ingreso. Los activos existentes son, en buena medida, un CEPAL – Colección Documentos de proyectos Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado accidente histórico fruto de la localización, la interrelación de las fuentes disponibles de agua y la demanda.

• El **desarrollo urbano** está influido por condiciones iniciales de localización, pero también por la demografía y la organización social de la comunidad. La situación inicial pudo estar relacionada en algún momento con las fuentes de abastecimiento, pero las ciudades evolucionan con independencia de su localización original. Algunas ciudades que eran aldeas cuando se fundaron se tornaron en metrópolis y otras permanecen muy cerca de su "escala" inicial. A la vez, en países desarrollados hay un patrón de crecimiento de las ciudades –amparado en planes de desarrollo urbano– diferente a la realidad típica de la región, donde hay periferias precarias muy grandes. Las ciudades de países desarrollados en muchos casos ya tienen tamaños de "estado estacionario", con sistemas que no están exigidos en su capacidad máxima porque la transición demográfica a familias más pequeñas está muy avanzada y simplemente la población no crece. En América Latina dicho proceso de transición de las ciudades a su "tamaño de largo plazo" no ha concluido, hay vastas zonas sin cobertura y otras que tienen déficit en materia de servicios. El tamaño de la familia en el largo plazo tampoco ha terminado de configurarse, dado que siguen decreciendo la mortalidad y la natalidad pero todavía son relativamente altas. Tampoco está claro que la revolución industrial y el tránsito a una economía de servicios se hayan superado en la región, dado que en muchos puntos la primera recién está llegando. La densidad de población es un determinante importante de los costos en los diseños de redes y el tamaño de los frentes de los lotes incide en el diseño de la infraestructura.

• La **política pública** determina la aglomeración o dispersión de los sistemas prestadores, y se advierten olas de procesos de aglomeración y de dispersión, motivados en diferentes metas y correlacionados con cambios en la visión de la política e ideología imperante en las sociedades respectivas. Hay épocas en que permean las confianzas en el "grande es mejor" y otras en que se busca el "pequeño es hermoso" (parafraseando un debate que se dio en países desarrollados después de la primera crisis del petróleo). Cada concentración o desconcentración puede ser "cruenta" en términos de costos de transacción. Hay partes involucradas que pueden estar dispuestas a sacrificar ahorros de costos por autonomía y resistir una consolidación, o bien pueden haber interesados en mantener empresas sobredimensionadas o burocratizadas por intereses particulares.

Hay dos formas distintas, por lo menos, de economías de escala en los sistemas de agua potable y alcantarillado: en las obras y en la gestión, aunque se relacionan entre sí. Para que la consolidación aproveche las primeras, puede tratarse de sistemas geográficamente cercanos de modo que sean conectados a la misma planta potabilizadora de agua o de tratamiento de líquidos residuales, aunque

la proximidad no es condición necesaria. Por el otro lado, son importantes los ahorros en el diseño y la construcción con un enfoque estratégico. También hay economías de escala en muchas operaciones comerciales, como la facturación, las compras y la tecnología informática, así como en tratamiento complementario de agua y pruebas de análisis de calidad. Estas economías pueden alcanzarse en muchos casos sin que los sistemas estén físicamente conectados.

El concepto de Agua Virtual acuñado por Allan en 1996, afirmaba que, del agua utilizada en un país, tan solo el 10% iba destinada al consumo humano, mientras que cerca del 90% iba destinado a la producción de alimentos. Por lo tanto, la demanda de agua en una economía está directamente relacionada con dos factores (Allan, 1998): las tendencias demográficas, y los patrones de consumo de alimentos. El agua virtual viene definida como la cantidad de agua consumida en el proceso de elaboración de un producto, e interviene activamente en el comercio internacional de estos bienes. De esta forma, al contabilizar los flujos de agua incluidos en los productos comercializados, indirectamente se están realizando transferencias de agua desde las zonas con ventajas comparativas en la producción de los alimentos –basadas en la disponibilidad de recursos hídricos para esa producción–, hacia zonas con menor disponibilidad de agua. Por este motivo, también se la conoce como "agua exógena" ya que la importación de productos supone incorporar al país recursos hídricos provenientes de otras zonas incorporados a los productos importados (Hoekstra, 2003, p. 13). Fue este autor quien cuantificó los flujos de agua virtual, diferenciando entre lo que considera agua virtual real y agua virtual teórica. El primer concepto hace referencia al agua que en realidad se ha usado para producir esos bienes, que depende en gran medida de las condiciones climáticas del país, condiciones de producción y eficiencia en el uso del agua. El segundo concepto, supone el agua que se hubiese necesitado para producir el bien en el país de destino. Esta definición es particularmente relevante ya que da respuesta a la siguiente cuestión: ¿cuánta agua ahorramos si importamos el bien en lugar de producirlo nosotros? La forma de contabilizar el agua virtual, tanto la contenida en un producto como la que forma parte de los flujos de comercio, no es una tarea sencilla.

El concepto de agua virtual, en opinión de Allan (1998, 2003) es menos controvertido políticamente que el planteamiento de trasvases o transferencias de agua, al mismo tiempo, que supone una solución política y económica, ya que reduciría la presión a la que están sometidos los recursos hídricos en una región con recursos escasos, pudiendo ser vista como una fuente alternativa de agua (Hoekstra, 2003). Sin embargo, no parece tan sencillo. Argumentos como "un déficit hídrico se puede fácilmente compensar importando los productos para los que en la zona receptora no existen recursos para su producción" (Allan, 1998, p. 2) nos parecen algo simplistas. Aunque este concepto afirmaría las teorías de la ventaja comparativa del comercio internacional también plantearía situaciones arriesgadas, como que algunos países en vías de desarrollo con pocos recursos hídricos disponibles, dejaran de cultivar alimentos intensivos en agua que forman parte de su base alimentaria, teniendo entonces que exportarlos generando una elevada dependencia alimenticia (Velazquez, 2008). Las críticas más relevantes al concepto se basan en la afirmación de Allan (1996, pp. 2) "el agua virtual previene las crisis de agua y con ello las denominadas guerras del agua". Warner (2003) afirma que aunque existen conflictos internacionales muy importantes en este sentido, no se ha llegado a declarar una guerra del agua como tal. Además, Ohlsson (1998) añade que una estrategia que evita de alguna manera las crisis sobre los recursos naturales, también evitaría los procesos reflexivos que pudieran derivar en mejoras de eficiencia, modernización o democratización ecológica. Además, la no politización de la gestión del agua por la que apuesta el concepto de agua virtual, supondría la no participación de la sociedad, los usuarios, planificadores, etc, por lo que básicamente se apuesta en todo proceso de implementación y en la toma de decisiones (Warner, 2003). La planificación hidrológica, entendida en el sentido de construcción de embalses, proyectos de riego, políticas de gestión, etc. aporta lo que Warner (2003, p. 131) denomina seguridad hídrica, es decir, podría ser utilizada como instrumento para el asentamiento de determinadas poblaciones en zonas rurales, mantenimiento del medio agrícola o independencia de recursos de otras zonas. Por último, las críticas en torno a la elevada dependencia de un país del comercio de determinados bienes en base al agua virtual contenida, les hace vulnerables a las situaciones asociadas al comercio internacional tales como los shocks de precios, competencia o globalización descontrolada, no siempre deseables para economías en procesos de desarrollo (Sevilla, M., Torregrosa, T. y Moreno, L., 2010). Igualmente, señalar que cobra notable importancia a la hora de valorar las desigualdades territoriales inter e intrarregionales, en nuestro caso de España.

4.1.1. La oferta y la demanda de "Huella Hídrica", en España

El modelo vigente de gestión del agua en España hunde sus raíces en el siglo XIX, cuando el movimiento *Regeneracionista* de Joaquín Costa, bajo el lema "Despensa y escuela", impulsó la implicación del Estado en el desarrollo de infraestructuras (presas y regadíos) para calmar las frecuentes hambrunas en el país. El consiguiente modelo estructuralista desarrollado en España, se asienta en los principios básicos de incremento incesante de la oferta de agua como recurso, adjudicación discrecional de concesiones de agua, fuerte subvención pública del agua, subordinación de los valores ambientales, sociales, y emocionales del agua al valor productivo y subordinación de los territorios "productores" de agua a los consumidores. La aplicación del modelo estructuralista ha permitido, mediante la extensión del regadío, incrementar de forma intensa la producción agraria; abastecer las necesidades de la industria, garantizar el abastecimiento urbano (con menos garantías durante las sequías) y proporcionar un cierto control de las inundaciones.

En términos generales se puede afirmar que el modelo estructuralista de gestión del agua ha contribuido de forma importante al bienestar de la población, aunque dejando algunos pasivos (sociales, ambientales, económicos), que han afectado de forma negativa a algunos territorios y ecosistemas. En el momento actual se observa que las posibilidades de seguir incrementando la oferta de agua son cada vez menores, por falta de recursos hídricos y por los costes ambientales, sociales y económicos que generan las infraestructuras de regulación y trasvase, los cuales resultan insostenibles e inaceptables para sectores crecientes de la sociedad. Por eso un nuevo modelo –auspiciado por la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea– se está abriendo paso (Montes, C., 2010).

4.1.1.1. Valor de uso o de no uso del agua, y de la "Huella Hídrica"

Al tratar de la oferta y la demanda de "Huella Hídrica" de nuestro país, debemos partir de una idea fundamental: el Agua en España es un bien de dominio público, total en lo relativo a las aguas superficiales; en materia de aguas subterráneas existen numerosas excepciones, sin embargo, su cantidad no bien determinada aún, es significativamente inferior a la de las primeras. Desde su primigenia regulación, La Ley de Aguas de 1866, ya el legislador español conocía que el agua era un recurso natural limitado, escaso para servir plenamente a los usos pretendidos por los particulares y por ello, decidió que el mercado por si solo no podía garantizar su reparto adecuado entre particulares. Por ello, decidió que el Estado debía intervenir asignando, ordenando y compatibilizando los diferentes usos y estableció una jerarquía entre ellos, favoreciendo "aquellos que más contribuyeran a fomentar la riqueza de la Nación" (Ver Exposición de Motivos de la Ley de Aguas de 1866).

Posteriormente, a partir de 1985 las aguas subterráneas –privadas o no– pasan a someterse a las mismas reglas en cuanto a su gestión y aprovechamiento, que las aguas superficiales. Ello es así porque la Ley de Aguas de 1985 (Ley 29/1985), en su artículo 12 declara como de dominio público: "las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico" puesto que constituyen "todas ellas un recurso unitario subordinado al interés general", que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico.

Desde entonces y hasta la actualidad, lapso en el que se han producido diversas reformas de la Ley de Aguas (v. gr.: diciembre de 1999) o la Ley del Plan Hidrológico Nacional (julio de 2001), no se han visto alterados sustancialmente ni las condiciones ni el régimen de aprovechamiento de las aguas superficiales o subterráneas, a pesar de la introducción del denominado "mercado del agua", por el artículo 61 bis de la Ley 14 de 1999 (de Reforma de la Ley de Aguas).

Llegados a este punto, con el fin de comprender la realidad que rodea a la denominada "Huella Hídrica" de España, analizaremos los diferentes elementos que configuran la realidad económica del agua, en su conjunto, desde una perspectiva de economía sostenible. El concepto de agua como valor, ha ido cobrando cada vez más fuerza; prueba de ello lo podemos ver en la tabla 7, que nos muestra una clara evolución del pensamiento económico en materia de la concepción del valor del agua, distinguiéndose un valor ecológico, económico y social, y derivando hacia una nueva teoría, más practica que asocial, para la cual el valor del agua se sustenta en su capacidad de uso o de no uso.

TABLA 7. Evolución del Pensamiento Económico sobre el valor del agua

Año	Autor	Valores del agua			
1992	De Groot	Valor ecológico Valor social Valor económico			
1994	Turner & Postle	Valor de captación Valor comercial Valor del recreo Valor de la biodiversidad			
1996	Young	Beneficios útiles Valor de recreo intensivo y difuso Beneficios de asimilación de residuos Pérdidas por daños Valores de no-uso			
1997	Rogers et alii	Valor de agua para los usuarios Beneficio neto de los flujos de retorno Beneficio neto del uso indirecto Ajustes por beneficios sociales Valor intrínseco del agua			
2002	Azqueta	Valor de Uso Actual	Valor Uso Directo	Vía captación	Agricultura Industria Hogares
				Vía evacuación	Vertidos
				No consuntivo	Energía Acuicultura Recreo
			Valor Uso Indirecto	Estético	Paisaje
		Valor uso Potencial	Valor de opción		
		Valor No-uso	Valor de legado Valor de donación Valor de existencias		

Fuente: Elaboración propia a partir de Tesis Doctoral de Concepción Rey Mejías.

En los momentos presentes, consideramos el agua como un recurso natural con valor ambiental propio, distinguiendo entre el "Valor Uso del Agua" y el "Valor No Uso del Agua". El primero (el Valor Uso del Agua) se compone, a su vez, por el valor directo, que sería equivalente al importe de los costes financieros de los servicios que ella proporciona (los del abastecimiento, distribución y saneamiento, especialmente), y el valor indirecto de ella. Este valor indirecto habría de calcularse en relación al menos con tres aspectos distintos pero conjuntamente considerados:

a) Sus distintos usos: urbanos, industriales, riego, pesca, baño, parque fluvial, navegación, paisaje, etc. Este valor habría de estimarse en función de los costes de oportunidad del uso concreto al que se destina el agua.

b) Sus principales efectos o costes ambientales, derivados de temas tales como: la escasez, el deterioro de su calidad cuando se emplea, el riesgo de erosión de los ecosistemas fluviales y de rivera que dejan de disponer del agua.

c) Su posible cesión, a otros usuarios (cesionarios del "mercado del agua"), a otros territorios, etc, en los que habría que propiciar una mezcla adecuada de los sistemas de valoración de la renta potencial derivada del uso del agua por estos cesionarios.

En el presente trabajo se ha analizado detalladamente, el "Valor uso de la "Huella Hídrica" haciendo especial hincapié en el "Valor uso Actual directo". La falta de una fuente bibliográfica fiable, hace que el análisis del "Valor No uso de la "Huella Hídrica" se impreciso y poco veraz.

Por otro lado, "el Valor No Uso del Agua" habría de valorarse aplicando un adecuado sistema de ponderación a sus valores de existencia actual y futura con calidad mínima o suficiente, su valor de opción y a su valor de legado para el futuro; la aplicación de métodos de valoración contingente habrían de utilizarse en este ámbito, así como en el de la estimación de los costes ambientales del agua.

El problema mayor reside en cómo pasar a términos monetarios esos valores y cómo agregarlos para fijar finalmente un precio al agua en cada uso y en cada territorio. Posteriormente se trataría de decidir, a través de procesos de asignación colectiva, si se cobraría o no un precio al agua igual a su valor, en función de la existencia o no de incentivos al ahorro de agua, y del servicio del Agua a la Planificación económica y a consideraciones sociales y de equidad.

4.1.1.2. La política del agua y la "Huella Hídrica" española

Desde finales del siglo XIX, la política española del agua ha girado alrededor de un objetivo único: proveer de agua a todos aquellos agentes que precisan de ella para desarrollar su actividad y, de manera muy especial, para la agricultura. El instrumento central de esta política ha sido las grandes obras hidráulicas, destinadas a transformar el "paisaje hídrico" y llevar el agua allí donde no la había. Ha sido, por tanto, una política esencialmente centrada en la oferta y que ha percibido el agua como un bien necesario independientemente de la actividad que la usara como materia prima. No se han considerado aspectos de demanda, de eficiencia económica o de coste de oportunidad. No se planteaba un análisis de la recuperación de costes de las inversiones públicas realizadas ni tampoco cómo introducir variables que reflejaran la relativa escasez del bien o la preeminencia económica de unas actividades sobre otras. Tampoco incorporaba cuestiones medioambientales, según las cuales otros agentes no humanos son también usuarios del agua y han de ser protegidos. Donde antes se hablaba de zonas pantanosas insalubres, hoy se habla de humedales de gran valor ecológico. Mientras que a mediados del siglo XX se buscaba cómo desviar los ríos para evitar problemas de inundación o semejantes, hoy se considera que los ríos tienen una gran importancia para el desarrollo urbanístico y el paisaje de una ciudad (Del Moral y otros, 2003).

A lo largo de las últimas décadas, estas características de la política del agua están siendo sometidas a una fuerte revisión (como ha sucedido, con cierta antelación, en los demás países desarrollados). Por un lado, las consideraciones medioambientales cobran una relevancia creciente, así como el análisis integral del agua como fenómenos con múltiples efectos y ramificaciones. Por otro, también se han ido incorporando instrumentos económicos de análisis (como veremos en el punto siguiente, la Directiva Marco del Agua les otorga un papel de gran relevancia) que permiten distinguir entre demanda económica y demanda física.

Se trata así de aplicar instrumentos que permitan hacer frente de manera efectiva a los retos a que se enfrenta la economía del agua en España, que, de acuerdo con Randall (1981), puede ser calificada de "madura" por su demanda alta y creciente, por tener una oferta inelástica a largo plazo, diversidad de los usos del recurso hídrico, la existencia de externalidades negativas que inciden en la oferta de agua y, por la importancia que toma la competencia político-administrativa en la administración del recurso agua.

a. La demanda es alta y creciente

La evolución de la demanda de "Huella Hídrica" depende de diversos factores, tales como el crecimiento demográfico, la situación económica del país, la política de precios que se adopte, las condiciones naturales del territorio, etcétera. Con lo que realizar una proyección general de la demanda de "Huella Hídrica" es complejo y, en cierto modo, impreciso a largo plazo.

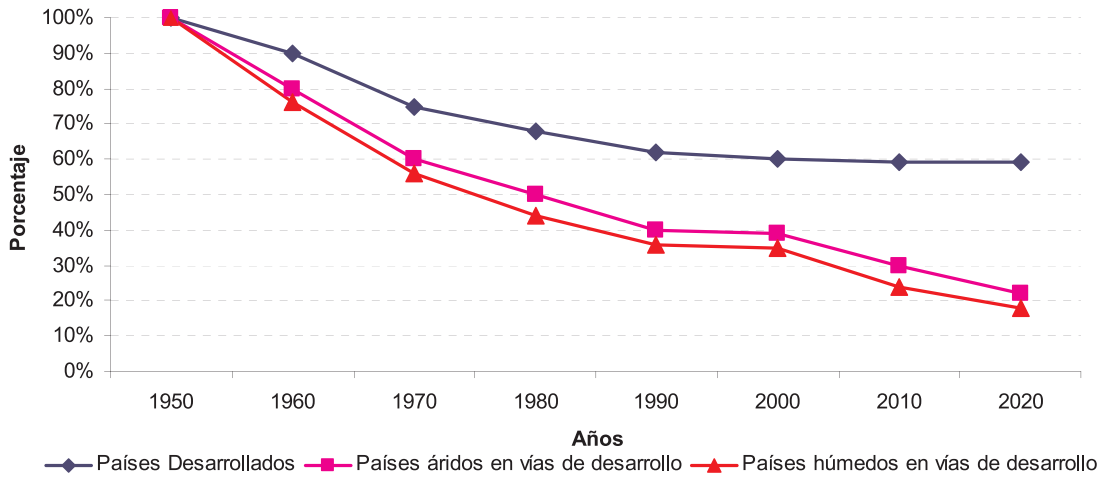
b. La oferta es inelástica a largo plazo

En términos generales, dada la pluviosidad media histórica de España (aunque desigual, en términos territoriales) y los recursos hídricos subterráneos existentes en nuestro país, la oferta de "Huella Hídrica" (una oferta inelástica pero no rígida) que haga frente a la creciente demanda, puede provenir

de un incremento y mejora de las dotaciones e infraestructuras hidrológicas (viene siendo una realidad desde hace más de treinta años), tales como los embalses, presas, transvases, desaladoras, depuradoras, etcétera.

De igual modo, tal y como hemos explicado anteriormente, la oferta del recurso hídrico está estrechamente relacionado con la demanda, una demanda vinculada a la tendencia demográfica. La combinación entre la baja elasticidad de la oferta y el crecimiento de la población conduce a una tendencia continua a la estabilización de la disponibilidad de agua por habitante. Según la OCDE, esta tendencia de largo plazo seguirá produciéndose en el futuro (ver Figura 13).

FIGURA 13. Disponibilidad del agua per cápita (1950-2020)



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Banco Mundial 2002.

c. Se precisa un esfuerzo presupuestario para mejorar el estado de embalses y sistemas de distribución;

d. Hay una intensa competencia entre los distintos usos del agua;

e. Hay un problema creciente de externalidades negativas del uso inadecuado (o excesivo) del agua, como la sobre-explotación de acuíferos, la salinización o la contaminación.

4.1.1.3. La Directiva Marco del Agua; repercusiones de su implantación en la oferta y la demanda de "Huella Hídrica"

La regulación nacional de los recursos hídricos está condicionada por las normas emanadas de la Unión Europea. Además de regulaciones relativas a aspectos concretos (como sustancias peligrosas, intercambios de información, agua potable...), la principal norma es la Directiva Marco del Agua (DMA) entró en vigor el 22 de diciembre del 2000. Surgió como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión de agua en la Unión Europea. En España, la Directiva Marco del Agua (DMA) se transpone el 31 de diciembre de 2003 mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, sobre medidas fiscales, administrativas y del orden social que modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

FIGURA 14. La Política europea del Agua

Fuente: Comisión Europea.

La Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), implica a los Estados miembros de la UE en la aplicación de mecanismos que consigan la internalización, hasta el 2010, de los costes sociales y ambientales del consumo de agua que actualmente se presentan, al no tomarse en cuenta su agotamiento y su deterioro en las decisiones de los particulares acerca del agua, por no existir un precio para dicho recurso natural (sin lugar a dudas las consecuencia de la aplicación de la Directiva se están notando en estos últimos años). Además permitirá establecer unos objetivos medioambientales homogéneos entre los Estados Miembros para las masas de agua. La DMA tiene como objetivos intermedios:

- Establecer medidas concretas para la reducción de vertidos, emisiones y pérdidas de sustancias prioritarias y la interrupción o supresión gradual de vertidos, emisiones y pérdidas de las sustancias peligrosas prioritarias. Las sustancias prioritarias se identifican en el Anejo X de la Directiva. Un subconjunto de ellas son las sustancias peligrosas prioritarias (tóxicas, persistentes y bioacumulables).
- Garantizar la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y su uso sostenible.
- Contribuir a paliar los efectos de inundaciones y sequías.

En esta línea de actuación, el artículo 9 de la Directiva considera la importancia de tener en cuenta el principio de recuperación de costes y que los precios sirvan como incentivo para mejorar la eficiencia en el uso del agua así de esta forma coadyuvar a la consecución de los objetivos ambientales que propugna. De esta forma a la función básica de los precios del agua, que es la de cubrir los costes de los servicios, se le añade un nuevo papel como instrumento para proteger la calidad del agua y con ello contribuir a proteger también la salud de los ecosistemas y al desarrollo sostenible.

TABLA 8. Servicios del agua y mecanismos de recuperación de costes

Servicio	Agentes	Usuario/ Contaminador	Costes Financieros	Costes Ambientales	Mecanismos de recuperación de costes
Embalses y transporte en alta (aguas superficiales)	Organismos de cuenca, sociedades estatales y otros agentes	Doméstico, Industrial y Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por la captación y el transporte de agua	Canon de Regulación y Tarifa de utilización de agua
Extracción de Aguas Subterráneas	Organismos de cuenca, colectivos de riego y usuarios privados (autoservicios)	Doméstico, Industrial y Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por la extracción de agua de los acuíferos	Fijados por los Ayuntamientos y Comunidades de Regantes
Abastecimiento Urbano	Ayuntamientos, Mancomunidades, Comunidades Autónomas y otros	Doméstico e Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por el uso y la potabilización del agua	Tarifas del Servicio de Abastecimiento
Recogida y tratamiento de aguas residuales urbanas	Ayuntamientos, Mancomunidades, Comunidades Autónomas y otros	Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por el uso del agua y la contaminación difusa	Derrama o parte proporcional de costes incurridos
Distribución de aguas de riego	Comunidades de regantes y otros colectivos de riego	Doméstico e Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales por la contaminación del agua y los residuos	Tases de Alcantarillado y Canon de Saneamiento
Control de vertidos	Organismos de cuenca	Doméstico e Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por los vertidos a la naturaleza	Canon de Control de Vertidos y otras figuras

Fuente: Elaboración propia, a partir de Maestu, J. y Villar, A.

Mediante la aplicación de los Principios de "Plena Recuperación de los Costes" de los servicios asociados al agua (incluidos los costes medioambientales) del de "Quien Contamina, Paga", la misma pretende que los Estados miembros implanten medidas o políticas interiores que generen los incentivos adecuados para que los usuarios de este recurso (sectores agrícola, industrial o doméstico), lo utilicen de forma eficiente económica y ambientalmente.

En la medida en la que las tarifas cobradas en España a los usuarios del agua solamente prevea y/o permita financiar los costes de los servicios relacionados con ella (es decir, la captación, potabilización, distribución, saneamiento y depuración del agua), sin contemplar su valor como recurso ambiental, no se estará cumpliendo con esta Directiva comunitaria, en nuestro país. Además, al ser estas tarifas más bajas que las que habrían de cobrarse si se pretendiera la internalización de los plenos costes sociales del uso del agua, los usuarios tenderán a una sobreexplotación de este recurso, con los consiguientes efectos negativos sobre los ecosistemas y las generaciones futuras. (2).

Con todo ello, de acuerdo con la Directiva, hacer compatible el crecimiento y la prestación de servicios de agua a la población y las actividades económicas, con la conservación adecuada del medio hídrico, requiere que los precios sirvan para recuperar los costes que supone poner el recurso a disposición de los usuarios. Requiere también cada vez más que los precios reflejen la escasez y los costes de reponer y garantizar la calidad ambiental del medio hídrico. De igual modo, los precios deben servir como incentivo para un uso eficiente y responsable del agua por parte de todos, toda vez que aseguremos el acceso a unos servicios de calidad, independientemente de su capacidad económica. Un paso fundamental para poder aplicar este principio es mejorar la transparencia en la información sobre

costes y precios del agua, qué se paga y quién lo paga en relación con su capacidad económica. Dicha información es imprescindible para poder realizar un diagnostico sobre los problemas y así poder tomar medidas para mejorar la situación con conocimiento de causa.

4.1.1.4. La tarificación del agua en España

La media de consumo en España ronda los 175 litros por habitante y día. Estas medias pueden subir a los 600 l/p y día en países como en el norte del continente americano o disminuir a mínimos insostenibles en zonas africanas. Se estima que en nuestra cultura se puede vivir perfectamente sin perder calidad de vida con 65 litros por persona y día. Atendiendo a lo expuesto anteriormente, en España, al igual que en la mayor parte de los países de la Unión Europea se tiene en cuenta la aplicación de una política de agua (oferta de agua) centrada en la demanda. De ahí que, en el presente estudio, se ha vinculado la oferta de "Huella Hídrica" con la demanda de la misma. La relación entre una demanda elevada y una oferta inelástica hace que sea la manera más óptima de obtener unos resultados más fiables. Para poder analizar, de manera coherente, la demanda de "Huella Hídrica", es fundamental tener en cuenta la regulación de los precios y tarifas del agua.

La aplicación de sistemas de precios, tarifas y tasas calculadas atendiendo a criterios económicos permite racionalizar enormemente la demanda de agua y reflejar asimismo toda una serie de fenómenos, como la eficiencia relativa de las actividades que demandan agua (y, por tanto, el coste de oportunidad de dedicarla a una u otra actividad), la escasez del bien y las externalidades medioambientales que puedan producirse. Además, también permite reflejar fielmente los costes del servicio, respondiendo así a la filosofía que alimenta a la Directiva Marco del Agua (3). Según la OCDE, un sistema de tarificación de recursos hídricos debería responder a los principios de eficiencia, eficacia y equidad:

- Eficiencia: el usuario debe pagar todos los costes de provisión del servicio en función de la cantidad y calidad del bien suministrado.
- Equidad: todos los ciudadanos deben contribuir al mantenimiento de los servicios públicos, aunque habrá de tenerse en cuenta su capacidad económica.
- Eficacia: los precios deben incorporar los costes sociales y externalidades producidas por el uso del agua.

En España, aún estamos lejos de cumplir los principios enunciados puesto que la estructura tarifaria del recurso hídrico es compleja como consecuencia de la existencia de una diferenciación de precios en los distintos sectores económicos analizados (agrícola, industrial y doméstico), la diferenciación entre precios de abastecimiento y saneamiento (ciclo integral), por la gratuidad del agua en muchas zonas del territorio español y, por la existencia de diversos sistemas de gestión. Todo ello, no sólo limita la existencia de unas estadísticas fiables sobre la verdadera tarificación del agua, sino que produce distorsiones en la demanda de "Huella Hídrica" ya que, debemos tener en cuenta que, los precios en el sector agrario son muy inferiores a los de los sectores industriales y doméstico. Esto produce un exceso de demanda de bienes agrarios (más aún en países como España, con clima mediterráneo que se caracteriza por una precipitación muy irregular y unas épocas de sequías prolongadas), tal y como veremos en más adelante, generando sobreexplotaciones del recurso hídrico.

Debemos tener en cuenta, atendiendo a lo expuesto que, el sistema de tarificación (denominando así genéricamente al sistema que incluye los diversos instrumentos hoy utilizados: tarifas, precios y tasas) debe tener un doble objetivo: por una parte, garantizar la plena recuperación de los costes del servicio; por otra, reflejar la eficiencia en la asignación del bien (es decir, el coste de oportunidad entre actividades y también las externalidades que éstas generan). Tal y como nos muestra la Directiva Marco del Agua: *"los servicios cuyos costes han de recuperarse son todos los proporcionados a los usuarios domésticos, instituciones públicas o para el desarrollo de cualquier actividad económica. Entre ellos extracción, embalse, almacenamiento, tratamiento y distribución de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales que vierten en masas de agua superficiales".* De ese modo, las tarifas de suministro de agua en España contemplan el coste de los servicios de abastecimiento urbano y de saneamiento del agua, así como el coste del servicio para irrigación en el sector agrario.

En España la estructura de tarificación es volumétrica (en función de la cantidad de agua consumida) y pueden estar fijadas por bloques de consumo (lo que trata de poner de manifiesto la existencia de costes fijos y variables). Desde el punto de vista de los usuarios, la tarifa suele incluir dos términos:

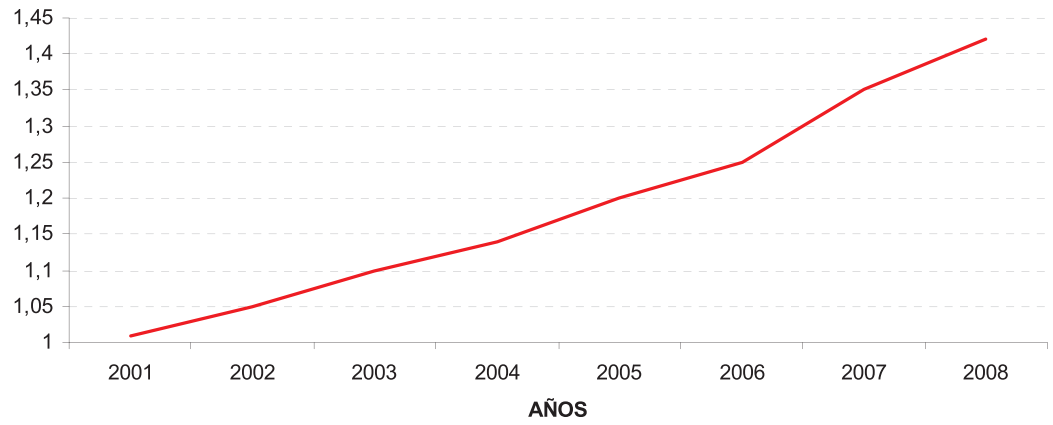
- Término fijo: cantidad independiente del consumo realizado, que se debe abonar por el hecho de estar conectado, se utilice o no el servicio. Suele recibir nombres como *cuota fija, cuota por servicio, cuota por suministro,* etc. y a veces se incluye como un *consumo mínimo* anual. Son muy pocas las poblaciones de gran entidad que no incluyen este término.
- Término variable: cantidad que se abona en función del consumo realizado. En unos casos se valora todo el consumo al mismo precio (tarifa lineal) y en otros se aplican distintos precios según el nivel de consumo (tarifa por bloques).

En este sentido no hay una situación homogénea de partida en España. Se dan fuertes diferencias entre usuarios y zonas geográficas. Por ejemplo, entre los usuarios urbanos, cabe distinguir entre los residentes en Cataluña, donde los precios unitarios más elevados se corresponden con los consumos más reducidos (dado lo elevado de la cuota fija) o los usuarios de la Cuenca Hidrográfica del Júcar, en la que los precios mínimos unitarios se registran en los tramos medios de consumo. Es preciso por tanto homogeneizar los criterios de tarificación para usuarios urbanos. La homogeneización permitiría también introducir otros mecanismos de discriminación que eleven la eficiencia. Además de distinguir por volumen del agua y coste del servicio consumidos, puede también reflejarse la diferente calidad del bien. Ello constituiría un potente incentivo para la utilización de fuentes no convencionales de recursos hídricos cuando sea económicamente racional. Es el caso, por ejemplo, de la utilización de aguas residuales tratadas para determinados usos industriales o agrícolas, riego de jardines o campos de golf, así como para el baldeo de calles. Sin embargo, es preciso avanzar enormemente en la disponibilidad de datos y en la transparencia del diseño de las estructuras (y niveles) de tarificación (Ibidem opus cit. (3)).

El INE publica estos datos por CCAA y así en 2008, por abastecimiento de agua, la tarifa media está en 0,5349 €/m^3; la tarifa de saneamiento público, en 0,1623 €/m^3 y la tarifa de irrigación al sector agrario, en 0,0198 €/m^3. Según estos datos medios, que no revelan la alta dispersión de los datos por CCAA., el saneamiento y la irrigación son claramente los servicios de menor coste para los usuarios.

En los últimos años la evolución de los servicios de abastecimiento de aguas ha sufrido una profunda transformación como consecuencia de la nueva implantación de la normativa europea y su transposición a la legislación española. Como ya se ha expuesto anteriormente, La Directiva Marco del Agua, de carácter netamente ambiental, la de Aguas de consumo humano, la ya antigua Directiva sobre Aguas Residuales, y otras, como la de Aguas Subterráneas y la de Inundaciones. El fin último de toda esta normativa es la sostenibilidad del uso que se hace del agua y la seguridad, en calidad y cantidad, de los servicios que se prestan, y hay ciertamente un consenso generalizado, que se extiende a todos los ciudadanos, sobre su necesidad, pero no tanto sobre la manera de asumir los costes, que ciertamente han tenido una elevación muy importante con la complejidad y tecnificación que hoy tienen los procesos de captación, tratamiento o potabilización, distribución, recogida de las aguas usadas, depuración y, en su caso, regeneración para otros usos, sean agrícolas, urbanos o de recreo. Esta elevación de costes no se ha visto reflejada de manera acorde en las tarifas, mediante las que deben recuperarse todos los costes según impone la Directiva Marco del Agua, que seguirán subiendo con la progresiva implantación de la normativa vigente. De igual modo, cabe destacar que, esta tarificación del agua es desigual en las distintas Comunidades Autónomas, pero todas y cada una de ellas ha experimentado un incremento sustancial de sus precios. La Figura 15 muestra como las tarifas para uso doméstico entre los años 2001 y 2008 se han ido incrementando progresivamente, aumentando hasta en un 40% en 2008 respecto al 2001.

FIGURA 15. Variación de las tarifas entre 2001 y 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de Aeas (2009).

Desde esta perspectiva, la agregación de los costes financieros de los servicios prestados por las administraciones públicas españolas son los que han colaborado para el establecimiento de las tarifas hasta los importes medios citados; pero nunca hasta ahora se han tenido en consideración los costes ambientales incorporados. Podríamos decir que en las tarifas solo se contemplan y no se yo ciertamente con qué grado de fidelidad, el aspecto "valor directo" del "valor de uso del agua".

La Comunidad Foral de Navarra es la única que ha pretendido integrar el valor ambiental del Agua en la nueva política de tarificación del agua; y ello lo declara en su Estrategia de Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, que trata entre otros temas, de la gestión integral del agua en Navarra.

Así pues, considera dicho documento que para incorporar la valoración de todos los costes del agua a la política tarifaria, resulta imprescindible determinar:

- los Costes Financieros de los servicios relacionados con el agua,
- los Costes Recreativos (pérdidas del uso recreativo del agua: baño, embarcación de recreo, pesca, paseo, paisaje),
- los Costes Ambientales, estimados como daños al medio ambiente y a la funcionalidad de los Ecosistemas,
- y los Costes de Recursos, entendidos como Costes de Oportunidad perdida para otros usuarios.

En la actualidad, los Costes Financieros de los servicios relacionados con el agua son los mejor conocidos en Navarra, como es natural. Los datos al respecto revelan que:

El abastecimiento y saneamiento doméstico, que supone un 5% de la demanda de agua de la CFN, paga un precio medio de 0,70 €/m^3, siendo el coste económico medio del recurso, de 1,01 €/m^3; El abastecimiento y saneamiento industrial, que supone un 9% de la demanda de agua de la CFN, paga un precio medio de 0,65 €/m^3, siendo el coste económico medio del recurso, de 0,97 €/m^3 y que, los regadíos, que suponen un 86% de la demanda de agua de la CFN, pagan un precio medio entre 0,012 y 0,05 €/m^3, siendo el coste económico medio del recurso, de 0,21 €/m^3;

Así pues, es esta última utilización del agua, el regadío, la que consumiendo más del 85% del agua total y teniendo escasa contribución al PIB y al empleo navarros, menor ratio de asunción de costes presenta (entre un 5% y un 26%), frente a ratios del 71% en el sector doméstico y del 67% en el sector industrial.

Ciertamente, la Comunidad Foral está haciendo un trabajo muy serio de evaluación de los otros tres tipos de costes relacionados con el agua y no cabe duda de que los resultados serán de gran interés, independientemente de que luego se produzca con mayor o menor rapidez la aproximación de las tarifas sobre el agua a estos valores, lo cual parece que se aplicará si los usuarios superan un determinado umbral de gasto del recurso y que se modulará si adoptan buenas prácticas, articulando entonces exenciones o subvenciones para recompensar los esfuerzos del ahorro de agua.

Aún no está definido plenamente el uso final de las valoraciones que se obtengan sobre los costes totales del agua, pero es indudable que esta información constituirá un ejercicio teórico de altísimo interés y un precedente analítico fundamental para una gestión sostenible del recurso Agua en España, basado en el conocimiento más exacto de su precio por m^3 y discriminando entre sus usos (Ibidem opus cit (2)).

4.1.2. L a oferta de "Huella Hídrica" en España

Durante la segunda mitad del siglo XX y en los prolegómenos del XXI, 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. Así, se ha primado por parte de las diferentes administraciones y regímenes políticos existentes en España, una *«Política Hidráulica Tradicional»* basada en el incremento de la oferta de agua para atender las demandas crecientes de agua, lo que ha favorecido un mayor riesgo de sequía hidrológica. Según las estimaciones del Libro Blanco del Agua en España (1998), el territorio español recibe en régimen natural 111.305 hm^3/año (2010), frente a unos usos que sumaban en 1995 un volumen de 35.323 hm^3/año y un consumo efectivo de 20.783 hm^3/año, tras descontar un volumen de retornos que suma 14.539 hm^3/año (Sotelo, J.A. et alii, 2010).

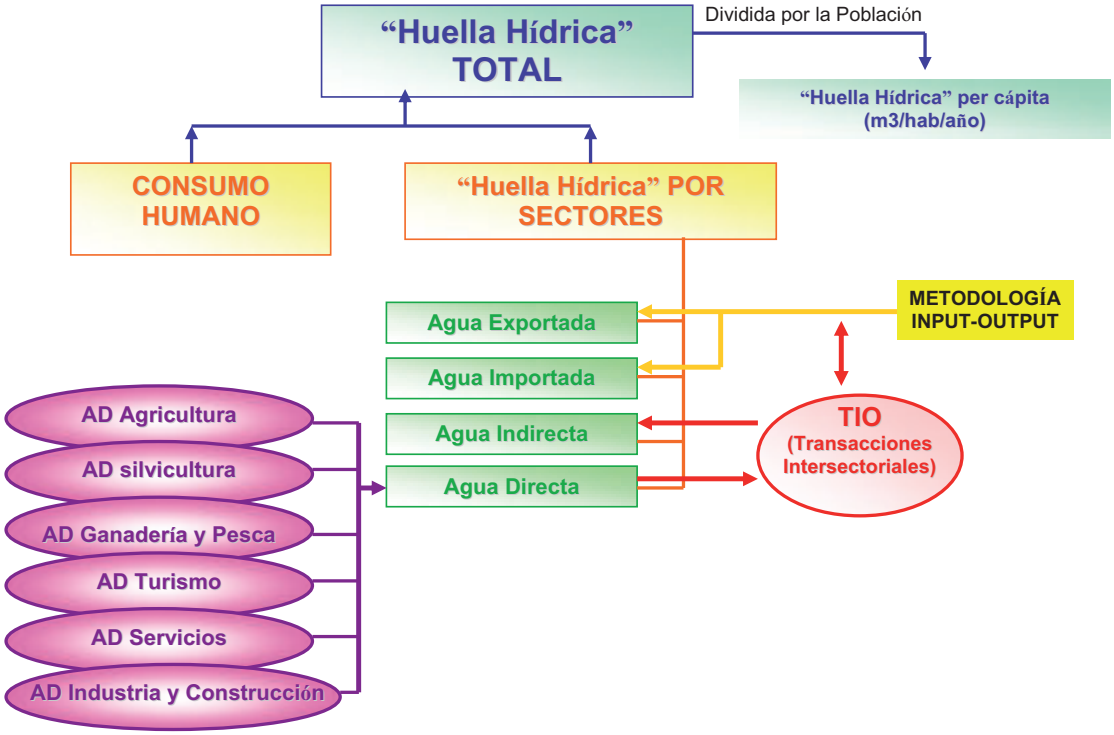
Sin embargo, que España reciba en régimen natural 111.000 hm^3/año, no significa que exista disponibilidad sobre idéntico volumen de recursos. Los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca han acuñado la expresión de recursos regulados o garantizados para justificar la falta de disponibilidad sobre todos los volúmenes de agua que reciben sus demarcaciones territoriales. Así, los recursos garantizados se elevan tan sólo a 46.000 hm^3/año. Varias son las razones. En primer lugar, porque de los 111.305 hm3/año, hay 29.908 hm^3/año, que corresponden a la recarga natural de acuíferos subterráneos y las posibilidades de acceso a estos recursos están insuficiente mente aprovechadas. El consumo de recursos hipogeos en España ascendería según el Libro Blanco del Agua (1998) a 5.532 hm^3/año. Estas extracciones suponen tan sólo el 18,5 % de la recarga anual media en régimen natural que asciende a 29.908 hm^3/año. De dicho volumen tan sólo un 3,9 % corresponde a los archipiélagos de Baleares (508 hm^3/año) y Canarias (681 hm^3/año), mientras que valores mayores de recarga se encuentran en los ámbitos de las cuencas del Norte II (5.077 hm^3/año), Ebro (4.614 hm^3/año), Duero (3.000 hm^3/año), Norte I (2.745 hm^3/año) y Júcar (2.492 hm^3/año) (MMA, 1998). Para agua potable se estarían aprovechando unos 1.080 hm^3/año para el abastecimiento de 10.325 núcleos de población y 12.142.282 habitantes, destacando por su mayor consumo los archipiélagos balear y canario, y las Provincias de Barcelona, Jaén, Alicante, Valencia, Castellón y Almería. Muchos núcleos de población del Bajo Guadalquivir, Mancha Occidental, Valles del Ebro y del Duero o de la fachada cantábrica que padecieron severas restricciones durante la sequía de la primera mitad de los años noventa podrían haberlas paliado con la explotación de sus propios acuíferos. A pesar de sus posibilidades no hay que olvidar que la explotación intensiva de reservas ha conducido a la declaración pro visional de sobreexplotación de 15 unidades hidrogeológicas, en los ámbitos del Guadiana (Campo de Montiel, Mancha Occidental, Ayamonte- Huelva), Guadalquivir (Mancha Real-Pegalajar, Chotos-Cortijo Hidalgo, Sevilla-Carmona, Aljarafe, Rota-Sanlúcar), Sur (Campo de Dalías), Segura-Júcar (Jumilla-Villena, Sierra de Crevillente) y Segura (Ascoy-Sopalmo, Alto Guadalentín, Bajo Guadalentín, Cresta del Gallo). La declaración administrativa no incluye todas las situaciones reales de sobreexplotación que se dan España. Por ejemplo, la intrusión marina y el exceso de nitratos se halla extendida en un gran número de acuíferos desde el Maresme, al delta del Llobregat, Campo de Tarragona, Plana de Castellón, Golfo de Valencia, litoral alicantino de Denia-Jávea, Campo de Cartagena, Campo de Níjar o Campo de Dalías (Rico, A.M., 2004).

Otro factor que impide acceder a todos los recursos que recibe España, señala el profesor Rico, es el insuficiente volumen de embalse existente en España. A pesar de la existencia de más de 1.000 presas con una capacidad de 56.000 hm^3, ésta es incapaz de regular plenamente todas las aportaciones de agua de los ríos españoles, especialmente en los sistemas hidrológicos que cuentan con mayores caudales, como los del Norte, Ebro y Duero. Además, la elección de los emplazamientos y el diseño de los embalses construidos ha estado dirigida primordial mente por intereses hidroeléctricos generando notorios desequilibrios en perjuicio de los llamados fines consuntivos.

4.1.2.1. Cálculo de la Oferta de "Huella Hídrica" Española

Para el estudio de la Oferta de "Huella Hídrica" en España, vamos a servirnos de lo que podemos dar en denominar: Modelo General de la Oferta de "Huella Hídrica". Debemos señalar que en el presente estudio, se ha considerado como oferta, al total de "Huella Hídrica" disponible en España, en los sectores primario (agrario y ganadero), secundario (industria y construcción) y terciario (uso doméstico y turismo), tomando como fecha de referencia el año 2008. Para el cálculo de la misma, se han empleado las distintas metodologías al uso de Champagain y Hoekstra (2004), Llamas, R. (2004), Rodríguez-Casado (2008) y Esteban Moratilla (2010) (ver Figura 16).

FIGURA 16. Modelo General de la Oferta de "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia.

Con ello, se define la oferta de "Huella Hídrica" (Water footprint – *WFP*; m^3) como el volumen de agua necesaria (directa o indirectamente) para la producción de los productos y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada o industria, o persona.

Debemos tener en cuenta que, cuando hablamos de oferta, nos estamos refiriendo al volumen de agua total de la que se dispone para la producción que, no necesariamente, ha de coincidir con el volumen total de agua necesaria para la producción. De este modo, las personas tienden a generar un "comercio" de agua en el que se importan o exportan bienes y servicios hídricos. Con ello, podemos afirmar, que la "Huella Hídrica" tiene dos componentes fundamentales: el agua doméstica y el agua foránea. Tanto para el cálculo de la "Huella Hídrica" Interna como Externa, se debe tener en cuenta la diferenciación, ya descrita anteriormente, entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

$$WFP = IWFP + EWFP$$

Donde:

- IWFP es la "Huella Hídrica" Interna", que es el agua procedente de los recursos nacionales de un área geográfica determinada.
- EWFP es la "Huella Hídrica" Externa" externa que es la cantidad de agua necesaria para desarrollar los productos o servicios consumidos en un área geográfica determinada, cuando éstos han sido producidos en el exterior.

c. "Huella Hídrica" Interna (IWFP)

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)
- VWE_{dom} 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 (Ver metodología).

a.1. "Huella Hídrica" de la agricultura (WF_{Agr}) y de la ganadería (WF_{gan})

Rodríguez Casado et al. (2008) incorporaron una serie de aportaciones a la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004), para adaptarla de la mejor manera posible al modelo de agricultura española. Primero, se consideró que la "Huella Hídrica" (m^3) de la agricultura es la suma de los recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) y de las importaciones de agua virtual contenida en los productos agrícolas y ganaderos ($VW_{I,Agr}$), menos el agua virtual exportada en estos productos ($VWE_{,Agr}$):

$$WF_{Agr} = UA_{Agr} + VW_{I,Agr} - VW_{E,Agr}$$

Donde:

- UA_{Agr} (m^3) son los recursos hídricos utilizados en la agricultura.
- $VWI_{I,Agr}$ es el volumen de agua virtual importada en la agricultura.
- $VWI_{I,Agr}$ es el volumen de agua virtual exportada en la agricultura.

Desglosando la formulación matemática tenemos que UA_{Agr} (m^3) es la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos, sin contabilizar las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas. UA_{Agr} incluye tanto el agua azul como el agua verde.

TABLA 9. Cálculo del consumo de agua en la agricultura

Fórmula	Unidades	Descripción
$UA_{Agr} = \sum_{j=1}^{n} \left(ETb_j * S_{reg_j}\right) + \left(ETg_j * S_{total_j}\right)$	UA_{Agr} $m^3\ ha^{-1}$ ha $m^3\ ha^{-1}$ ha	■ Demanda evaporativa de los cultivos ■ *ETb* = evapotranspiración de agua azul ■ S_{reg} = superficie en regadío ■ *ETg* = evapotranspiración de agua verde ■ S_{total} = superficie total
$CWR_j = \left(ETg_i + ETb_i\right) = 10 * ETc$	$m^3\ ha^{-1}$ mm mm mm	■ CWR_j = Necesidades hídricas del cultivo ■ ETg_j = Evapotranspiración de agua verde ■ ETb_j = Evapotranspiración de agua azul ■ *Etc.* = Evapotranspiración de cada cultivo
$ETc = ETo * Kc$		*Eto* = evapotranspiración de referencia *Kc* = coeficiente del cultivo
$ETg_j = \min\left(CWR_j; P_{eff}\right)$		P_{eff} = agua procedente de la lluvia
$ETb_j = \max\left(0, CWR_j - P_{eff}\right)$		
Flujo de agua virtual en la agricultura		
$VW_{I,Agr} = \sum_{\substack{j=producto \\ p=país}} M_{j,p} * V_{j,p}$		
	$m^3\ t^{-1}$	■ ($V_{j,p}$; $m^3\ T^{-1}$) = contenido en agua virtual en el país de origen ■ ($M_{j,p}$; t) = cantidad de producto importada
$VW_{E,Agr} = \sum_{j=producto} X_j * V_j$		
	$m^3\ t^{-1}$	■ (X_j; t) = cantidad de producto exportado ■ (V_j; $m^3\ t^{-1}$) = contenido de agua virtual

Fuente: Elaboración propia a partir de Sotelo J.A. et alii (2010).

Los valores de superficie y precipitación se obtuvieron de los Anuarios de Estadística del MARM. Los valores de evapotranspiración se obtuvieron del Sistema Integrado de Información del agua (SIA) (MARM, 2008c).

TABLA 10. Cálculo del consumo de agua en la agricultura

Fórmula	Unidades	Descripción
$VWC_a(e,a) = VWC_{feed}(e,a) + VWC_{drink}(e,a) + VWC_{serv}(e,a)$		
	m³ t⁻¹ de animal vivo	■ $VWC_a(e,a)$ = contenido de agua virtual de un animal *a* en el país exportador *e* ■ $VWC_{feed}(e,a)$ = contenido de agua virtual de la alimentación ■ $VWC_{drink}(e,a)$ = contenido de agua virtual del consumo directo (hidratación) ■ $VWC_{serv}(e,a)$ = contenido de agua virtual utilizada en la realización de las actividades ganaderas (servicios)
$VWC_{feed}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} \left\{ q_{mixing}(e,a) + \sum_{c=1}^{n_c} SWD(e,c) * C(e,a,c) \right\} dt}{W_a(e,a)}$		
	m³ día⁻¹ t día⁻¹ t m³ t de cultivo⁻¹	■ $q_{mixing}(e,a)$ = volumen de agua necesario para mezclar la alimentación del animal *a* en el país exportador *e*. ■ $C(e,a,e)$ = cantidad de cultivo *c* consumido por un animal *a* en el país exportador *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*, al final de su vida ■ $SWD(e,c)$ = demanda específica de agua del cultivo *c* en el país exportador *e*.
$SWD(e,c) = \frac{CWR(e,c)}{CY(e,c)}$	m³ ha⁻¹ T ha⁻¹	■ $CWR(e,c)$ = requerimientos de agua del cultivo *c* en el país *e* ■ $CY(e,c)$ = rendimiento del cultivo *c*
$VWC_{drink}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_d(e,a)dt}{W_a(e,a)}$	m³ día⁻¹ t	■ $q_d(e,a)$ = requerimiento diario de agua para su consumo directo del animal *a* en el país exportado *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo del animal al final de su vida
$VWC_{serv}(e,a) = \frac{\int_{birtin}^{slaughter} q_{serv}(e,a)dt}{W_a(e,a)}$	m³ t de animal vivo⁻¹ t	■ $q_{serv}(e,a)$ = requerimiento hídrico diario para las actividades de un animal *a* en el país exportador *e* ■ $W_a(e,a)$ = peso vivo promedio de un animal *a* en el país exportador *e*

d. "Huella Hídrica" Externa (EWFP)

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 ($VWE_{re.export}$):

$$EWFP = VWI - VWE_{\text{re-export}}$$

4.1.2.1.1. La Oferta de "Huella Hídrica" en España, por sectores actividad

Para profundizar en el estudio de la oferta de "Huella Hídrica", se ha analizado, de manera detallada y desglosada, los distintos componentes de la "Huella Hídrica" para cada uno de los subsectores económicos sobre los que se asienta el cálculo de la oferta vs. demanda de agua; agrícola, industrial y doméstico. En el presente trabajo se ha empleado un sistema matricial Input-Output, tomando como referencia los estudios de Fernando Esteban Moratilla (2010), en el que se ha analizado para cada subsector (agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, industrias, construcción, turismo, servicios, uso doméstico…) el Agua Directa, el Agua Virtual transvasada entre los distintos sectores, el Agua Virtual de la producción de los distintos bienes, el Agua Virtual exportada e importada (hallando el balance comercial neto) y, finalmente, la "Huella Hídrica" total ofertada en cada uno de los subsectores (ver tabla 11).

TABLA 11. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por sectores (2008)

	Uso del Agua (AD)	AV transvasada intersectorial	AV producción	AV exportación	AV importación	Balance neto comercio	HH TOTAL
Agricultura	43117,72	-20965,65	22152,06	14075,89	30779,44	16703,54	38855,61
Ganadería y caza	20119,75	-18418,20	1701,55	592,65	797,63	204,98	1906,42
Silvicultura y explotación forestal	9869,23	-5388,15	4481,09	1046,18	3207,75	2161,58	6642,66
Pesca	22,63	78,97	101,71	14,23	48,28	34,05	135,76
Industrias extractivas	150,43	-118,17	32,26	30,58	1019,41	988,83	1021,09
Industria de la alimentación cárnica y láctea	63,51	14430,63	14494,14	1527,26	2028,06	500,69	14994,83
Resto industria de la alimentación bebidas y tabaco	134,86	10188,24	10323,10	3649,19	4352,72	703,54	11026,64
Industria textil, de la confección, del cuero y calzado	136,99	813,42	950,41	442,89	601,05	158,16	1108,57
Industria de la madera y del corcho	30,35	252,70	283,05	243,40	481,87	238,47	521,52
Industria del papel: edición, artes gráficas y reproducción	323,71	663,89	987,60	610,90	852,51	241,61	1229,20
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	51,64	27,33	78,97	38,20	40,32	2,02	80,98
Industria química	565,32	67,99	633,31	439,30	767,05	327,74	960,94
Industria del caucho y materias plásticas	223,01	28,67	251,69	242,39	284,73	42,34	293,92
Industrias de otros productos minerales no metálicos	102,38	-8,96	93,42	89,16	48,72	-40,44	52,98
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	233,65	44,80	278,46	205,54	283,95	78,41	356,87
Industria de la construcción de maquinaria, electrónico y óptico	26,55	342,98	369,52	255,61	528,13	272,52	642,04
Fabricación de materiales de transporte	30,58	412,87	443,56	349,92	360,00	10,08	453,64
Industrias manufactureras diversas	92,52	528,46	620,99	165,78	200,27	34,50	655,48
Captación, depuración y distribucción de agua	1036,77	-524,10	512,78	0,00	0,00	0,00	512,78
producción y distribucción de energía y gas	382,63	-229,40	153,23	3,58	3,36	-0,22	153,12
Construcción	49,40	2013,95	2063,45	0,22	0,45	0,22	2063,68
Actividades de tratamiento de aguas residuales y alcantarillado	202,74	-7,06	195,68	0,00	0,00	0,00	195,68
Hoteles (turismo)	68,44	494,41	562,85	0,00	36,63	36,63	599,48
Restaurantes	629,05	7986,00	8615,05	0,00	1,57	1,57	8616,62
Otras actividades económicas (Servicios)	957,58	7284,26	8241,83	843,66	602,62	-241,05	8000,79
TOTAL	78621,41	0,00	78621,75	24866,52	47326,50	22459,76	101081,06
Consumo Humano	2716,36	0,00	2425,10				2716,36
AD Total	81337,78			(Hm^3/año)		HH Total	103797,423
AD per cápita	2008,35			(m^3/hab. y año)		HH per cápita	2562,909

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a la oferta total de "Huella Hídrica", podemos observar como los subsectores de la agricultura (38.855 hm^3), la industria alimenticia (26.021,46 hm^3) y el sector servicios, incluyendo los usos domésticos (10.907,98 hm^3) son los que mayor oferta del recurso hídrico presentan. Esto nos muestra como la oferta intenta hacer frente a una gran demanda de agua, ya que en total, sólo los tres subsectores suponen el 73% de la oferta total de "Huella Hídrica" en España en el año 2008.

En la tabla 11, podemos ver cómo la producción de algunos bienes o servicios requieren trasvasar agua de unos sectores a otros. El sector agrícola, en concreto la agricultura, ganadería y silvicultura, es el que más Agua Virtual transvasa. Esto es así porque la mayor parte de la producción agrícola se emplea en la producción de otros bienes y servicios, como por ejemplo en los productos alimenticios (lo mismo ocurre con el agua al uso en las indstrias extractivas). Por ello, parte del agua que se emplea en el sector industrial, más concretamente en el subsector industrial alimentario, proviene del sector agrario. Un factor a tener en cuenta es que podemos incurrir en una doble contabilidad del recurso hídrico, puesto que podemos estar contabilizado la misma agua en el sector agrario y en el industrial. En el caso de las aguas depuradas y en las actividades de tratamiento de aguas residuales, se le vuelve a dar un nuevo uso al agua gris, favoreciendo la reutilización del agua que iba a ser desechada favoreciendo así su reincorporación en el proceso productivo e incidiendo favorablemente en el ahorro del recurso agua. Cabe destaca que estos niveles tan altos de transferencias de Agua Virtual para optimizar el uso de recursos hídricos globales, pueden reducir la presión de las Comunidades Autónomas con escasez de agua, pero también puede provocar una presión adicional en las Comunidades Autónomas que producen bienes intensivos en agua para la exportación. El ahorro de agua potencial derivado del comercio sólo es sostenible si los precios de los productos exportados reflejan realmente los costes de oportunidad y las consecuencias negativas para la medio ambiente en la Comunidades exportadoras. De no ser así, las Comunidades importadoras simplemente se beneficiarían de no soportar el coste del agotamiento de los recursos hídricos, algo que tendrían que asumir en caso de ser estas las productoras de los bienes intensivos en agua.

De igual modo, tenemos que tener en cuenta que, los países pueden depender del agua de dos formas distintas: puede depender del agua que fluye desde países vecinos y pueden depender de la importación de agua virtual. Este tipo de dependencia del agua se produce cuando los recursos hídricos externos de un país constituyen una parte significativa de sus recursos hídricos renovables totales (Champagain y Hoekstra, 2004). En España, dentro del propio territorio (peninsular e insular) esta dependencia se produce fundamentalmente, a través de dos vías; la dependencia existente entre las distintas Cuencas Hidrográficas, como veremos más adelante, y por el comercio, tanto interior entre las distintas Comunidades Autónomas, como exterior, con el resto de los países. La tabla 11 nos muestra como los niveles de Agua Virtual importados superan (en el año 2008), casi hasta duplicar el valor total de Agua Virtual exportada. Esto nos indica, que España es un país exportador de agua virtual pero, sobre todo, es un país importador neto de agua. Necesita de agua de otros países para la producción de bienes y servicios, o para el consumo de los mismos. A pesar de ello, parte del Agua Virtual producida en España, es exportada hacía otros países, materializada en productos agrarios, industriales o, bienes empleados en el sector servicio (mayoritariamente en el turismo).

Cabe destacar, que este aumento de la oferta del recurso hídrico (en muchos casos sin ningún tipo de regulación) pone de manifiesto la necesidad de evolucionar hacia un enfoque integrado en la planificación y gestión de los recursos hídricos que incida sobre todo en el control de los usos del agua. Para el caso del agua urbana, las políticas de gestión de la demanda se pueden concretar en tres grandes ámbitos (March, H. y Saurí, D., 2010):

- El ámbito tecnológico, con instrumentos orientados a mejorar la eficiencia y el ahorro de agua en las redes de distribución y en hogares e industrias.
- El ámbito económico, con políticas tarifarias que incorporen todos los costes derivados del ciclo hidrológico urbano.
- Las acciones de conciencia ciudadana dirigidas a mejorar los hábitos en el consumo de agua.
- La reutilización y aprovechamiento de recursos como las aguas pluviales.

Tal y como hemos podido ver, el cambio en la valoración del agua como recurso, los intensivos procesos de pérdida de calidad tanto por contaminación como por sobreexplotación de acuíferos, los incrementos en la demanda agrícola, pero, especialmente, urbana, la implantación de la nueva Directiva

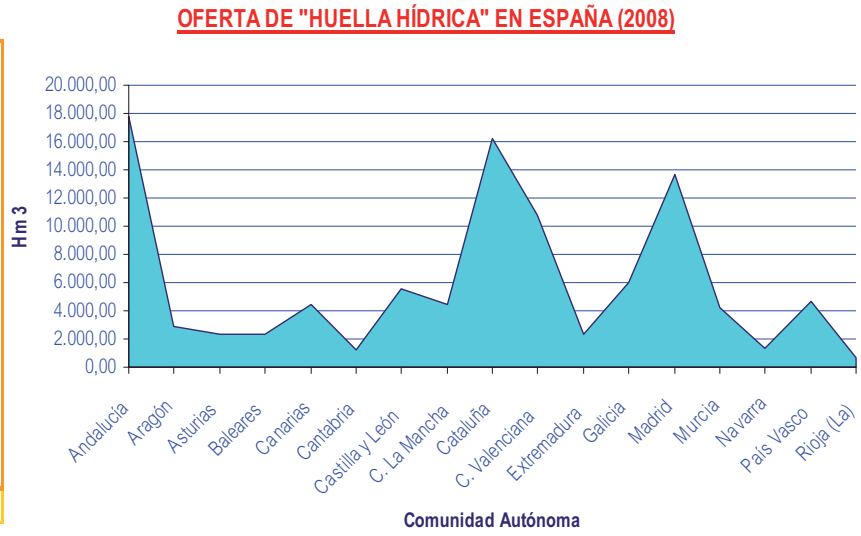
Marco del Agua son algunos de los factores que han conducido hacia la adopción de iniciativas orientadas, al menos desde una óptica teórica, hacia la sostenibilidad de las políticas que giran en torno al agua (Morales, A. et alii, 2010), favoreciendo así un mayor incremento en las ofertas reales del recurso hídrico. El impulso a la modernización a través del fomento del ahorro y mejora de la eficiencia en el uso del agua, la trasferencia de tecnología, la utilización de recursos hídricos alternativos, la mejora de la economía y el desarrollo rural (sostenible y respetuoso con el medioambiente) son algunos de los factores que han favorecido y favorecen la posibilidad de incrementar los niveles de oferta de "Huella Hídrica" de manera más sostenible y ejerciendo una menor presión sobre el medio.

4.1.2.1.2. La Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas

La oferta total de "Huella Hídrica" en el año 2008 fue de 103.797,42 hm^3. La tendencia alcista en la oferta del recurso hídrico (la oferta de "Huella Hídrica" aumentó en, casi, 10.000 hm^3 entre 2001 y 2008) 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. Aunque, cabe destacar, que este incremento "sustancial" de oferta de "Huella Hídrica" respecto al año 2001 no ha sido homogéneo entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia principal de las condiciones climáticas de cada territorio (han sido años menos lluviosos, más secos), unido al crecimiento demográfico desigual, a los movimientos migratorios tanto inter como intrarregionales, a los cambios en los hábitos de consumo, al turismo creciente en zonas costeras, la mejora en las obras hidráulicas, etcétera. De igual modo, cabe destacar que si comparamos tanto los niveles de oferta como de demanda de "Huella Hídrica" con los del año 2001, la tendencia ha sido claramente alcista; sin embargo, si los comparamos con el año 2005 los niveles de "Huella Hídrica" han sido relativamente inferiores, como consecuencia directa de la disminución de las precipitaciones por la sequía, fundamentalmente.

TABLA 12. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas (2008)

Huella Hídrica	Total
Andalucía	17.802,09
Aragón	2.855,83
Asturias	2.315,40
Baleares	2.289,43
Canarias	4.476,17
Cantabria	1.224,83
Castilla y León	5.530,31
C. La Mancha	4.424,20
Cataluña	16.176,64
C. Valenciana	10.764,35
Extremadura	2.343,96
Galicia	6.037,07
Madrid	13.654,30
Murcia	4.237,59
Navarra	1.298,57
País Vasco	4.663,87
Rioja (La)	635,30
España	103797,65



Fuente: Elaboración propia.

Si analizamos detalladamente la tabla 12, podemos observar como las Comunidades Autónomas de Andalucía (17.802,09 hm^3), Cataluña (16.176,64 hm^3), Madrid (13.654,35 hm^3) y la Comunidad Valenciana (10.764,35 hm^3), superan los 10.000 hm^3 de "Huella Hídrica". Entre las principales causas de estas cantidades ofertadas de agua, las encontramos en niveles de población muy altos, actividades industriales intensivas, un turismo creciente;

• La capital de España, registró una "Huella Hídrica" en 2008 de 14.105,35 hm^3, como consecuencia principal del aumento de su población, que en año 2008 era de 6.271.638 habitantes. El aumento del número de habitantes no es consecuencia directa del crecimiento real de la población sino de la llegada de inmigrantes. De igual modo, Cataluña se caracteriza por ser un centro neurálgico industrial,

con lo que, como veremos más adelante, el aumento de oferta de agua recae (junto con el sector agrario) en el sector industrial de la alimentación, principalmente. De igual modo, la población representa una de las principales causas del aumento de la demanda y, por ende, de la oferta de agua que fue de 16.176,64 hm^3 en el año 2008. En Cataluña, en el año de estudio, la población era 7.364.078 habitantes, representando el 16% de la población española y sufriendo un incremento porcentual del 10% respecto al año 2005.

Andalucía posee un basto territorio densamente poblado, con una producción agrícola muy importante (de hecho, la mayor oferta de "Huella Hídrica" se produce en el sector primario, fundamentalmente en la agricultura) y con un turismo de sol, playa y cultural que hacen aumentar considerablemente las demandas de agua. En 2008, la oferta de "Huella Hídrica" fue de 17.802,09 hm^3, la mayor de todas las Comunidades Autónomas y su población era de 8.202.220 habitantes.

• En el caso concreto de la Comunidad Valenciana, la demanda de agua proviene fundamentalmente del sector agrario (cultivos de regadío y de la pesca) y del turismo. La oferta de "Huella Hídrica" en 2008 fue de 10.764,35 hm^3, y su población pasó de los 4.692.449 habitantes en 2005 a los 5.029.601 habitantes en 2008 (según fuentes del INE).

Por otro lado, la Rioja (635,30 hm^3), Cantabria (1.224,83 hm^3) y Navarra (1.298,57 hm^3), son las Comunidades Autónomas que menor oferta de "Huella Hídrica" presentan, apenas superaron los 1.000 hm^3 en 2008. Entre las principales causas la encontramos en los bajos niveles de población (entre los 300.000 y los 500.000 habitantes en el año 2008). Es muy curioso el caso de la Rioja, ya que siendo una zona productora intensiva de productos vitivinícolas, apenas registre una oferta de agua de 600 hm^3.

Una de las cuestiones que cobran relativo interés a la hora de tratar de la "Huella Hídrica" de nuestro país, en el ámbito territorial, y que merece la pena destacar, es que la mayor parte de las Comunidades de la España Cantábrica y Atlántica (Asturias, Cantabria, Aragón, Galicia,…) presentan una oferta de "Huella Hídrica" relativamente baja, respecto al resto de España. Esto es una cuestión relevante, puesto que registrando los mayores niveles de precipitación, y asentándose parte de su actividad económica en el sector primario (pesca, ganadería,…, principalmente). Una de las principales causas la podemos encontrar en que son zonas en las que, salvo en épocas de sequía, no se valora adecuadamente el agua.

Con todo ello, podemos observar claras disparidades en la oferta de "Huella Hídrica" entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia de las diferencias, climáticas, demográficas, sociales, políticas… que analizaremos más adelante, de manera más detallada.

TABLA 13. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas (2008)

			Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C. y León	C. Mancha	Cataluña	Valencia	Extremad.	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	La Rioja
Agrario	Agricultura	hm³	6.844,62	1.057,00	849,26	843,12	1.687,55	430,04	2.092,76	1.659,88	6.139,07	4.173,91	864,08	2.283,71	5.219,46	1.140,50	462,23	1.755,85	207,27
	Ganadería	hm³	338,77	54,80	44,61	44,31	85,74	24,04	105,62	84,38	304,15	207,73	45,34	114,99	259,03	58,90	25,62	89,09	13,11
	Silvicultura	hm³	1.180,40	190,96	155,44	154,40	298,76	83,78	368,03	294,03	1.059,78	723,82	157,98	400,68	902,56	205,23	89,28	310,43	45,69
	Pesca	hm³	24,12	3,90	3,18	3,16	6,11	1,71	7,52	6,01	21,66	14,79	3,23	8,19	18,45	4,19	1,82	6,34	0,93
	TOTAL	hm³	8.387,91	1.306,66	1.052,49	1.044,98	2.078,15	539,58	2.573,93	2.044,30	7.524,66	5.120,26	1.070,63	2.807,57	6.399,50	1.408,83	578,96	2.161,73	267,01
Industria y Construcción	Extractiva	hm³	181,45	29,35	23,89	23,73	45,92	12,88	56,57	45,20	162,91	111,26	24,28	61,59	138,74	31,55	13,72	47,72	7,02
	Ali. Cárnica	hm³	2.204,57	431,06	350,89	348,52	674,40	189,11	830,77	663,72	2.342,29	1.583,92	356,61	904,46	2.037,40	463,29	201,54	700,76	103,14
	Ali. Bebidas	hm³	1.909,43	316,99	258,03	256,29	495,93	139,07	610,92	488,08	1.509,20	1.051,52	262,24	665,11	1.498,23	340,68	148,20	515,31	75,85
	Textil	hm³	196,99	31,87	25,94	25,77	49,86	13,98	61,42	49,07	176,86	120,80	26,36	66,87	150,63	34,25	14,90	51,81	7,63
	Madera	hm³	92,67	14,99	12,20	12,12	23,46	6,58	28,89	23,08	83,20	56,83	12,40	31,46	70,86	16,11	7,01	24,37	3,59
	Papel	hm³	218,43	35,34	28,76	28,57	55,28	15,50	68,10	54,41	196,11	133,94	29,23	74,14	167,02	37,98	16,52	57,44	8,46
	Refino Petróleo	hm³	14,39	2,33	1,90	1,88	3,64	1,02	4,49	3,58	12,92	8,82	1,93	4,88	11,00	2,50	1,09	3,78	0,56
	Química	hm³	170,76	27,62	22,49	22,34	43,22	12,12	53,24	42,53	153,31	104,71	22,85	57,96	130,57	29,69	12,92	44,91	6,61
	Materias Plásticas	hm³	52,23	8,45	6,88	6,83	13,22	3,71	16,28	13,01	46,89	32,03	6,99	17,73	39,94	9,08	3,95	13,74	2,02
	Miner. no metálico	hm³	9,41	1,52	1,24	1,23	2,38	0,67	2,94	2,35	8,45	5,77	1,26	3,20	7,20	1,64	0,71	2,48	0,36
	Metalurgía	hm³	63,41	10,26	8,35	8,29	16,05	4,50	19,77	15,80	56,93	38,89	8,49	21,53	48,49	11,03	4,80	16,68	2,45
	Ind. Construcción	hm³	114,09	18,46	15,02	14,92	28,88	8,10	35,57	28,42	102,43	69,96	15,27	38,73	87,24	19,84	8,63	30,00	4,42
	Mat. Transporte	hm³	80,61	13,04	10,62	10,54	20,40	5,72	25,13	20,08	72,37	49,43	10,79	27,36	61,64	14,02	6,10	21,20	3,12
	Manufacturera	hm³	116,48	18,84	15,34	15,24	29,48	8,27	36,32	29,01	104,58	71,43	15,59	39,54	89,06	20,25	8,81	30,63	4,51
	Depura. De Agua	hm³	91,12	14,74	12,00	11,92	23,06	6,47	28,41	22,70	81,81	55,88	12,20	30,93	69,67	15,84	6,89	23,96	3,53
	Energía y Gas	hm³	27,21	4,40	3,58	3,56	6,89	1,93	8,48	6,78	24,43	16,68	3,64	9,24	20,80	4,73	2,06	7,16	1,05
	Construcción	hm³	366,71	59,33	48,29	47,97	92,81	26,03	114,34	91,35	329,24	224,87	49,08	124,48	280,40	63,76	27,74	96,44	14,20
	TOTAL	hm³	5.909,97	1.038,59	845,44	839,73	1.624,88	455,65	2.001,65	1.599,16	5.463,95	3.736,73	859,22	2.179,20	4.908,88	1.116,23	485,58	1.688,40	248,51
Uso Doméstico y Turismo	Residual	hm³	34,77	5,63	4,58	4,55	8,80	2,47	10,84	8,66	31,22	21,32	4,65	11,80	26,59	6,05	2,63	9,14	1,35
	Turismo	hm³	106,53	17,23	14,03	13,93	26,96	7,56	33,21	26,53	95,64	65,32	14,26	36,16	81,45	18,52	8,06	28,02	4,12
	Hostelería	hm³	1.731,17	247,71	201,64	200,28	387,54	108,67	457,40	381,40	1.574,71	938,91	204,92	519,74	1.350,77	266,22	115,81	402,68	59,27
	Servicios y Doméstico	hm³	1.621,74	230,00	187,23	185,96	339,84	100,91	443,28	354,14	1.476,46	871,81	190,28	482,60	1.187,10	247,20	107,53	373,90	55,03
	TOTAL	hm³	3.494,20	500,57	407,47	404,72	763,14	219,61	944,73	770,74	3.178,02	1.897,37	414,11	1.050,30	2.345,91	537,99	234,03	813,75	119,77
Oferta Huella Hídrica Total	S. Primario	hm³	8387,91	1306,66	1052,49	1044,98	2078,15	539,58	2573,93	2044,30	7524,66	5120,26	1070,63	2807,57	6399,50	1408,83	578,96	2161,73	267,01
	S. Secundario	hm³	5909,97	1038,59	845,44	839,73	1624,88	455,65	2001,65	1599,16	5463,95	3736,73	859,22	2179,20	4908,88	1116,23	485,58	1688,40	248,51
	S. Terciario	hm³	3494,20	500,57	407,47	404,72	763,14	219,61	944,73	770,74	3178,02	1897,37	414,11	1050,30	2345,91	537,99	234,03	813,75	119,77
	TOTAL	hm³	17.802,09	2.855,83	2.315,40	2.289,43	4.476,17	1.224,83	5.530,31	4.424,20	16.176,64	10.764,35	2.343,96	6.037,07	13.654,30	3.063,04	1.298,57	4.663,87	635,30

Fuente: Elaboración propia.

Si tomamos como base las distintas Comunidades Autónomas y, analizamos cada sector con sus correspondientes subsectores, podemos observar importantes diferencias territoriales. Las causas de dichos desequilibrios lo encontrar en los principales factores que determinan directamente la "Huella Hídrica" de un país:

1. El volumen de consumo (en relación con la renta nacional bruta).
2. Los hábitos de consumo.
3. El clima.
4. Las prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua).

En España, la tendencia de estos últimos años, ha sido la del incremento del consumo intensivo de bienes y servicios, como consecuencia primera del crecimiento económico del país y, por ende, de la mejora en la economía personal y familiar, lo que se ha traducido en un aumento progresivo de la demanda de "Huella Hídrica". Este aumento progresivo de la demanda del recurso hídrico en todas sus vertientes y componente, ha incidido positivamente en el aumento de la oferta de "Huella Hídrica" (aunque hay que tener en cuenta que el volumen de consumo no es lo único que determina la demanda de agua de las personas). Por ello debemos hacer distinción entre los distintos componentes de la "Huella Hídrica", estudiando cada sector económico: agrario, industrial y doméstico.

De igual modo tenemos que tener en cuenta que, a pesar de que se produce un incremento de la oferta de "Huella Hídrica" en España, respecto a los años anteriores, esta no es, ni mucho menos, elevada (apenas se incrementa en un 2,25% respecto al 2007), como consecuencia primera de la crisis económica mundial que da comienzo en 2008, en España.

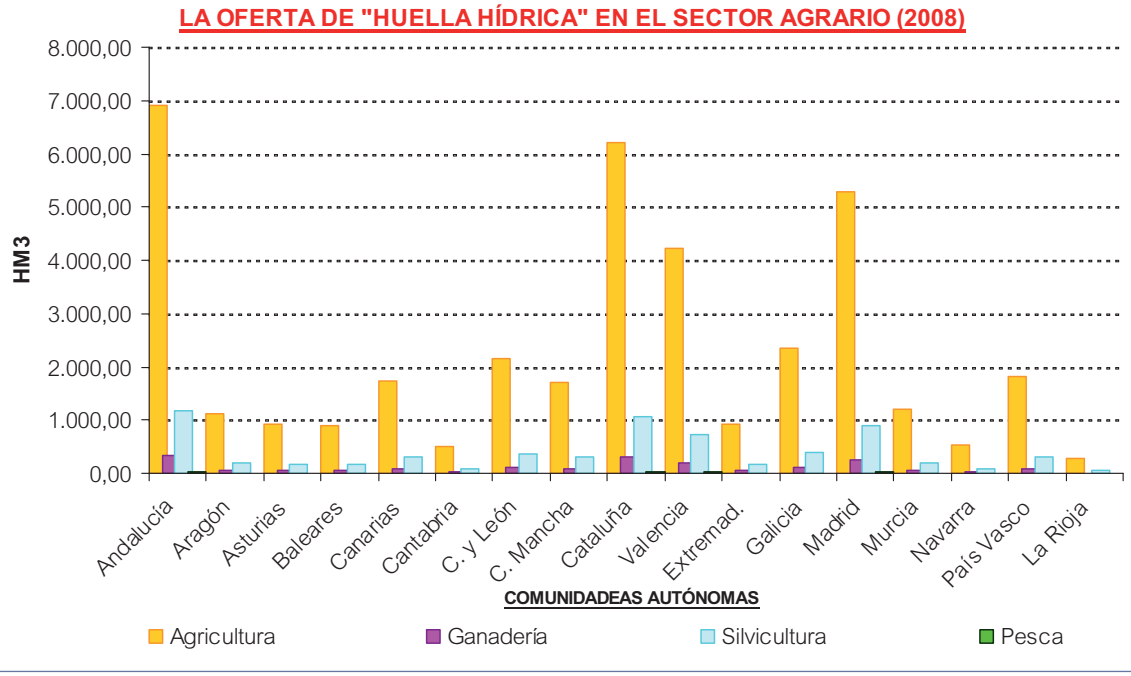
La evolución de la economía española a lo largo de 2008 estuvo condicionada por el agravamiento de la crisis financiera internacional y el progresivo debilitamiento de la economía mundial. Ambas perturbaciones se superpusieron al proceso de ajuste interno que se había iniciado con anterioridad, impulsado por la corrección del sector inmobiliario y el elevado nivel de endeudamiento del sector privado, hasta el punto de terminar adquiriendo un carácter dominante en el desarrollo de la crisis. En sus etapas iniciales, la prácticamente nula exposición directa e indirecta de las entidades de crédito españolas a las hipotecas de alto riesgo estadounidenses, junto con su favorable situación financiera, atenuó el impacto de estas perturbaciones sobre su posición patrimonial. Esto favoreció el incremento potencial de la demanda y, por ende, de la oferta de "Huella Hídrica". La tendencia del consumo tanto público como privado del recurso hídrico para la producción y consumo de bienes y servicios, apenas sufrió alteraciones respecto al mismo periodo del año anterior.

Pero, a partir del segundo trimestre del año, la crisis financiera internacional y su impacto en la economía real generaron también un deterioro progresivo y generalizado de la confianza de los agentes y un incremento notable de la incertidumbre sobre las perspectivas económicas. Aunque este es un fenómeno global, inicialmente fue algo más intenso en España, cuyo ciclo económico está más vinculado al sector inmobiliario y tiene una mayor dependencia de la financiación exterior. La crisis de confianza y la incertidumbre junto con el impacto negativo de la crisis económica en la riqueza de las familias, contribuyeron a la reducción del gasto de los agentes económicos en bienes y servicios (de todos los sectores económicos).

A pesar de ser una crisis global, mundial y nacional, el impacto sobre la económica de los distintos agentes económicos (las familiar, individuos, productores, empresarios, agricultores…) fue distinto en las distintas Comunidad Autonómica y los sectores económicos; afectó más en el sector industrial (alimenticia), de la construcción y a los hogares.

A partir de lo expuesto, podemos descender al análisis diferencial entre los tres sectores económicos de estudio de la "Huella Hídrica" (agricultura, industrial y doméstico) y sus subsectores, en cada una de las Comunidades Autónomas.

FIGURA 17. Oferta de “Huella Hídrica” en el Sector Agrario (2008)



Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo al sector agrario, la Comunidad Autónoma de Andalucía (8.387,91 hm^3), Cataluña (7.524,66 hm^3), Madrid (6.399,50 hm^3) y la Comunidad Valenciana (5.120,26 hm^3) son las que presentan una mayor oferta de “Huella Hídrica”, mientras que las Comunidades Autónomas de Cantabria (599,58 hm^3), Navarra (578,96 hm^3) y la Rioja (267,01 hm^3) no logran superar los 600 hm^3 de agua ofertada (ver Figura 17).

Es representativo que, en todas y cada una de las Comunidades Autónomas se establece un orden jerárquico en el que la agricultura es el subsector principal de oferta de “Huella Hídrica”, que representa, entorno a un 70% o un 80% de la oferta total; igualmente, encontramos la oferta de “Huella Hídrica” en el subsector silvicultura y explotación forestal que oscila entre el 12% y 15% de la oferta total de “Huella Hídrica”. La ganadería, apenas representa un 3% ó 5%, mientras que la pesca es el subsector que menos oferta de “Huella Hídrica” presenta ya que apenas alcanza el 0,3% en alguna Comunidad Autónoma.

En Andalucía se pone de manifiesto el importante papel jugado por el sector agropecuario hasta fechas muy recientes; donde, hasta hace apenas treinta años, un tercio de la población se dedicaba a la agricultura. Sin embargo, hoy día, la mayor parte de la población ya no se dedica a la agricultura (tierras trabajadas por mano de obra inmigrante) sino que se ha desplazado hacia el sector servicios, el sector agrario no sólo continúa siendo el sector principal de explotación y consumo de agua, sino que se ha incrementado en los últimos años con la proliferación de los cultivos intensivos bajo plástico. Este es uno de los principales factores que ha incidido en el aumento porcentual de la oferta de “Huella Hídrica”. A efectos agrarios los climas andaluces destacan por la idoneidad de sus componentes térmicos, aptos para la explotación del terrazgo. Sin embargo, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año y la irregularidad interanual, ha generalizado la práctica del regadío junto con la producción agraria de la trilogía mediterránea. En cuanto a la pesca, apenas representa un 0,28% respecto del total de “Huella Hídrica” ofertada, un porcentaje muy superior al del resto de Comunidades.

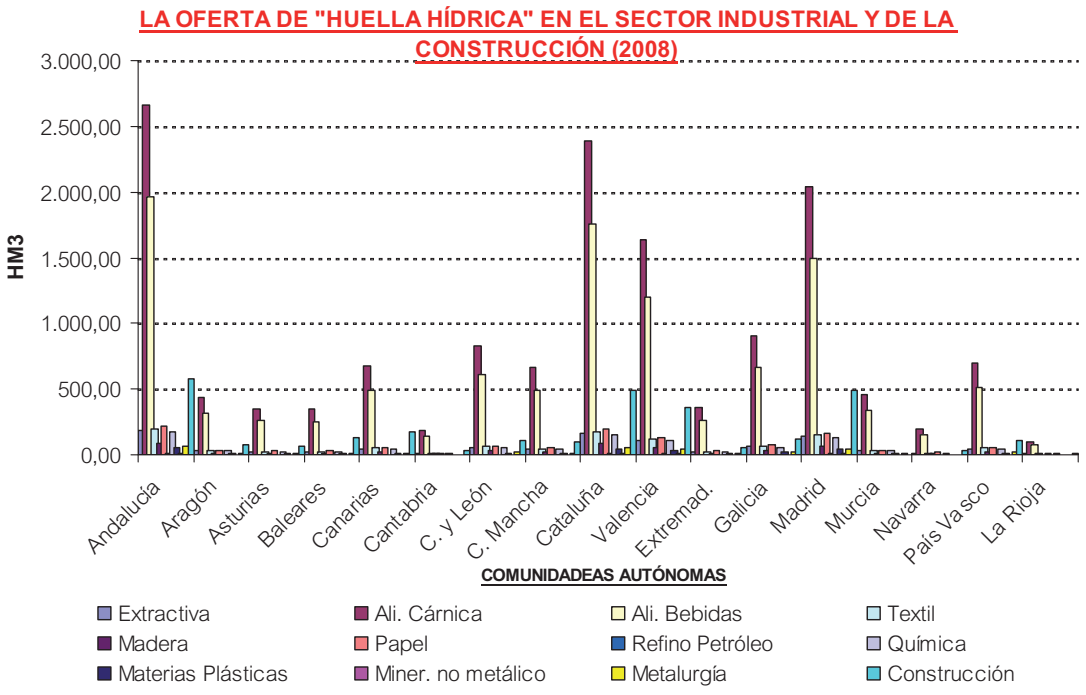
Como hemos señalado anteriormente, Cataluña y Madrid son dos de las Comunidades Autónomas que más oferta de “Huella Hídrica” presentan en el sector agrario. Esto es porque ha de hacer frente a una gran demanda por parte de su población. Son Comunidades densamente pobladas en las que el poder adquisitivo de sus habitantes (idea que, en muchos casos es errónea, pero se emplea habitualmente) les permite incrementar sus demandas de bienes y servicios de “Huella Hídrica” en mayor

cantidad. En estos casos no nos estamos refiriendo a que esta oferta este relacionada directamente con la producción de "Huella Hídrica" sino que pretender hacer frente a la demanda mediante la importación y exportación de "Huella Hídrica".

En los casos de Asturias, Cantabria, País Vasco y Galicia, el exceso de Agua Verde procedente del agua de lluvia y de Agua Azul de sus ríos y lagos, hacen que se valore menos el recurso hídrico, con lo que las pérdidas de agua por la falta de control (el agua no es represada, ni almacenada para hacer frente a la demanda de agua) es muy grande. Con ello, la gran riqueza (de agua) de estas Comunidades se pierde. Amén de que, al tener a su disposición un bien como el agua, en cantidades abundantes, hace que se vea reflejado en el precio del agua y, por ende, en el gasto en el que incurren estas Comunidades en materia de "Huella Hídrica", generando importantes desequilibrios entre unas Comunidades y otras.

Una de las principales causas de estos desequilibrios territoriales atendiendo a la oferta de "Huella Hídrica", la podemos encontramos en el efecto directo del comercio de productos intensivos en agua, con el fin de generar un ahorro del recurso hídrico en aquellas Comunidades en los que las condiciones climáticas –excesiva aridez, sequía…–, hidrológicas –ríos o lagos secos–, edáficas –perdida de agua por lixiviación…– o demográficas –mucha población demandante de recurso hídrico– suponen una pérdida de agua importante, incidiendo negativamente en la oferta de "Huella Hídrica".

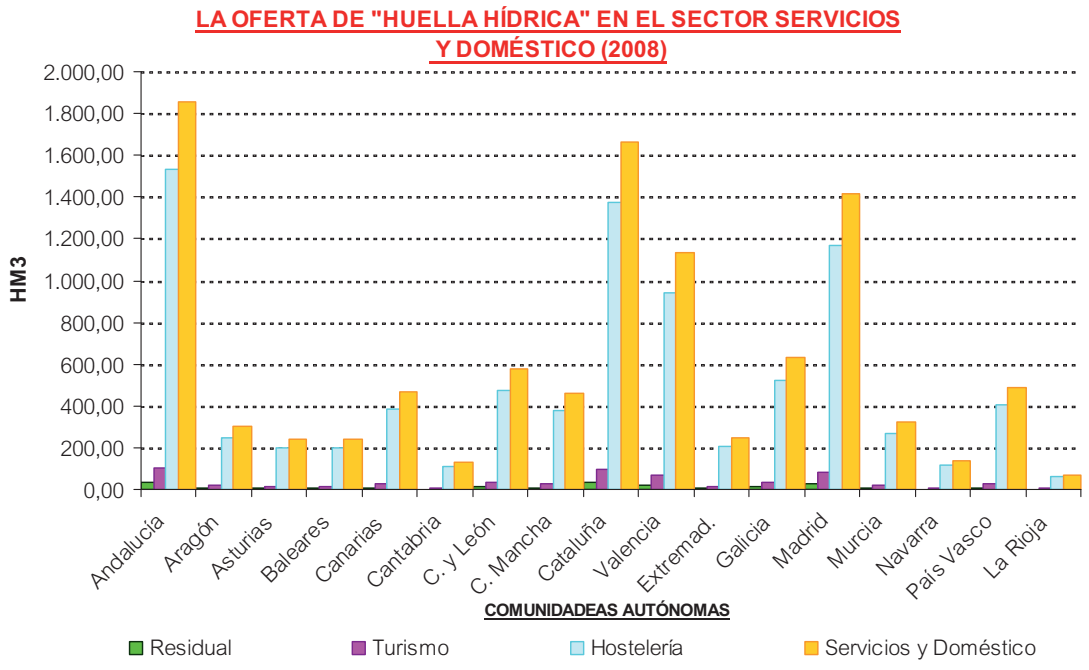
FIGURA 18. Oferta de "Huella Hídrica" en el Sector Industrial y de la Construcción (2008)



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como nos muestra la Figura 18, la oferta de "Huella en el sector industrial y de la construcción es muy desigual, atendiendo a los subsectores en los que nos encontremos. El mayor peso en la oferta de "Huella Hídrica" recae, fundamentalmente, en la industria de la alimentación (tanto cárnica como de bebidas), seguida de la construcción. En nuestro año de referencia (2008) la demanda de "Huella Hídrica" en el sector de la construcción cayó drásticamente, lo que afectó negativamente no sólo al sector de la construcción sino que también al resto de subsectores industriales, que están vinculados a él (industria maderera, metalurgia, textil, etc.). Las Comunidades Autónomas que mayor oferta de "Huella Hídrica" presentaron en dicho sector fueron Andalucía (5.909,97 hm^3), seguida de Cataluña (5.463,16 hm^3), Madrid (4.908,88 hm^3) y la Comunidad Valenciana (3.736,73 hm^3). Mientras que las Comunidades Autónomas con menores índices de "Huella Hídrica" encontramos a la Rioja (248,51 hm^3), Cantabria (455,65 hm^3) y Navarra (485,58 hm^3).

FIGURA 19. Oferta de “Huella Hídrica” en el Sector Servicios y Doméstico (2008)



Fuente: Elaboración propia.

En el Figura 19 se nos muestra como el peso total de la oferta de “Huella Hídrica” descansa sobre el sector doméstico y el sector servicios, principalmente, representando un 52% de la oferta de “Huella Hídrica” total de dicho sector. Igualmente, debemos subrayar la importancia de la hostelería, que representa el 43%, seguido del turismo, con un peso del 3%.

Al igual que sucedía en los dos sectores anteriores, las Comunidades Autónomas de Andalucía (3.494,20 hm^3), Cataluña (3.178,02 hm^3), Madrid (2.345,91 hm^3) y La Comunidad Valenciana (1.897,37 hm^3) son las Comunidades Autónomas que mayor oferta de “Huella Hídrica” presentan en el sector servicios y doméstico, superando los 1.800 hm^3). Esto es consecuencia de que nos encontramos ante Comunidades Autónomas muy densamente pobladas, con núcleos urbanos muy grandes, y con un dinamismo económico muy importante. Junto con la densidad de población, nos encontramos De igual modo, son centros turísticos y culturales lo que hace que aumente progresivamente, a lo largo de todo el año, el número de personas que demanda “Huella Hídrica”.

Por el contrario, Comunidades como La Rioja (119,77 hm^3), Navarra (234,03 hm^3) y Cantabria (219,61 hm^3) por su baja población, el peso relativo de su sector servicios en el PIB nacional y hacen que sus ofertas de “Huella Hídrica” sean muy inferiores al del resto de las Comunidades Autónomas.

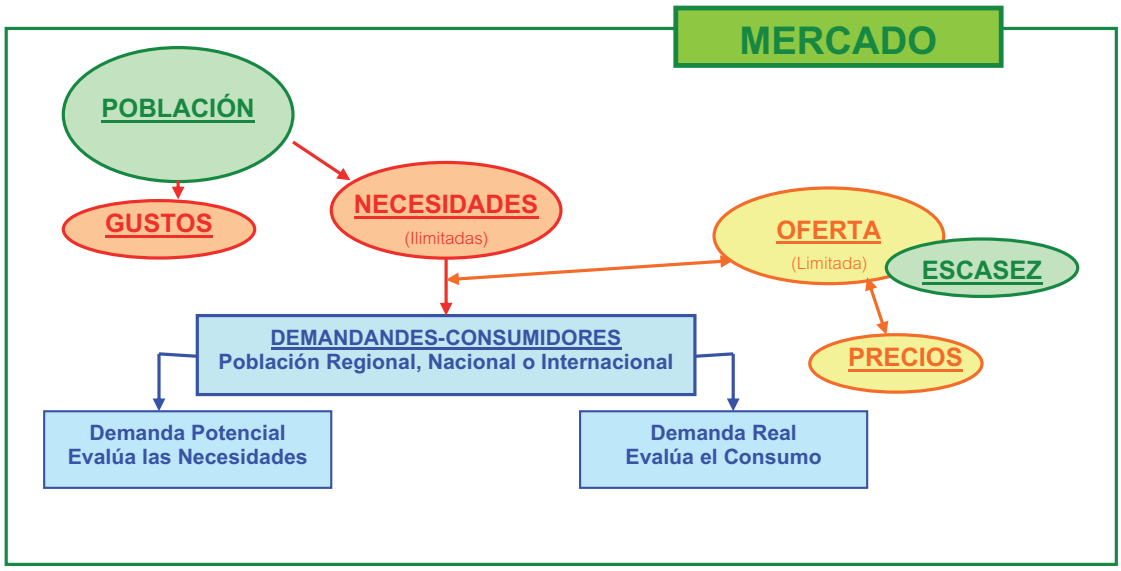
Mientras, en el resto de las Comunidades Autónomas, llaman la atención Galicia (1.050,30 hm^3), donde su oferta de “Huella Hídrica” es muy abundante en el sector servicios como consecuencia de su densa población en las zonas costeras, concretamente en las Provincias de La Coruña y Pontevedra (fundamentalmente, en Vigo y en la península del Morrazo). Junto a Galicia, encontramos Castilla y León (964,73 hm^3), donde la hostelería presenta el núcleo central de la oferta de “Huella Hídrica”, por su gastronomía y la demanda creciente de turismo (sobre todo rural, como en el caso de Extremadura).

4.1.3. La “Huella Hídrica” y la demanda de agua en España

La demanda, término establecido por el economista León Walras (1834-1910) en el siglo XIX, relaciona la disponibilidad de bienes y servicios de una determinada región, con las necesidades ilimitadas reales de la población, atendiendo a sus utilidades y preferencias. Para el adecuado estudio y análisis de la demanda de agua, debemos hacer distinción entre las demandas potenciales de agua (evalúa las necesidades de la población) y las demandas reales de agua (evalúa el consumo), de un determinado

territorio (en nuestro ámbito de estudio hemos tomado como referencia, las Provincias y Comunidades Autónomas de España). La población demandante de bienes y servicios se denomina consumidores (individuo, familia, ganadero, agricultor, empresario, turista…) que son una unidad de decisión con un objetivo común. En nuestro estudio, estos consumidores son la población total de España que demandan, directa o indirectamente, el recurso agua.

FIGURA 20. Los componentes de la demanda de agua



Fuente: Elaboración propia.

Hoekstra y Chapagain (2007) consideran que para evaluar la demanda de agua en un determinado país o región, se debe añadir la extracción de agua por parte de los diferentes sectores de la economía. Pero las bases de datos sobre el uso del agua, generalmente, solo presentan información del uso de agua en los sectores doméstico, agrícola e industrial (Gleick, 1993; Shiklomanov, 2000; FAO, 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 y la vinculación existente entre la demanda y el precio de los distintos bienes y servicios que configuran la "Huella Hídrica".

La demanda de agua se define como el volumen total de consumo real de agua necesario para el desarrollo de toda actividad humana y depende, fundamentalmente, de cinco factores principales que son;

$$QA = D\ (PA, PB, Y, G, N)$$

- El precio del bien (PA). En nuestro caso de estudio, los precios utilizados son los precios provinciales y municipales del recurso agua en sus distintas variantes.
- La renta de los residentes poblacionales de los distintos municipios españoles tomando como referencia (Y)
- Las preferencias de consumo del bien hídrico (G).
- La existencia de bienes sustitutivos o complementarios, tomando como referencia el precio de los otros bienes (PB)
- Y el tamaño del mercado, que en nuestro caso de estudio es la población total residente en un determinado municipio.

- Aunque, hay que tener en cuenta que la demanda de agua depende de otros factores como los que se representan en el siguiente Tabla:

TABLA 14. Componentes de la demanda

Factores	Componentes de los factores	
Climáticos	Temperaturas	
	Precipitaciones	
	Clima	Mediterráneo Mediterráneo continentalizado Atlántico De montaña Atlántico continentalizado
	Estacionalidad climática	Primavera Verano Otoño Invierno
Poblacionales	Densidad de población Movimientos migratorios o/y pendulares Tamaño de la población Población Urbana Población Rural	
Situación socioeconómica	Renta Nacional Renta personal (per cápita) El Producto Interior Bruto La Balanza Comercial, Balanza Nacional… El precio del agua	
Infraestructuras	Abastecimiento Depuración, limpieza y control Presión en la red, alcantarillado Calidad del agua	
Actividades productivas	Sector Primario; Agraria, ganadera y pesquero Sector Industrial Sector terciario y uso doméstico	
Misceláneos (Relacionados con la calidad de vida)	Áreas verdes Lavado de vehículos Llenado de piscinas o riego de campos de glof…	

Fuente: Elaboración propia.

De igual modo, para el estudio detallado de la demanda de agua en una determinada región debemos distinguir entre distintos tipos de demanda, tanto “consuntivas” como “no consuntivas”.

a. Demandas consuntivas son aquellas que están relacionadas con el uso del agua que no se devuelve de manera inmediata al ciclo del agua y, generalmente, se vincula a la “Huella Hídrica” azul. Dentro de las demandas consuntivas podemos hacer una clara distinción entre el consumo agrícola, ganadero, urbano o doméstico y el consumo industrial.

a.1. El uso consuntivo del agua en la agricultura es la suma del uso consuntivo del agua azul y del agua verde, y representa la evapotranspiración total y real del cultivo (Siebert y Döll, 2010). También, se menciona que el uso consuntivo del agua en los cultivos (evapotranspiración), tanto de agua verde como de agua azul, se ha incrementado principalmente por la ampliación de la frontera agrícola y de las zonas de regadío (L’Vovich and White, 1990; Klein Goldewijk y Ramankutty, 2004; Freydank y Siebert, 2008).

a.2. El consumo ganadero, es toda demanda de agua necesaria para abastecer a todas las cabezas de ganado de una determinada región. El gran peso de las aguas consuntivas en la ganadería recae fundamentalmente en el agua verde procedente de las precipitaciones (lluvia) y del agua azul

(ríos, lagos…). En el caso concreto del consumo ganadero podemos hacer distinción entre consumo ganadero rural y consumo ganadero urbano, atendiendo al lugar productivo en el que se encuentre estacionado el ganado.

– El consumo ganadero rural se abastece de agua principalmente verde, procedente del agua de lluvia.
– El consumo ganadero urbano se abastece a través de las fuentes urbanas de la red municipal.

La demanda de agua en la ganadería corresponde al consumo de agua de una cabeza de ganado durante un día. Depende del tipo de ganado y se mide en litros por cabeza y día o en litros por unidad ganadera y día.

a.3. El consumo urbano o doméstico es aquella demanda de agua de un determinado núcleo urbano con el fin de realizar sus actividades desde la triple dimensión económica, ecológica y social. Dentro del consumo urbano encontramos;

– Las demandas domésticas, que representan el consumo de agua de cada una de las viviendas del núcleo urbano para ser consumida en la propia economía doméstica (cocina, limpieza, bebida…);
– La demanda industrial y comercial, imprescindible para el funcionamiento de la industria y del buen desarrollo del comercio local, nacional o internacional;
– El consumo municipal e institucional,
– El consumo de riego privado, tanto para los propietarios de viviendas como para la actividad empresarial, por ejemplo, de campos de golf.

El consumo urbano se halla midiendo el consumo diario en litros por personas o habitantes (se mide en litros por habitante y día).

En cuanto a estas demandas consuntivas urbanas hay que tener en cuenta que dependen, en gran medida, del sistema de precios fijados en cada Municipio y el nivel económico del mismo (tal y como podremos observar en otros capítulos de la presente investigación). En áreas –estén o no densamente pobladas– donde la capacidad adquisitiva es muy alta, independientemente del precio del agua, las demandas del recurso hídrico para usos consuntivos son elevadas; mientras que en áreas en las que el poder adquisitivo de sus habitantes sea menor, las demandas de agua para usos consuntivos será inferior. Por ello, hay que tener en cuenta que, al tratarse de un bien primario, no siempre disminuye su demanda al incrementarse su precio. Hay que tener en cuenta que la consideración de incentivos económicos que originen un uso más eficiente del agua y permita una reducción del consumo por unidad a través de las tarifas se encuentra limitada por dos condicionantes básicos. En primer lugar, existe un condicionante legal a configurar los precios exigidos por la prestación de los servicios públicos de acuerdo a los costes incurridos por el agente prestador. En segundo lugar, los niveles de las tarifas donde se produce un incentivo a reducir el consumo, dado que las curvas de demanda analizadas presentan tramos con cierta inelasticidad (Pigou, “hay que gravar más fuertemente a aquellos bienes cuya demanda sea más rígida”), resultarían muy elevados respecto de los actuales.

En España, el problema de la heterogeneidad en la tarificación del recurso hídrico (no sólo por las condiciones climáticas sino económicas o políticas de la región) ha dado lugar a grandes desequilibrios territoriales, abriendo brechas entre los precios, la demanda y el abastecimiento de aguas, entre el territorio insular y peninsular (interterritorial e intraterritorial). Estos sistemas diferenciados de tarificación han ejercido y ejercen una mayor presión en el territorio insular de Canarias y las Islas Baleares, en las ciudades capitales de Provincia tales como Madrid, Barcelona o Zaragoza y en los núcleos, tanto urbanos como rurales, de Andalucía, Murcia y Valencia.

a.4. La demanda industrial está relacionada con el volumen de agua total necesaria para la realización de actividades productivas concretas, con lo que las industrias pueden servirse de dos fuentes de abastecimiento:

– Abastecimiento de agua propio (tomas propias), o
– mediante el abastecimiento regular del núcleo urbano o rural en el que se sitúe la industrial

La demanda industrial representa el consumo de agua producido por una hectárea de superficie industrial bruta en un periodo de tiempo dado y se suele medir en litros por segundo y hectárea o bien en metros cúbicos por año y hectárea.

a.5. El consumo de agua de regadío podríamos incluirla dentro la demanda agrícola o de la demanda urbana, pero esta se ha contabilizado a parte para no incurrir en una doble contabilidad. En este

caso se ha de tener en cuenta el consumo de agua empleado en el riego privado de jardines, huertos privados, campos de golf, llenado de piscinas privadas… Este componente de demanda es fundamental puesto que, al igual que en el consumo industrial, parte o toda el agua que hace frente a dicha demanda proviene del agua gris depurada que es reutilizada.

La demanda de agua de riego es el consumo de agua de una hectárea de superficie agrícola de regadío durante un periodo de tiempo, que suele ser un año. Se mide en general en metros cúbicos por hectárea y año, y depende de la situación geográfica y del tipo de cultivo.

b. Demandas no consuntivas son aquellas en las que los bien agua no es consumido y, lejos de generar una pérdida del recurso agua, lo trasladan o comercializan como materia prima ya elaborada. Tal es el caso de las centrales hidroeléctricas, las piscifactorías, las aguas bravas de canales de remo para el ocio….

1.2.1. Representación de las funciones de demanda

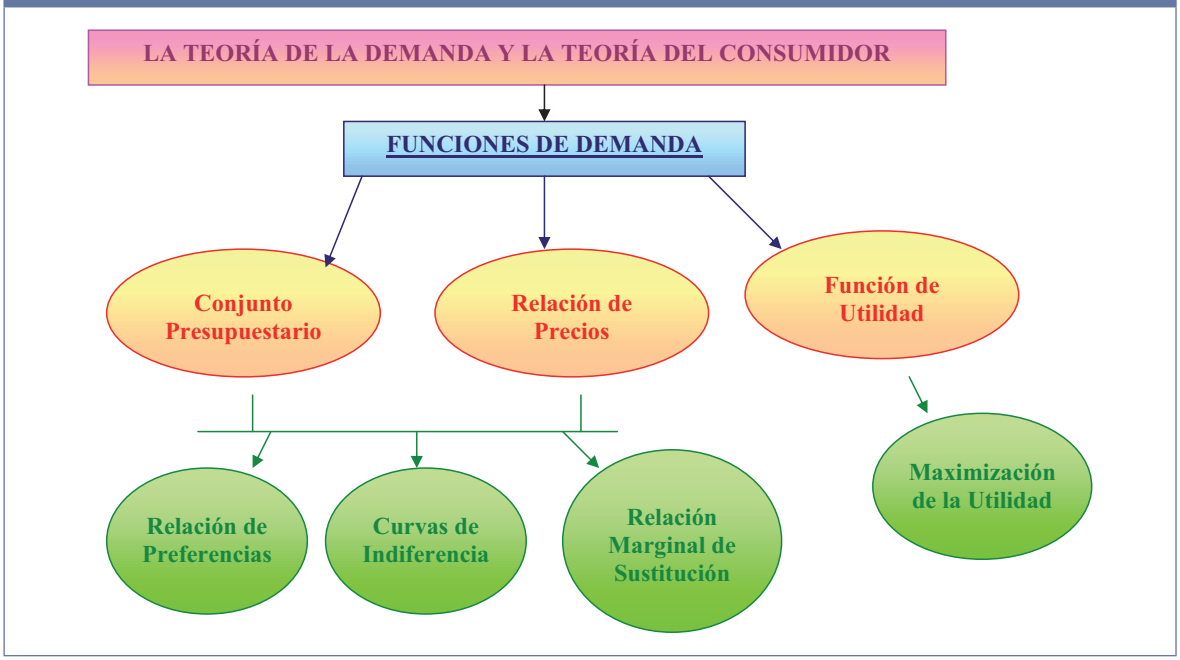
Para representar la expresión matemática de la función de demanda se hace indispensable emplear la curva de demanda que muestra una relación inversa (tiene pendiente negativa) entre la cantidad demandada de un bien (en nuestro caso el agua) y su precio, es decir, ambas se mueven en sentido contrario (cuando el precio de un bien aumenta (disminuye) su demanda tiende a disminuir (aumentar)). Pero en el caso del recurso hídrico, esta tendencia puede variar, atendiendo a las elasticidades de demanda del agua ya que, al tratarse de un bien natural limitado e imprescindible para la supervivencia y la producción económica, su tendencia puede ser alcista cuando se producen incrementos en los precios del agua o disminuir cuando sus precios disminuyen.

Junto a la representación de los componentes fundamentales de la función de demanda de agua, tenemos que tener en cuenta que existen ciertas restricciones a las que se encuentra sujeta la función de demanda. Estos dos condicionantes principales son:

– **La Función de Utilidad:** muestra la utilidad que representa el recurso hídrico para el individuo (ganadero, agricultor, empresario, consumidor individual o familia).

– **El conjunto presupuestario:** atendiendo a las capacidades económicas individuales (renta), el consumidor podrá ejercer su derecho a comprar, en mayor o menor cantidad, con lo que demandará más bienes y servicios (el agua y el resto de bienes que están compuestos por dicho recurso hídrico), atendiendo al precio de estos.

FIGURA 21. La teoría de la demanda y del consumidor

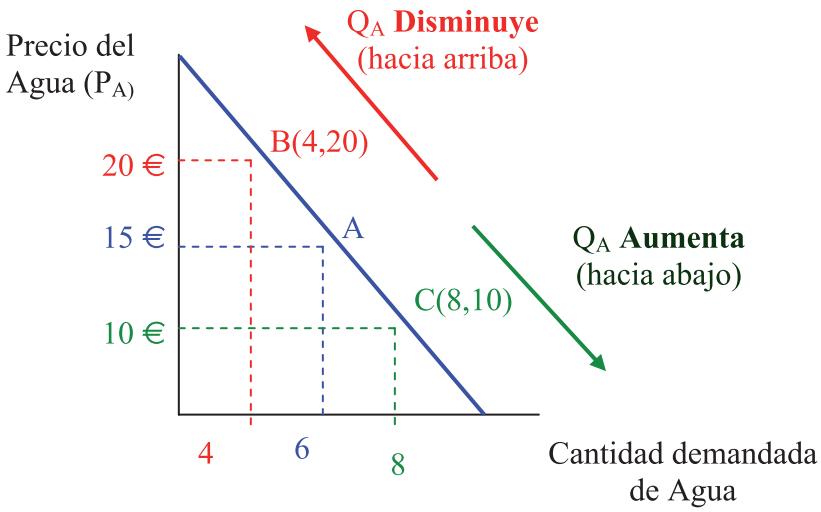


Fuente: Elaboración propia.

a) Movimientos a lo largo de la curva de demanda de "Huella Hídrica"

Sólo se mueve a lo largo de la curva de demanda cuando varía el precio del agua P_A. Mientras que el resto de variables o factores, quedan inalterados (*ceteris paribus*).

$$Q_A = D\ (P_A, PB, Y, G, N)$$



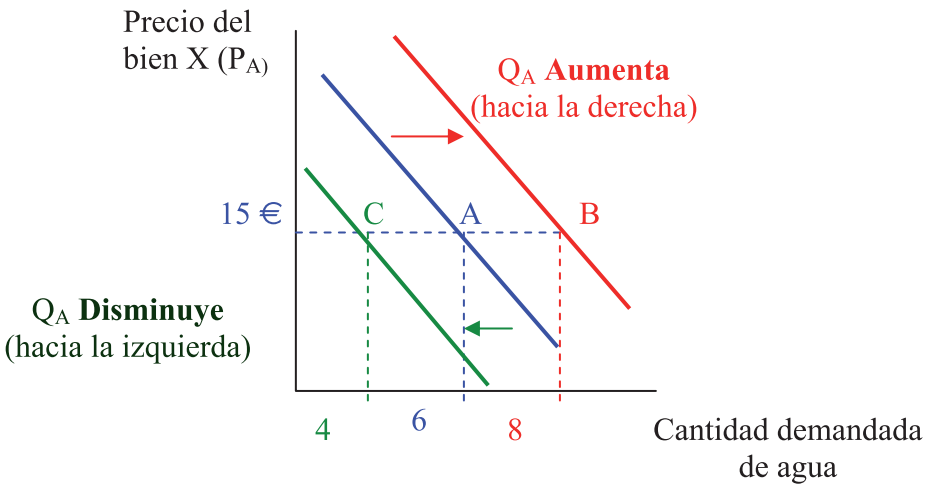
Punto inicial de equilibrio A(6,15): En el punto A de equilibrio inicial, puedo comprar 6 litros de agua al precio de 15 € (es decir, 1 litro = 2,5 €).

- **Al aumentar el precio (PA), Disminuye la demanda (QA).**
  Punto B (4,20); Si aumenta el precio del agua, podré comprar menos agua, puesto que ahora sólo podré adquirir 4 litros a un precio de 20 € (1 litro = 5 €).
- **Al disminuir el precio (PA), Aumenta la demanda (QA).**
  Punto C (8,10); Si disminuye el precio del agua, podré comprar más agua, puesto que ahora compraré 8 litros por 10 € (1 litro = 1,25 €).

b) Desplazamientos de la curva de demanda de "Huella Hídrica".

La curva de demanda se desplaza cuando varía uno o varios de los siguientes factores o variables (P_B, Y, G, N). Mientras que el precio del agua no varía, permanece inalterado (P_A).

$$Q_A = D\ (P_A, P_B, Y, G, N)$$



- **Punto inicial de equilibrio A(6,15):** En el punto A de equilibrio inicial, puedo comprar 6 litros de agua al precio de 15 € (es decir, 1 litro = 2,5 €).
- **Aumenta la demanda (QA), por lo que la curva de demanda se desplaza hacia la derecha como consecuencia de;**
  1. al **aumentar** la renta (↑**Y**),
  2. al **disminuir** el precio de otros bienes (↓$\mathbf{P_B}$),
  3. al **aumentar** el gusto de los consumidores por el recurso agua (↑**G**),
  4. al **aumentar** el tamaño del mercado, es decir, aumenta el número de consumidores que demandan "Huella Hídrica" (↑**N**).
- **Disminuye la demanda (QA), por lo que la curva de demanda se desplaza hacia la izquierda como consecuencia de;**
  5. al **disminuir** la renta (↓**Y**),
  6. al **aumentar** el precio de otros bienes (↑$\mathbf{P_B}$),
  7. al **disminuir** el gusto de los consumidores por el recurso agua (↓**G**),
  8. al **disminuir** el tamaño del mercado, es decir, aumenta el número de consumidores que demandan agua (↓**N**).

4.1.4. La demanda de "Huella Hídrica" en España

La demanda de "Huella Hídrica" (Water footprint – *WFP*) es el volumen de agua necesaria, directa o indirectamente, para la producción de los bienes y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada. Dicha población se abastece de productos elaborados domésticamente e importados, con lo que la demanda de "Huella Hídrica" tiene dos componentes fundamentales: el agua doméstica y el agua foránea.

Atendiendo a ambos componentes, podemos establecer una única función de demanda en la que se englobe el total de los factores de la "Huella Hídrica" o podemos emplear diversas funciones de demanda, atendiendo a los componentes de la "Huella Hídrica Interna" (agrícola, industrial y doméstica) y otra para función de demanda para la "Huella Hídrica Externa" (agua importada o reexportada). En nuestro caso hemos utilizado una función de demanda distinta para cada componente de la "Huella Hídrica" atendiendo a la "Huella Hídrica Interna", dentro de la cual hemos analizado la propia "Huella Hídrica" Externa"; es decir, hemos estudiado el consumo, demanda de agua procedente de la exportación e importación de "Huella Hídrica" en los sectores agrarios (agricultura, ganadería, pesca y silvicultura), industrial (industrias y construcción) y doméstico (en el que hemos incluido el turismo). En el estudio se hace distinción entre la demanda total de "Huella Hídrica" en toda España, por Comunidades Autónomas y por Provincias, en el año 2008. Las dos Ciudades Autónomas (Ceuta y Melilla) no se han incluido, aunque si que se han tenido en cuenta en los cálculos, puesto que los valores son muy inferiores al resto de Comunidades y son poco representativos. Para la realización de los distintos cálculos se han empleado datos del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (MARM), del Instituto Nacional de Estadística (INE), Hoekstra, A.; Chapagain, A.; Llamas, R.; Rodríguez Casado, R., Garrido, A.; Esteban Moratilla, F.; Observatorio de precios y mercados; y, el Observatorio de la sostenibilidad en España.

Para el cálculo de la demanda de "Huella Hídrica" en España, hemos tenido en cuenta, el total de Agua Virtual de España. Con todo ello, debemos tener en cuenta la, ya descrita anteriormente, **"Huella Hídrica Interna" (internal water footprint - IWFP),** la cual se define como el uso de los recursos hídricos domésticos para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada y, que está configurada por;

3. **el Agua Directa (AD)** que es la cantidad de agua requerida únicamente en el proceso productivo, es decir, el agua que tradicionalmente se contabiliza. No obstante, la obtención de un producto, por lo general, implica la entrada de varias materias primas, productos intermedios y una serie de servicios en las distintas etapas del proceso productivo. En la producción de estas entradas intermedias también se ha consumido agua. El Agua directa, a su vez, puede clasificarse (Llamas, R., 2004) atendiendo a tres colores;

3.1. **Agua Azul,** es el volumen de agua dulce extraído de fuentes superficiales o de aguas subterráneas que utiliza la gente y no es devuelta; para productos agrícolas se contabiliza sobre todo la evaporación del agua de regadío de los campos.

3.2. **Agua Verde,** es el agua que proviene de las precipitaciones y empapa el suelo permitiendo la existencia de vegetación natural (bosques, praderas, matorral, tundra, etc.) así como los cultivos de secano (rain-fed agriculture en la terminología anglosajona). Esta agua vuelve a evaporarse directamente desde el suelo o por la transpiración de las plantas (Llamas, R., 2004).

3.3. **Agua Gris,** el volumen de agua requerido para diluir los contaminantes liberados en los procesos de producción hasta tal concentración que la calidad del agua se mantenga por encima de los estándares de calidad acordados.

4. **El Agua Indirecta (AI)** que es el agua asociada a las entradas intermedias (Esteban Moratilla, F. et alii, 2010).

La "Huella Hídrica" Interna" es, por tanto, 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), es decir, la suma de las Aguas Directas menos las Aguas Indirectas:

$$\mathbf{IWFP = AWU + IWW + DWW — VWE}$$
$$\mathbf{AV = AD – AI}$$

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).
- *AV* es el Agua Virtual Total • *AD* es el Agua Directa • *AI* es el Agua Indirecta

En la estimación de funciones de demanda de "Huella Hídrica" (García Valiñas, Mª. A), se ha planteado una especificación dinámica, en el contexto de datos de panel. Se ha propuesto una especificación lineal de las funciones de demanda, puesto que viene siendo una de las formas funcionales empleadas con mayor frecuencia en este contexto (Arbués et al., 2003). Este tipo de funciones genera elasticidades mayores para usuarios que se enfrentan a mayores niveles de precios, aspecto que ha sido contrastado empíricamente (Billings y Day, 1989).

4.1.4.1. Demanda total de "Huella Hídrica" en España

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. Siendo la "Huella Hídrica" directa de un consumidor o productor, o de un grupo de consumidores o productores, el consumo de agua dulce y la contaminación asociada a su uso por el consumidor o el productor (Water Footprint Network, 2010). La "Huella Hídrica" indirecta de un consumidor o productor se define como el consumo de agua dulce y la contaminación que está detrás de los productos que son, consumidos o producidos. Se considera que es igual a la suma de la "Huella Hídrica" de todos los productos consumidos por el consumidor o de todos los insumos (no hídricos) utilizados por el productor.

La "Huella Hídrica" de un consumidor (*WFcons*) es 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:

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

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).
- $WF_{prod}(x,p)$ es la "Huella Hídrica" de los productos *p* procedentes de *x* (volumen de agua/unidad de producto).

La "Huella Hídrica" de los bienes y servicios privados se calcula para cada consumidor. La "Huella Hídrica" de los bienes y servicios públicos o compartidos se asigna a cada consumidor tomando como base la cuota de consumo de cada uno. Como ejemplo, en el consumo de carne o de otros productos derivados de la producción ganadera, la "Huella Hídrica" directa del consumidor es el volumen de agua consumida o contaminada al preparar y cocinar la carne. La "Huella Hídrica" indirecta del consumidor de carne depende de la "Huella Hídrica" directa del minorista que vende la carne, del procesador de alimentos que prepara la carne para la venta, de la explotación ganadera que alimenta el animal y de los cultivos necesarios para alimentar a los animales. La "Huella Hídrica" indirecta del minorista depende de la "Huella Hídrica" directa del procesador de alimentos, las explotaciones ganaderas y los cultivos, etc.

TABLA 15. Demanda de "Huella Hídrica" Total de España (2008)

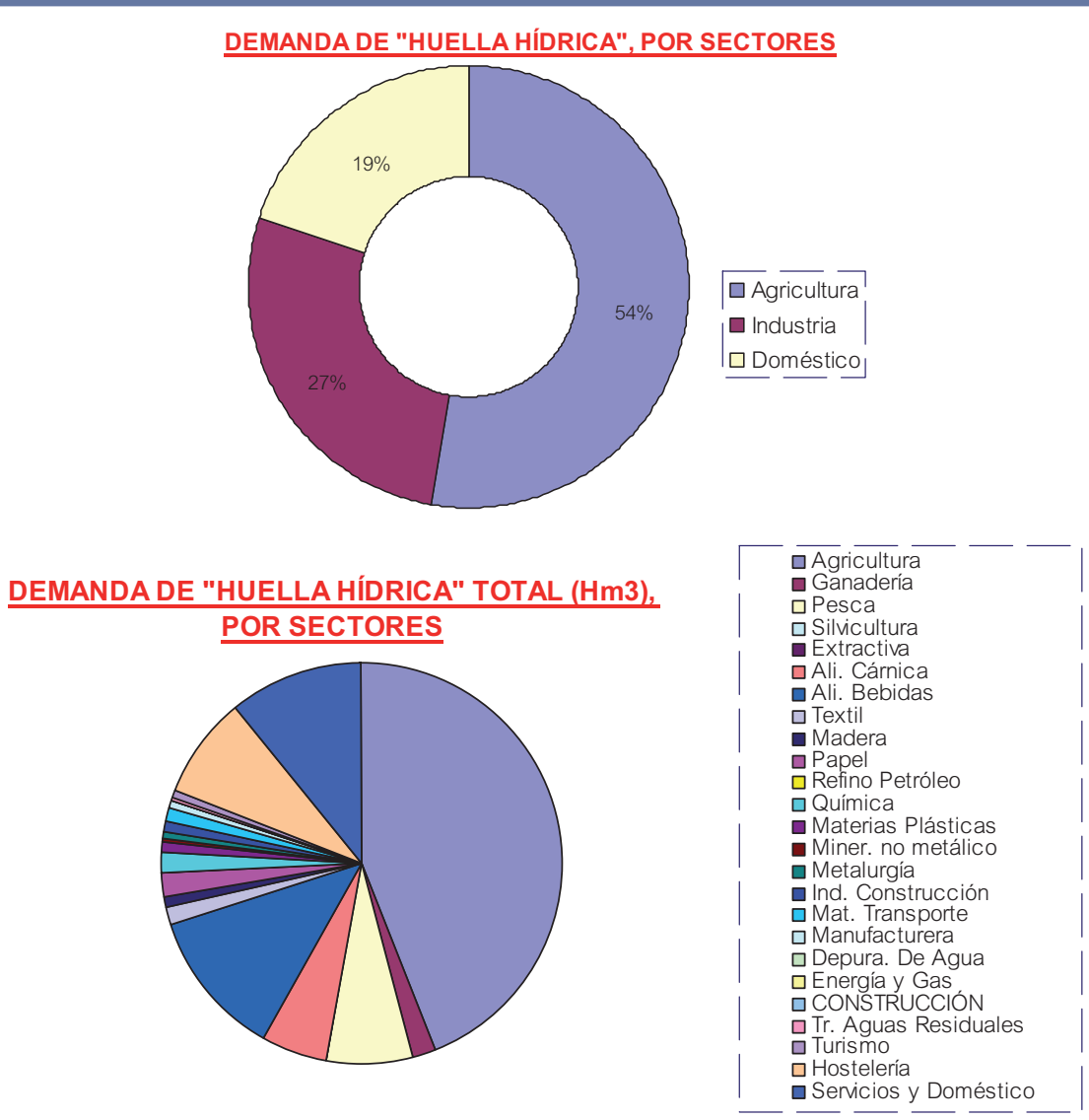
Sector Agrario	Agricultura	hm³	44.336,66
	Ganadería	hm³	1.987,40
	Silvicultura	hm³	6.971,20
	Pesca	hm³	140,59
	TOTAL	**hm³**	**53435,85**
Sector Industrial y Construcción	Extractiva	hm³	1.005,75
	Ali. Cárnica	hm³	11.719,09
	Ali. Bebidas	hm³	9.849,14
	Textil	hm³	907,07
	Madera	hm³	296,04
	Papel	hm³	1.082,50
	Refino Petróleo	hm³	67,78
	Química	hm³	880,15
	Materias Plásticas	hm³	1,99
	Miner. no metálico	hm³	17,94
	Metalurgía	hm³	96,69
	Ind. Construcción	hm³	518,32
	Mat. Transporte	hm³	347,87
	Manufacturera	hm³	394,72
	Depura. De Agua	hm³	400,70
	Energía y Gas	hm³	111,42
	CONSTRUCCIÓN	hm³	2.050,57
	TOTAL	**hm³**	**29.747,75**
Sector Servicios y Doméstico	Tr. Aguas Residuales	hm³	202,09
	Turismo	hm³	1.394,62
	Hostelería	hm³	8.454,68
	Servicios y Doméstico	hm³	10.252,34
	TOTAL	**hm³**	**20.303,73**
Demanda Huella Hídrica Total	S. Primario	hm³	53.435,85
	S. Secundario	hm³	29.747,75
	S. Terciario	hm³	20.303,73
	TOTAL	**hm³**	**103.487,33**

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como podemos ver en la Tabla 15, la demanda de "Huella Hídrica" (103.487,33 hm^3) es ligeramente inferior al total de "Huella Hídrica" ofertada (103.797 hm^3) en España, con lo que podemos afirmar que, España es un país con exceso de oferta de "Huella Hídrica" (no es lo mismo que sea un país con excedente de recurso hídrico). La explicación a este exceso de oferta lo encontramos en que la tendencia de la oferta, ya descrita anteriormente, fue alcista como consecuencia de las expectativas de demanda creciente. Pero con la llegada de la crisis económica, que afectó en un inicio al Sector de la construcción, esto "desplomó" la demanda de "Huella Hídrica" en el Sector industrial y, por ende, se tradujo en una menor demanda total de "Huella Hídrica". De hecho, la oferta inicial de "Huella Hídrica" en el sector de la construcción fue de 2063,45 hm^3, mientras que su demanda fue de 2.050,57 hm^3. Esto supuso una perdida económica muy importante pero, sobre todo, supuso una pérdida del recurso hídrico, generando así desajustes entre la oferta y la demanda.

En la Tabla 15 se nos muestra cómo, a excepción del sector agrario –su demanda de "Huella Hídrica" (53.435 hm^3) es muy superior a su oferta (47.500 hm^3)–, los sectores industriales (oferta de 36.128 hm^3 y una demanda de 29747 hm^3) y servicios (su demanda fue de 20.178 y su oferta de 19.893 hm^3), presentaron una demanda de "Huella Hídrica" algo inferior a la oferta de la misma.

FIGURA 22. Demanda de "Huella Hídrica" por Sectores Económicos, España (2008)



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22 podemos observar, como ya hemos mencionado anteriormente, el mayor peso de la demanda de recurso hídrico recae fundamentalmente en el Sector Agrario (54%), seguido del sector industrial (27%) y, por último el sector servicios y doméstico (19%).

Estas diferencias sustanciales recaen, fundamentalmente, en los flujos de agua virtual. Como veremos con más detalle más adelante, la demanda de "Huella Hídrica" en cada sector está configurada por el consumo de "Huella Hídrica" en cada subsector. De igual modo, se incorporan al consumo las importaciones y exportaciones de "Huella Hídrica" en cada uno de los subsectores. De ahí que, amen del subsector de la construcción (cuyos bienes de consumo son inmóviles, mayoritariamente), la mayor parte de las divergencias entre la oferta y la demanda de "Huella Hídrica" provienen del comercio del Agua Virtual.

4.1.4.2. Demanda de agua en los usos agrícolas

Para el cálculo del consumo de agua en la agricultura, se ha seguido la metodología de Champagain y Hoekstra (2004), de Rodríguez-Casado (2008) y Esteban Moratilla (2010).

En el sector agrario se han realizado los distintos cálculos atendiendo a las diferentes demandas de agua en la agricultura, ganadería y en la silvicultura.

– El **Agua Directa del sector agrícola** (AD Agricultura) es el volumen de agua utilizada para elaborar los productos agrícolas que se generan en España, considerando tanto los productos que se consumen dentro de nuestras fronteras como los productos destinados a consumirse en otros países (productos que se exportan). La estimación de este volumen de agua se realiza en función del agua asociada a cada cultivo y su producción, para los distintos municipios españoles.

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

Donde,

- *ADverde* es el Agua Directa Verde del cultivo i (m^3/t)
- *ADazul* es el Agua Directa Azul del cultivo i (m^3/t)
- *Prodi* Producción del cultivo i (m^3/t)

Atendiendo a la metodología de Champagain y Hoekstra (2004), de Rodríguez-Casado (2008), el Agua Directa de la agricultura (UA_{Agr} (m^3)) es la suma de las demandas evaporativas de los cultivos producidos, sin contabilizar las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas. UA_{Agr} incluye tanto el agua azul como el agua verde. La demanda evaporativa de un cultivo es la suma de la evaporación directa del agua del suelo y de la transpiración de las plantas, considerando que es equivalente a sus necesidades hídricas (Sotelo, J.A. et alii, 2010).

– El **Agua Directa del sector ganadero** (AD Ganadería) es el volumen de agua consumida por las existencias ganaderas, constituida exclusivamente por Agua azul. Su estimación se realiza en función de las dotaciones, y del número de cabezas de los seis tipos de ganado existentes.

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

Donde,

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

– El **Agua Directa de la Silvicultura** (AD Silvicultura) es el volumen de agua empleado en abastecer las necesidades anuales de las distintas especies, ETverde, se ha realizado a nivel municipal siguiendo un procedimiento análogo al empleado en el sector agrícola.

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

Donde,

- NHF: necesidades hídricas de la especie (mm/mes), en este caso igual a la evapotranspiración de referencia (ETo).
- PPef: precipitación efectiva (mm).

– El **Agua Directa de la Pesca** (AD 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. En dicha función, se han eliminado los componentes aceleradores propios de la producción, por lo que se han tomado como base los precios del propio año 2008 sin tener en cuenta periodos de retardo.

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

Donde:

xii: Consumo total realizado.

α, β, γ, δ, μ: 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.

Por otro lado, para el cálculo del gasto en "Huella Hídrica" en el sector agrario realizado por cada una de las Comunidades Autónomas se ha empleado una función sumatorio del total de agua demandada en el sector agrario, atendiendo a los precios de mercado del año 2008 para cada una de las Comunidades Autónomas, entre el número total de habitantes de cada Comunidad.

$$Q_{AGUA.AGRICULTURA.:PESCA,SILVICULTURA.Y.GANADERÍA} = \left(\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t} \right) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua en la agricultura (€/m³/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m³).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

TABLA 16. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura

Consumo	Agricultura	hm³	25.864,67
	Ganadería	hm³	1.696,06
	Silvicultura	hm³	4.466,64
	Pesca	hm³	101,38
	TOTAL	**hm³**	**32.128,75**
Exportaciones	Agricultura	hm³	15.566,15
	Ganadería	hm³	590,74
	Silvicultura	hm³	1.042,80
	Pesca	hm³	14,18
	TOTAL	**hm³**	**17.213,87**
Importaciones	Agricultura	hm³	34.038,14
	Ganadería	hm³	882,07
	Silvicultura	hm³	3.547,37
	Pesca	hm³	53,39
	TOTAL	**hm³**	**38.520,97**
Demanda Huella Hídrica Total	Agricultura	hm³	44.336,66
	Ganadería	hm³	1.987,39
	Silvicultura	hm³	6.971,21
	Pesca	hm³	140,59
	TOTAL	**hm³**	**53.435,85**

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como nos muestra la Tabla 16, España es un país que demanda grandes cantidades de agua en el sector agrario. Su consumo total de agua fue de 32.128,75 hm^3 en el año 2008, lo que supone confiere un peso relativo muy importante, en éste como en el resto de los subsectores a la agricultura, seguida del sector de la silvicultura, del ganadero, y a mucha distancia de la pesca.

Sin analizamos detalladamente la Tabla 16, podemos observar como el sector primario, es un sector deficitario en el recurso hídrico puesto que demanda mucha más agua de la que se oferta en España. En el año 2008, la oferta de "Huella Hídrica" fue de 47.500 hm^3, mientras que su demanda alcanzó los 53.435 hm^3. Esto es consecuencia de que las condiciones climáticas fueron adversas puesto que se redujeron considerablemente las precipitaciones –siguiendo la tendencia de los últimos años–, con lo que el consumo de Agua Verde disminuyó. Pero el consumo de Agua Azul se incrementó, y eso es lo que nos muestra ese incremento porcentual del 10% en la demanda de "Huella Hídrica" en el sector agrario.

El exceso de "Huella Hídrica" en el sector agrario proviene fundamentalmente de las grandes cantidades de "Huella Hídrica" que se importan en nuestro país, en el sector agrario. En el año 2008, las importaciones de "Huella Hídrica" ascendieron a los 38.502,97 hm^3, superando sustancialmente a la producción nacional que fue de 32.128 hm^3. Mientras que las exportaciones apenas fueron de 17.213 hm^3.

De igual modo, si analizamos cada subsector podemos observar que en el sector agrario, la demanda de "Huella Hídrica" es mayor en el subsector agricultura, la cual presenta el 80% de la demanda total en el sector primario, seguido de la silvicultura, la ganadería y, en último lugar, la pesca. Debemos tener en cuenta que, esta demanda tan baja del sector pesquero lo encontramos en la falta de información verídica, de la producción y el consumo real de pecado. La falta de control en la extracción y comercialización del pescado en España, es una realidad. A pesar de los esfuerzos acaecidos en los últimos años para controlar (con el fin último de preservar y regenerar los caladeros) la masiva pesca extractiva, aún es una tarea larga y compleja. Con lo que, debemos tener en cuenta que, en el subsector de la pesca, la mayor parte de la información que se tiene sobre la demanda y oferta de "Huella Hídrica", proviene de la producción en piscifactorías y la extracción de pesca de altura –la de bajura, a excepción de los crustáceos, es muy compleja de controlar–. A pesar de ser un país exportador de pesca, la mayor parte de la producción de "Huella Hídrica" en este sector, se consume en el país, destinando sólo un 10% de lo producido a la exportación.

En cuanto al comercio de "Huella Hídrica", tan sólo la agricultura importa más de lo que consume. El subsector de la silvicultura, consumió 4.466 hm^3, exporto 1042 hm^3 e importó 3.547 hm^3. Mientras que en la ganadería, el consumo fue de 1.696 hm^3, su importación ascendió a los casi 900 hm^3 y su exportación apenas fue de 590 hm^3.

TABLA 17. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura

			Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C. y León	C. Mancha	Cataluña	Valencia	Extremad.	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	La Rioja
Consumo	Agricultura	hm^3	4.114,11	665,56	541,78	538,12	1.041,27	291,99	1.282,72	1.024,79	3.693,71	2.522,77	550,61	1.396,50	3.145,76	715,31	311,17	1.081,97	159,25
	Ganadería	hm^3	480,06	77,66	63,22	62,79	121,50	34,07	149,68	119,58	431,01	294,38	64,25	162,95	367,07	83,47	36,31	126,25	18,58
	Silvicultura	hm^3	973,99	157,57	128,26	127,40	246,51	69,13	303,67	242,61	874,46	597,25	130,35	330,61	744,74	169,35	73,67	256,15	37,70
	Pesca	hm^3	195,77	31,67	25,78	25,61	49,55	13,89	61,04	48,77	175,77	120,05	26,20	66,45	149,69	34,04	14,81	51,49	7,58
	TOTAL	hm^3	**5.763,93**	**932,46**	**759,04**	**753,92**	**1.458,84**	**409,08**	**1.797,11**	**1.435,74**	**5.174,95**	**3.534,44**	**771,42**	**1.956,51**	**4.407,26**	**1.002,17**	**435,96**	**1.515,86**	**223,12**
Exportaciones	Agricultura	hm^3	2.616,78	423,33	344,60	342,27	662,30	185,72	815,87	651,82	2.349,39	1.604,61	350,22	888,24	2.000,86	454,98	197,92	101,29	101,29
	Ganadería	hm^3	220,82	35,72	29,08	28,88	55,89	15,67	68,85	55,00	198,25	135,41	29,55	74,95	168,84	38,39	16,70	58,07	8,55
	Silvicultura	hm^3	301,41	48,76	39,69	39,42	76,29	21,39	93,98	75,08	270,61	184,82	40,34	102,31	230,47	52,41	22,80	79,27	11,67
	Pesca	hm^3	118,03	19,09	15,54	15,44	29,87	8,38	36,80	29,40	105,97	72,38	15,80	40,07	90,25	20,52	8,93	31,04	4,57
	TOTAL	hm^3	**3.257,04**	**526,91**	**428,92**	**426,02**	**824,35**	**231,16**	**1.015,50**	**811,30**	**2.924,22**	**1.997,22**	**435,91**	**1.105,57**	**2.490,42**	**566,30**	**246,35**	**269,68**	**126,08**
Importaciones	Agricultura	hm^3	5.727,15	926,51	754,20	749,11	1.449,53	406,47	1.785,64	1.426,58	5.141,93	3.511,89	766,49	1.944,03	4.379,14	995,77	433,17	221,69	221,69
	Ganadería	hm^3	399,40	64,61	52,60	52,24	101,09	28,35	124,53	99,49	358,59	244,91	53,45	135,57	305,39	69,44	30,21	15,46	15,46
	Silvicultura	hm^3	827,68	133,90	109,00	108,26	209,48	58,74	258,06	206,17	743,10	507,53	110,77	280,95	632,87	143,91	62,60	32,04	32,04
	Pesca	hm^3	266,24	43,07	35,06	34,82	67,39	18,90	83,01	66,32	239,04	163,26	35,63	90,37	203,58	46,29	20,14	10,31	10,31
	TOTAL	hm^3	**7.220,48**	**1.168,10**	**950,85**	**944,43**	**1.827,49**	**512,46**	**2.251,24**	**1.798,56**	**6.482,66**	**4.427,60**	**966,35**	**2.450,93**	**5.520,97**	**1.255,41**	**546,12**	**279,50**	**279,50**
Demanda Huella Hídrica Total	Agricultura	hm^3	7.224,48	1.168,74	951,38	944,96	1.828,50	512,74	2.252,49	1.799,55	6.486,25	4.430,05	966,89	2.452,28	5.524,03	1.256,11	546,43	1.202,37	279,65
	Ganadería	hm^3	658,65	106,55	86,74	86,15	166,70	46,75	205,36	164,06	591,34	403,88	88,15	223,57	503,62	114,52	49,82	83,64	25,50
	Silvicultura	hm^3	1.500,26	242,70	197,57	196,23	379,71	106,48	467,76	373,70	1.346,95	919,96	200,79	509,25	1.147,14	260,85	113,47	208,92	58,07
	Pesca	hm^3	343,98	55,65	45,30	44,99	87,06	24,41	107,25	85,68	308,83	210,93	46,04	116,76	263,02	59,81	26,02	30,75	13,32
	TOTAL	hm^3	**9.727,37**	**1.573,65**	**1.280,98**	**1.272,33**	**2.461,98**	**690,38**	**3.032,85**	**2.423,00**	**8.733,38**	**5.964,82**	**1.301,86**	**3.301,87**	**7.437,81**	**1.691,28**	**735,73**	**1.525,69**	**376,54**

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a cada una de las Comunidades Autónomas, la tendencia de demanda de "Huella Hídrica" es similar al de la oferta. Las Comunidades Autónomas de Andalucía (9.727,93 hm^3), la Comunidad Valenciana (5.964 hm^3), Cataluña (8.733 hm^3) y Madrid (7.437 hm^3), son las Comunidades Autónomas que mayor demanda de "Huella Hídrica" presentan. Debemos destacar que Andalucía supero en 1.000 hm^3 a la oferta, la Comunidad Valenciana presenta una demanda muy superior a la oferta en más de 800 hm^3, mientras que la demanda de "Huella Hídrica" en Madrid y Barcelona fue superior a la de la oferta de "Huella Hídrica" en 1.000 hm^3, como consecuencia de que sus consumos e importaciones son casi proporcionales a sus exportaciones de "Huella Hídrica".

En cuanto a las Comunidades Autónomas que menor demanda de "Huella Hídrica" presentan encontramos las Comunidades Autónomas de la Rioja (376 hm^3), Navarra (735 hm^3) y Cantabria (690 hm^3), donde la demanda de "Huella Hídrica" no supera los 1.000 hm^3.

Una de las cuestiones más representativas de esta Tabla 18 lo encontramos en que en la totalidad de las Comunidades Autónomas, las importaciones superan tanto al consumo como a las exportaciones, lo que muestra la realidad de España, dependiente en el sector agrario.

TABLA 18. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura

				% Sobre el total
Consumo	Agricultura	%	77,90	
	Ganadería	%	5,98	
	Silvicultura	%	15,76	
	Pesca	%	0,36	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**34,04**
Exportaciones	Agricultura	%	90,30	
	Ganadería	%	3,48	
	Silvicultura	%	6,14	
	Pesca	%	0,08	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**20,39**
Importaciones	Agricultura	%	88,36	
	Ganadería	%	2,29	
	Silvicultura	%	9,21	
	Pesca	%	0,14	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**45,57**
Demanda Huella Hídrica Total	Agricultura	%	81,68	
	Ganadería	%	4,00	
	Silvicultura	%	14,03	
	Pesca	%	0,28	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia.

El entorno económico de la agricultura ha cambiado significativamente en los últimos años. La implantación del pago único y la condicionalidad, siguiendo el proceso de reformas o desmantelamiento de la PAC iniciado en 2000, unido a las reformas de las OCM de Frutas y Hortalizas, Vino, Algodón, Tabaco y Azúcar, y la liberalización de los mercados agrarios, constituyen importantes factores de cambio. A estos se ha añadido recientemente el encarecimiento del precio de los cereales y el estímulo a la producción de biocombustibles. En términos de productividad y rentabilidad del regadío, se aprecia una tendencia creciente en valor de producción que no se ve acompañada en la misma medida de aumentos en los márgenes de los cultivos. Ello es debido al hecho de que los precios de los factores han crecido mucho más que los precios percibidos por los agricultores. Esta evolución de los precios, ligada a la todavía importante participación de cultivos extensivos lo que explica que existan cuantiosos usos de agua y superficie regada con una rentabilidad baja o muy baja.

Con todo ello, el precio de la "Huella Hídrica" en el sector de la agricultura es muy inferior a lo que debería ser realmente. Pero un precio mayor de los bienes y servicios agrarios incrementaría el gasto y encarecería el consumo de "Huella Hídrica" agraria (sobre todo, si tenemos en cuenta que el precio de los bienes agrarios se encarece como consecuencia directa de los intermediarios), haciendo de los productos españoles, productos menos competitivos, lo que se traduciría en una reducción considerable no sólo del consumo y la exportación sino que también disminuiría la impostación. De ahí que el gasto

en “Huella Hídrica” en el sector Agrario sea inferior en comparación con su demanda. Sin embargo, el gasto es muy superior al que se produce en los otros dos sectores económicos.

En el año 2008, el gasto en “Huella Hídrica” en el sector agrario ascendió a los 81.395 €/hm^3, de los cuales el 78% proviene del consumo en el subsector agricultura, el 16% es del subsector de la silvicultura, 6% es de la ganadería y, tan sólo el 0,36% proviene del subsector de la pesca. Lo que más incrementa el gasto total son las importaciones que superan a las exportaciones en un 25%, pero si tenemos en cuenta, el total del consumo y las exportaciones el gasto es muy superior al de las importaciones. Una cuestión fundamental que debemos tener en cuenta es que, tanto las importaciones como las exportaciones incluyen el comercio tanto nacional (interterritoriales) como mundial. Por otro lado, cabe destacar que el porcentaje en gasto de “Huella Hídrica” en el año 2008 fue superior en las exportaciones que en las importaciones de bienes de consumo agrario ya que el peso relativo de las exportaciones de bienes agrarios fue del 90% (peso respecto del total de las exportaciones) mientras que en las importaciones representó el 88% (peso respecto del total de las importaciones).

4.1.4.3. Demanda de agua en los usos industriales

Las fuentes de información disponibles a nivel nacional sobre consumos y captaciones son las Cuentas Satélite del Agua (INE), de momento sólo proporcionan valores globales para España, y la “Encuesta sobre el uso del agua en el sector industrial” de 2009 (INE), que muestra los datos desglosados por CC.AA. y los sectores industriales C.N.A.E. 93. De igual modo, se han empleado los datos publicados por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural Y Marino, y la información económica del Banco de España para el año 2008. Puesto que los datos de los que se disponen son muy escasos, la estimación en el cálculo de la demanda de Agua Directa en el Sector Industrial (donde hemos incluido al Sector de la Construcción) se ha considerado que el agua consumida es directamente proporcional al Valor Añadido Bruto (VAB) del Sector. A favor de esta aproximación está el bajo consumo de agua asociado a la industria y la capacidad para reflejar el crecimiento y el decrecimiento de cada sector (Esteban Moratilla, F., 2010).

Para cuantificar el valor del Agua Directa consumida por los sectores industriales se han utilizado los siguientes datos:

– Volumen total de agua captada por la empresa (referido a captaciones propias).

– Volumen total de agua suministrada a través de una red pública.

Finalmente, se muestra como resultado de Agua Directa la suma de ambos datos. El siguiente paso ha sido el cálculo del Agua Directa empleada por los sectores de servicios que completan el sistema productivo español. Para ellos la única fuente de información disponible ha sido las Cuentas Satélite. Para proceder a la estimación del Agua azul a nivel autonómico se ha utilizado el VAB sectorial de cada Comunidad Autónoma repartiendo el agua total proporcionalmente al valor del VAB autonómico.

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

Donde, (i) representa cada sector.

Respecto a la demanda de “Huella Hídrica” industrial, atendiendo a cada una de las Comunidades Autónomas de España, el agua supone un componente fundamental y principal en el proceso productivo en la mayor parte de las empresas e industrias. Atendiendo al propio proceso de producción, en la función de demanda se hace indispensable incorporar un componente acelerador (tomando como base los precios con un solo periodo de retardo) e incluir la variable dependiente retardada relativa al trimestre correspondiente al año anterior sin inercias estacionales (García Valiñas, Mª. A):

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

Donde:

xii: Consumo total realizado.

α, β, γ, δ, μ: 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.

En la función lineal, el vector de variables constantes en el tiempo, ri, se identifica con indicadores del tipo y nivel de actividad de las empresas, que constituyen factores importantes a considerar en la estimación de las demandas industriales (Renzetti (2002), Reynaud (2003)). El término de error aparece desglosado.

De igual modo, se ha empleado una función sumatorio del total de las demandas del sector industrial atendiendo al precio del agua:

$$Q_{AGUA.INDUSTRIA} = \left(\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t} \right) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua en la industria (€/m³/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m³).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

La aplicación de la presente metodología al estudio del consumo de "Huella Hídrica" en nuestro país, por parte de los sectores industrial y construcción genera unos resultados que podemos observar en la Tabla 19 adjunta.

TABLA 19. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Sector Industrial y Sector de la Construcción

Consumo	Extractiva	hm³	127,59	**Importaciones**	Extractiva	hm³	906,07
	Ali. Cárnica	hm³	11.350,28		Ali. Cárnica	hm³	1.821,11
	Ali. Bebidas	hm³	9.809,27		Ali. Bebidas	hm³	3.538,55
	Textil	hm³	827,32		Textil	hm³	498,39
	Madera	hm³	156,49		Madera	hm³	388,74
	Papel	hm³	932,98		Papel	hm³	750,57
	Refino Petróleo	hm³	73,76		Refino Petróleo	hm³	29,90
	Química	hm³	630,96		Química	hm³	697,74
	Materias Plásticas	hm³	101,67		Materias Plásticas	hm³	149,52
	Miner. no metálico	hm³	82,73		Miner. no metálico	hm³	24,92
	Metalurgia	hm³	146,53		Metalurgia	hm³	149,52
	Ind. Construcción	hm³	294,05		Ind. Construcción	hm³	448,55
	Mat. Transporte	hm³	323,95		Mat. Transporte	hm³	263,15
	Manufacturera	hm³	448,55		Manufacturera	hm³	108,65
	Depura. De Agua	hm³	400,70		Depura. De Agua	hm³	0,00
	Energía y Gas	hm³	111,64		Energía y Gas	hm³	3,01
	CONSTRUCCIÓN	hm³	2.050,37		**CONSTRUCCIÓN**	hm³	0,45
	TOTAL	**hm³**	**27.868,85**		**TOTAL**	**hm³**	**9.778,84**
Exportaciones	Extractiva	hm³	27,91	**Demanda Huella Hídrica Total**	Extractiva	hm³	1.005,75
	Ali. Cárnica	hm³	1.452,30		Ali. Cárnica	hm³	11.719,09
	Ali. Bebidas	hm³	3.498,68		Ali. Bebidas	hm³	9.849,14
	Textil	hm³	418,65		Textil	hm³	907,07
	Madera	hm³	249,19		Madera	hm³	296,04
	Papel	hm³	601,06		Papel	hm³	1.082,50
	Refino Petróleo	hm³	35,88		Refino Petróleo	hm³	67,78
	Química	hm³	448,55		Química	hm³	880,15
	Materias Plásticas	hm³	249,19		Materias Plásticas	hm³	1,99
	Miner. no metálico	hm³	89,71		Miner. no metálico	hm³	17,94
	Metalurgia	hm³	199,36		Metalurgia	hm³	96,69
	Ind. Construcción	hm³	224,27		Ind. Construcción	hm³	518,32
	Mat. Transporte	hm³	239,23		Mat. Transporte	hm³	347,87
	Manufacturera	hm³	162,47		Manufacturera	hm³	394,72
	Depura. De Agua	hm³	0,00		Depura. De Agua	hm³	400,70
	Energía y Gas	hm³	3,23		Energía y Gas	hm³	111,42
	CONSTRUCCIÓN	hm³	0,25		**CONSTRUCCIÓN**	hm³	2.050,57
	TOTAL	**hm³**	**7.899,93**		**TOTAL**	**hm³**	**29.747,75**

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriores podemos colegir, cómo España es un país netamente consumidor e importador de bienes industriales (37.647,69 hm^3); el peso del consumo respecto del total de "Huella Hídrica" del sector industrial y de la construcción es del 112% (27.868,85 hm^3) mientras que sus importaciones representan el 40% (9.778,84 hm^3) y sus exportaciones el 28% (7.899,93 hm^3). Tal y como nos muestran los datos, el sector de la construcción (junto con el sector alimenticio) era el centro principal de demanda de "Huella Hídrica": son bienes puramente de consumo, por lo que su valor de exportación e importación es relativamente bajo (vinculado fundamentalmente a ciertos activos de construcción y a la compraventa de viviendas nacionales a extranjeros y viceversa), ya que nos encontramos ante bienes inmóviles. De igual modo, los subsectores relacionados con la construcción como el de la metalúrgia (96,69 hm^3), madera(296,04 hm^3) y materiales de construcción (518,32 hm^3), presentan demandas superiores a otros subsectores como son el refino de petróleo (67,78 hm^3), la industria de productos no metálicos (17,94 hm^3) y el de materiales plásticos (1,99 hm^3).

El peso del sector industrial y de la construcción se ha ido incrementando progresivamente a lo largo de los últimos años. Pero, durante el año 2008 (consumo de "Huella Hídrica" de 2.050 hm^3), con el "boom inmobiliario", su incremento fue muy inferior al del 2007, como consecuencia del descenso en el consumo de "Huella Hídrica" en el sector de la construcción.

Por otro lado, destacan los subsectores de la alimentación cárnica (11.719,09 hm^3) y el subsector de la producción de bebidas (9.849,17 hm^3). Son las que mayores niveles de demanda de "Huella Hídrica" presentan dentro del Sector Industrial, lo que nos muestra como, nuestro país es un demandante neto de productos alimenticios y, por ende, de bienes y servicios de "Huella Hídrica". Llama la atención como en ambos subsectores los niveles de importación y exportación de bienes alimentcios son similares, lo que denota la importancia que cobran en nuestro país las ventajas comparativas y absolutas en la producción y distribución de ciertos bienes como los productos lácteos, cárnicos y vitivinícolas.

TABLA 20. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): S. Industrial y S. Construcción

			Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C. y León	C. Mancha	Cataluña	Valencia	Extremad.	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	La Rioja
Consumo	Extractiva	hm³	22,75	3,68	3,00	2,98	5,76	1,61	7,09	5,67	20,42	13,95	3,04	7,72	17,39	3,95	1,72	5,98	0,88
	Ali. Cárnica	hm³	2.023,46	327,35	266,47	264,67	512,14	143,61	630,89	504,03	1.816,70	1.240,79	270,81	686,85	1.547,19	351,82	153,05	532,15	78,33
	Ali. Bebidas	hm³	1.748,74	282,90	230,29	228,73	442,60	124,11	545,23	435,60	1.570,05	1.072,33	234,04	593,59	1.337,13	304,05	132,27	459,90	67,69
	Textil	hm³	147,49	23,86	19,42	19,29	37,33	10,47	45,99	36,74	132,42	90,44	19,74	50,06	112,78	25,64	11,16	38,79	5,71
	Madera	hm³	27,90	4,51	3,67	3,65	7,06	1,98	8,70	6,95	25,05	17,11	3,73	9,47	21,33	4,85	2,11	7,34	1,08
	Papel	hm³	166,33	26,91	21,90	21,76	42,10	11,80	51,86	41,43	149,33	101,99	22,26	56,46	127,18	28,92	12,58	43,74	6,44
	Refino Petróleo	hm³	13,15	2,13	1,73	1,72	3,33	0,93	4,10	3,28	11,81	8,06	1,76	4,46	10,05	2,29	0,99	3,46	0,51
	Química	hm³	112,48	18,20	14,81	14,71	28,47	7,98	35,07	28,02	100,99	68,98	15,05	38,18	86,01	19,56	8,51	29,58	4,35
	Materias Plásticas	hm³	18,13	2,93	2,39	2,37	4,59	1,29	5,65	4,51	16,27	11,11	2,43	6,15	13,86	3,15	1,37	4,77	0,70
	Miner. no metálico	hm³	14,75	2,39	1,94	1,93	3,73	1,05	4,60	3,67	13,24	9,04	1,97	5,01	11,28	2,56	1,12	3,88	0,57
	Metalurgia	hm³	26,12	4,23	3,44	3,42	6,61	1,85	8,14	6,51	23,45	16,02	3,50	8,87	19,97	4,54	1,98	6,87	1,01
	Ind. Construcción	hm³	52,42	8,48	6,90	6,86	13,27	3,72	16,34	13,06	47,06	32,14	7,02	17,79	40,08	9,11	3,96	13,79	2,03
	Mat. Transporte	hm³	57,75	9,34	7,61	7,55	14,62	4,10	18,01	14,39	51,85	35,41	7,73	19,60	44,16	10,04	4,37	15,19	2,24
	Manufacturera	hm³	79,96	12,94	10,53	10,46	20,24	5,68	24,93	19,92	71,79	49,03	10,70	27,14	61,14	13,90	6,05	21,03	3,10
	Depura. De Agua	hm³	71,44	11,56	9,41	9,34	18,08	5,07	22,27	17,79	64,14	43,80	9,56	24,25	54,62	12,42	5,40	18,79	2,77
	Energía y Gas	hm³	19,90	3,22	2,62	2,60	5,04	1,41	6,21	4,96	17,87	12,20	2,66	6,76	15,22	3,46	1,51	5,23	0,77
	CONSTRUCCIÓN	hm³	365,53	59,13	48,14	47,81	92,51	25,94	113,97	91,05	328,18	224,14	48,92	124,08	279,49	63,55	27,65	96,13	14,15
	TOTAL	hm³	4.968,30	803,75	654,27	649,85	1.257,47	352,62	1.549,04	1.237,56	4.460,61	3.046,56	664,93	1.686,44	3.798,90	863,83	375,78	1.306,62	192,32
Exportaciones	Extractiva	hm³	4,98	0,80	0,66	0,65	1,26	0,35	1,55	1,24	4,47	3,05	0,67	1,69	3,80	0,87	0,38	1,31	0,19
	Ali. Cárnica	hm³	258,91	41,88	34,10	33,86	65,53	18,38	80,72	64,49	232,45	158,76	34,65	87,88	197,97	45,02	19,58	68,09	10,02
	Ali. Bebidas	hm³	623,73	100,90	82,14	81,58	157,86	44,27	194,47	155,36	559,99	382,47	83,48	211,72	476,92	108,45	47,18	164,03	24,14
	Textil	hm³	74,63	12,07	9,83	9,76	18,89	5,30	23,27	18,59	67,01	45,77	9,99	25,33	57,07	12,98	5,64	19,63	2,89
	Madera	hm³	44,42	7,19	5,85	5,81	11,24	3,15	13,85	11,07	39,89	27,24	5,95	15,08	33,97	7,72	3,36	11,68	1,72
	Papel	hm³	107,15	17,33	14,11	14,02	27,12	7,60	33,41	26,69	96,20	65,71	14,34	36,37	81,93	18,63	8,10	28,18	4,15
	Refino Petróleo	hm³	6,40	1,03	0,84	0,84	1,62	0,45	1,99	1,59	5,74	3,92	0,86	2,17	4,89	1,11	0,48	1,68	0,25
	Química	hm³	79,96	12,94	10,53	10,46	20,24	5,68	24,93	19,92	71,79	49,03	10,70	27,14	61,14	13,90	6,05	21,03	3,10
	Materias Plásticas	hm³	44,42	7,19	5,85	5,81	11,24	3,15	13,85	11,07	39,89	27,24	5,95	15,08	33,97	7,72	3,36	11,68	1,72
	Miner. no metálico	hm³	15,99	2,59	2,11	2,09	4,05	1,14	4,99	3,98	14,36	9,81	2,14	5,43	12,23	2,78	1,21	4,21	0,62
	Metalurgia	hm³	35,54	5,75	4,68	4,65	9,00	2,52	11,08	8,85	31,91	21,79	4,76	12,06	27,17	6,18	2,69	9,35	1,38
	Ind. Construcción	hm³	39,98	6,47	5,27	5,23	10,12	2,84	12,47	9,96	35,90	24,52	5,35	13,57	30,57	6,95	3,02	10,52	1,55
	Mat. Transporte	hm³	42,65	6,90	5,62	5,58	10,79	3,03	13,30	10,62	38,29	26,15	5,71	14,48	32,61	7,42	3,23	11,22	1,65
	Manufacturera	hm³	28,97	4,69	3,81	3,79	7,33	2,06	9,03	7,21	26,01	17,76	3,88	9,83	22,15	5,04	2,19	7,62	1,12
	Depura. De Agua	hm³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Energía y Gas	hm³	0,58	0,09	0,08	0,08	0,15	0,04	0,18	0,14	0,52	0,35	0,08	0,20	0,44	0,10	0,04	0,15	0,02
	CONSTRUCCIÓN	hm³	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00
	TOTAL	hm³	1.408,36	227,84	185,46	184,21	356,45	99,96	439,10	350,81	1.264,44	863,60	188,49	478,05	1.076,87	244,87	106,52	370,39	54,52

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 20. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): S. Industrial y S. Construcción (cont.)

			Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C. y León	C. Mancha	Cataluña	Valencia	Extremad.	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	La Rioja
Importaciones	Extractiva	hm³	161,53	26,13	21,27	21,13	40,88	11,46	50,36	40,24	145,02	99,05	21,62	54,83	123,51	28,08	12,22	42,48	6,25
	Ali. Cárnica	hm³	324,66	52,52	42,75	42,46	82,17	23,04	101,22	80,87	291,48	199,08	43,45	110,20	248,24	56,45	24,56	85,38	12,57
	Ali. Bebidas	hm³	630,83	102,05	83,07	82,51	159,66	44,77	196,68	157,13	566,37	386,83	84,43	214,13	482,35	109,68	47,71	165,90	24,42
	Textil	hm³	88,85	14,37	11,70	11,62	22,49	6,31	27,70	22,13	79,77	54,48	11,89	30,16	67,94	15,45	6,72	23,37	3,44
	Madera	hm³	69,30	11,21	9,13	9,06	17,54	4,92	21,61	17,26	62,22	42,50	9,28	23,52	52,99	12,05	5,24	18,23	2,68
	Papel	hm³	133,81	21,65	17,62	17,50	33,87	9,50	41,72	33,33	120,13	82,05	17,91	45,42	102,31	23,26	10,12	35,19	5,18
	Refino Petróleo	hm³	5,33	0,86	0,70	0,70	1,35	0,38	1,66	1,33	4,79	3,27	0,71	1,81	4,08	0,93	0,40	1,40	0,21
	Química	hm³	124,39	20,12	16,38	16,27	31,48	8,83	38,78	30,98	111,68	76,28	16,65	42,22	95,11	21,63	9,41	32,71	4,82
	Materias Plásticas	hm³	26,65	4,31	3,51	3,49	6,75	1,89	8,31	6,64	23,93	16,34	3,57	9,05	20,38	4,63	2,02	7,01	1,03
	Miner. no metálico	hm³	4,44	0,72	0,59	0,58	1,12	0,32	1,39	1,11	3,99	2,72	0,59	1,51	3,40	0,77	0,34	1,17	0,17
	Metalurgia	hm³	26,65	4,31	3,51	3,49	6,75	1,89	8,31	6,64	23,93	16,34	3,57	9,05	20,38	4,63	2,02	7,01	1,03
	Ind. Construcción	hm³	79,96	12,94	10,53	10,46	20,24	5,68	24,93	19,92	71,79	49,03	10,70	27,14	61,14	13,90	6,05	21,03	3,10
	Mat. Transporte	hm³	46,91	7,59	6,18	6,14	11,87	3,33	14,63	11,69	42,12	28,77	6,28	15,92	35,87	8,16	3,55	12,34	1,82
	Manufacturera	hm³	19,37	3,13	2,55	2,53	4,90	1,37	6,04	4,82	17,39	11,88	2,59	6,57	14,81	3,37	1,46	5,09	0,75
	Depura. De Agua	hm³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Energía y Gas	hm³	0,54	0,09	0,07	0,07	0,14	0,04	0,17	0,13	0,48	0,33	0,07	0,18	0,41	0,09	0,04	0,14	0,02
	CONSTRUCCIÓN	hm³	0,08	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	0,05	0,01	0,03	0,06	0,01	0,01	0,02	0,00
	TOTAL	hm³	**1.743,32**	**282,03**	**229,57**	**228,02**	**441,23**	**123,73**	**543,54**	**434,24**	**1.565,17**	**1.069,00**	**233,32**	**591,75**	**1.332,99**	**303,11**	**131,86**	**458,48**	**67,48**
Oferta Huella Hídrica Total	Extractiva	hm³	-143,76	-21,65	-17,62	-17,50	-33,87	-9,50	-41,72	-33,33	-120,13	-82,05	-17,91	-45,42	-102,31	-23,26	-10,12	-35,19	-5,18
	Ali. Cárnica	hm³	1.957,71	316,71	257,81	256,07	495,49	138,95	610,39	487,65	1.757,67	1.200,47	262,01	664,53	1.496,92	340,39	148,07	514,86	75,78
	Ali. Bebidas	hm³	1.741,63	281,75	229,35	227,80	440,80	123,61	543,02	433,83	1.563,66	1.067,97	233,09	591,18	1.331,70	302,82	131,73	458,03	67,42
	Textil	hm³	133,27	21,56	17,55	17,43	33,73	9,46	41,55	33,20	119,66	81,72	17,84	45,24	101,91	23,17	10,08	35,05	5,16
	Madera	hm³	3,02	0,49	0,40	0,40	0,76	0,21	0,94	0,75	2,71	1,85	0,40	1,03	2,31	0,53	0,23	0,79	0,12
	Papel	hm³	139,67	22,60	18,39	18,27	35,35	9,91	43,55	34,79	125,40	85,65	18,69	47,41	106,80	24,28	10,56	36,73	5,41
	Refino Petróleo	hm³	14,22	2,30	1,87	1,86	3,60	1,01	4,43	3,54	12,76	8,72	1,90	4,83	10,87	2,47	1,08	3,74	0,55
	Química	hm³	68,06	11,01	8,96	8,90	17,23	4,83	21,22	16,95	61,10	41,73	9,11	23,10	52,04	11,83	5,15	17,90	2,63
	Materias Plásticas	hm³	35,90	5,81	4,73	4,70	9,09	2,55	11,19	8,94	32,23	22,01	4,80	12,18	27,45	6,24	2,71	9,44	1,39
	Miner. no metálico	hm³	26,30	4,25	3,46	3,44	6,66	1,87	8,20	6,55	23,61	16,13	3,52	8,93	20,11	4,57	1,99	6,92	1,02
	Metalurgia	hm³	35,01	5,66	4,61	4,58	8,86	2,48	10,91	8,72	31,43	21,47	4,69	11,88	26,77	6,09	2,65	9,21	1,36
	Ind. Construcción	hm³	12,44	2,01	1,64	1,63	3,15	0,88	3,88	3,10	11,17	7,63	1,66	4,22	9,51	2,16	0,94	3,27	0,48
	Mat. Transporte	hm³	53,49	8,65	7,04	7,00	13,54	3,80	16,68	13,32	48,02	32,80	7,16	18,16	40,90	9,30	4,05	14,07	2,07
	Manufacturera	hm³	89,56	14,49	11,79	11,71	22,67	6,36	27,92	22,31	80,41	54,92	11,99	30,40	68,48	15,57	6,77	23,55	3,47
	Depura. De Agua	hm³	71,44	11,56	9,41	9,34	18,08	5,07	22,27	17,79	64,14	43,80	9,56	24,25	54,62	12,42	5,40	18,79	2,77
	Energía y Gas	hm³	19,94	3,23	2,63	2,61	5,05	1,42	6,22	4,97	17,90	12,23	2,67	6,77	15,25	3,47	1,51	5,24	0,77
	CONSTRUCCIÓN	hm³	365,49	59,13	48,13	47,81	92,51	25,94	113,96	91,04	328,14	224,12	48,92	124,06	279,47	63,55	27,64	96,12	14,15
	TOTAL	hm³	**4.623,39**	**749,56**	**610,16**	**606,04**	**1.172,69**	**328,84**	**1.444,61**	**1.154,12**	**4.159,88**	**2.841,16**	**620,10**	**1.572,74**	**3.542,78**	**805,59**	**350,44**	**1.218,53**	**179,35**

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a cada una de las Comunidades Autónomas, la tendencia de demanda de "Huella Hídrica" es similar al de la oferta. Las Comunidades Autónomas de Andalucía (4.623,39 hm^3), la Comunidad Valenciana (2.841 hm^3), Cataluña (4.159,88 hm^3) y Madrid (3.542,78 hm^3), son las Comunidades Autónomas que mayor demanda de "Huella Hídrica" presentan. Debemos destacar que la demanda de "Huella Hídrica" en el sector industrial, a diferencia del sector agrario, fue relativamente inferior a su oferta. Andalucía la demanda fue de 1.289 hm^3 menos, respecto a la oferta; la Comunidad Valenciana la demanda fue de 895 hm^3 menos que la oferta; en la Comunidad de Madrid, la oferta fue de 4.908 hm^3 mientras que la demanda fue de 3.542 hm^3, con lo que la diferencia entre ambas fue de 1.366 hm^3; de igual modo, la Comunidad Autónomas de Cataluña presentó una demanda de "Huella Hídrica" en el sector industrial inferior a la oferta en 1.304 hm^3. En cuanto a las Comunidades Autónomas que menor demanda de "Huella Hídrica" presentan encontramos las Comunidades Autónomas de la Rioja (179 hm^3), Navarra (350 hm^3), y Cantabria (328 hm^3), donde la demanda de "Huella Hídrica" no supera los 500 hm^3. Una de las cuestiones más representativas de esta Tabla 20 lo encontramos en que en la totalidad de las Comunidades Autónomas, las exportaciones son inferiores al total del consumo e importaciones, con lo que podemos afirmar que España es un país demandante de bienes y servicios industriales.

TABLA 21. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Sector Industrial y Sector de la Construcción

								% Sobre el total
Consumo	Extractiva	%	0,10	**Importaciones**	Extractiva	%	8,60	**Consumo 61,78**
	Ali. Cárnica	%	44,50		Ali. Cárnica	%	17,11	
	Ali. Bebidas	%	31,70		Ali. Bebidas	%	36,72	
	Textil	%	2,92		Textil	%	5,07	
	Madera	%	0,87		Madera	%	4,07	
	Papel	%	3,03		Papel	%	7,19	
	Refino Petróleo	%	0,24		Refino Petróleo	%	0,34	
	Química	%	1,94		Química	%	6,47	
	Materias Plásticas	%	0,77		Materias Plásticas	%	2,40	
	Miner. no metálico	%	0,29		Miner. no metálico	%	0,41	**Exportaciones 15,73**
	Metalurgia	%	0,85		Metalurgia	%	2,40	
	Ind. Construcción	%	1,13		Ind. Construcción	%	4,46	
	Mat. Transporte	%	1,36		Mat. Transporte	%	3,04	
	Manufacturera	%	1,91		Manufacturera	%	1,69	
	Depura. De Agua	%	1,57		Depura. De Agua	%	0,00	
	Energía y Gas	%	0,47		Energía y Gas	%	0,03	
	CONSTRUCCIÓN	%	6,34		**CONSTRUCCIÓN**	%	0,00	
	TOTAL	%	**100,00**		**TOTAL**	%	**100,00**	
Exportaciones	Extractiva	%	0,37	**Demanda Huella Hídrica Total**	Extractiva	%	3,09	**Importaciones 22,48**
	Ali. Cárnica	%	18,41		Ali. Cárnica	%	45,25	
	Ali. Bebidas	%	44,00		Ali. Bebidas	%	31,11	
	Textil	%	5,34		Textil	%	2,56	
	Madera	%	2,93		Madera	%	0,14	
	Papel	%	7,37		Papel	%	2,41	
	Refino Petróleo	%	0,46		Refino Petróleo	%	0,25	
	Química	%	5,30		Química	%	0,99	
	Materias Plásticas	%	2,92		Materias Plásticas	%	0,68	
	Miner. no metálico	%	1,08		Miner. no metálico	%	0,43	**Demanda Huella Hídrica Total 100,00**
	Metalurgia	%	2,48		Metalurgia	%	0,65	
	Ind. Construcción	%	3,08		Ind. Construcción	%	0,31	
	Mat. Transporte	%	4,22		Mat. Transporte	%	1,40	
	Manufacturera	%	2,00		Manufacturera	%	1,90	
	Depura. De Agua	%	0,00		Depura. De Agua	%	1,66	
	Energía y Gas	%	0,04		Energía y Gas	%	0,50	
	CONSTRUCCIÓN	%	0,00		**CONSTRUCCIÓN**	%	6,67	
	TOTAL	%	**100,00**		**TOTAL**	%	**100,00**	

Fuente: Elaboración propia.

El gasto de la "Huella Hídrica" en el sector industrial es bastante alto, sobre todo en lo que se refiere a la demanda de "Huella Hídrica" por consumo (representa el 61,78% respecto del total, en dicho sector), seguido de las importaciones (22,48%), con lo que podemos afirmar que, nuestro país, amén de ser un gran demandante de "Huella Hídrica" en este sector, también invierte importantes cantidades de dinero en él. Aunque, debemos destacar, que el gasto es relativamente inferior respecto al sector

agrario, como consecuencia directa, de el peso real que tiene la demanda vs. oferta de "Huella Hídrica" en la producción, distribución y consumo, en dicho sector agrario.

En el año 2008, tal y cómo nos muestra la Tabla 21, los subsectores industriales en los que se invirtió más (ya que el gasto en "Huella Hídrica" constituye una inversión en términos económicos) fue en los subsectores de la alimentación cárnica, la industria de las bebidas y en el subsector de la construcción, fundamentalmente. En el caso concreto de la "alimentación cárnica", el gasto en consumo representó el 44,5% respecto del total del gasto en "Huella Hídrica" en este subsector, mientras que el gasto en importaciones fue de apenas el 17,11% frente al 18% de las exportaciones; con lo que podemos afirmar, que España es un país que gasta mucho en consumo e importaciones, con lo que el saldo total de gasto fue de un 45,5%. En el sector de la "producción de bebidas", el consumo representó un 31,7%, mientras que las importaciones fueron del 36,72% y las exportaciones del 44%; superando sustancialmente los niveles de imporación y exportación de "Huella Hídrica" de bienes y servicios de la industria de la alimentación cárnica. Todo ello nos dice que el gasto es proporcional a la demanda de "Huella Hídrica" de bienes y servicios de bebidas. Por último, destacar, que el subsector de la construcción presentó un gasto en consumo del 6,34% mientras que sus importaciones y exportaciones fueron nulas.

4.1.4.4. Demanda de agua en los usos domésticos, turismo y servicios

Atendiendo a la demanda de agua doméstica, respecto a cada una de las Comunidades Autónomas de España, el agua es un bien de primera necesidad para los hogares, de ahí que parezca especialmente relevante reflejar las inercias existentes en el consumo, formalizando un modelo de ajuste parcial (García Valiñas, Mª. A), en el que se incorpora la variable dependiente retardada. Así, se propone una especificación de las funciones de demanda tal como sigue:

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

Analizando en detalle la notación, *xit* denota el consumo que realiza en el período *t* el individuo *i-ésimo,* figurando como variable explicativa el consumo del período anterior, *xit*–1. Se incorporan asimismo otras variables independientes, entre las que figura el precio, *pit*–2, que ha sido incluido con un retardo de dos períodos, reflejando así posibles retrasos en la reacción de los usuarios. Se intuye que dicha reacción será más lenta que la atribuida a otros usuarios debido a la presencia de hábitos en el consumo. Así se espera que, aunque el usuario doméstico tenga conocimiento de la factura y su gasto total en agua en el período siguiente, reaccione al cabo de dos períodos. En consecuencia, hemos optado por incorporar el precio correspondiente a dos períodos precedentes.

El vector st incluye variables que presentan cambio temporal, pero no así por individuos, reflejando, básicamente, aspectos del clima en cada período. Por *fi* representamos un vector de características individuales de las que se dispone información, y que no sufren ninguna modificación o que presentan escasa variabilidad en el intervalo temporal analizado. Se trata de algunos aspectos socioeconómicos, que reflejarían la capacidad económica de los hogares, así como su tamaño, y que tienen una influencia destacable sobre la demanda de agua (Arbués *et al.,* 2003). Finalmente, los dos últimos componentes de la ecuación estarían reflejando un término de error compuesto, en el que tiene cabida la heterogeneidad individual no observable, que ha sido denotada por *i*, y el resto de perturbaciones aleatorias, especificados mediante el componente *eit,* variable temporal e individualmente.

El procedimiento utilizado para la estimación del consumo de Agua de forma Directa consiste en emplear los datos del Padrón municipal y los coeficientes de consumo medio por habitante y día (Esteban Moratilla, F., 2010):

$$AD_{CONSUMO.HUMANO.AÑO} = \frac{Cc_{Habi\,tante} * N^o\, Habi\,tantes * 365}{1000}$$

Donde,

- $Cc_{Habitante}$ 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

Al igual que en los otros dos sectores, se ha empleado una formulación matemática en la que se relaciona consumo individual del volumen total de agua del sector con el precio (el coste) del agua en el sector en cada Provincia, para un determinado periodo de tiempo.

$$Q_{AGUA.CONSUMO.DOMÉSTICO} = \left(\sum_{n=1,2,3...}^{añoi} p_{i,t} * q_{i,t} \right) / hab$$

Donde,

- *Q* es la demanda de agua por las economías domésticas (€/m³/hab/año).
- *p* es el precio del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (€).
- *q* es el consumo del recurso agua, en una determinada región en un momento de tiempo concreto (m³).
- *hab.* es el número total de habitantes del área geográfica estudiada.

TABLA 22. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios

Consumo	Tr. Aguas Residuales	hm³	202,09
	Turismo	hm³	945,18
	Hosteleria	hm³	8.453,65
	Servicios y Doméstico	hm³	10.453,18
	TOTAL	**hm³**	**20.054,11**
Exportaciones	Tr. Aguas Residuales	hm³	0,00
	Turismo	hm³	0,00
	Hosteleria	hm³	0,00
	Servicios y Doméstico	hm³	801,28
	TOTAL	**hm³**	**801,28**
Importaciones	Tr. Aguas Residuales	hm³	0,00
	Turismo	hm³	449,44
	Hosteleria	hm³	1,03
	Servicios y Doméstico	hm³	600,44
	TOTAL	**hm³**	**1.050,90**
Demanda Huella Hídrica Total	Tr. Aguas Residuales	hm³	202,09
	Turismo	hm³	1.394,62
	Hosteleria	hm³	8.454,68
	Servicios y Doméstico	hm³	10.252,34
	TOTAL	**hm³**	**20.303,73**

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como nos muestra la tabla 22, España es un país que demanda grandes cantidades de agua en el sector servicios. La demanda total de "Huella Hídrica" en el Sector servicios ascendió a los 20.303 hm³, ligeramente superior al consumo consumo total de agua fue de 19.975,90 hm³ en el año 2008, lo que supone confiere un peso relativo muy importante, en éste como en el resto de los subsectores a los servicios domésticos y a la hostelería, fundamentalmente.

Analizando detalladamente los datos anteriores, podemos observar como el consumo de "Huella Hídrica" en el sector terciario ascendió a los 20.054 hm³ miesntras que las exportaciones fueron de 801 hm³ y las importaciones de 1.050 hm³, con lo que podemos afirmar que, España, es un país que no sólo consume "Huella Hídrica" sino que, además es un país importador de dicha "Huella" como consecuencia directa de la influencia que ejerce el turismo en nuestro país. La demanda de "Huella Hídrica" en dicho sector es mayor en el subsector doméstico (10.453 hm³), como consecuencia directa del crecimiento poblacional de nuestro país en los últimos años. De igual modo, los subsectores del turismo y de la hostelería son los que mayores cantidades demanda de "Huella Hídrica" (en conjunto el consumo fue de 9.398 hm³) como consecuencia directa de la incidencia real del turismo en nuestro país. Por otro lado, no debemos olvidarnos del consumo de "Huella Hídrica" de aguas residuales, puesto que el tratamiento de dichas aguas resulta fundamental en gran parte de las Comunidades Autónomas, lo que hace que imprescindible el tratamiento de estas aguas residuales, con el fin último de incrementar la calidad de vida de la población, sobre todo en aquellas regiones en las que el agua es un bien escaso.

TABLA 23. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios

			Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria	C. y León	C. Mancha	Cataluña	Valencia	Extremad.	Galicia	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	La Rioja
Consumo	Tr. Aguas Residuales	hm^3	36,03	5,83	4,74	4,71	9,12	2,56	11,23	8,97	32,35	22,09	4,82	12,23	27,55	6,26	2,72	9,47	1,39
	Turismo	hm^3	168,50	27,26	22,19	22,04	42,65	11,96	52,54	41,97	151,28	103,33	22,55	57,20	128,84	29,30	12,74	44,31	6,52
	Hosteleria	hm^3	1.507,07	243,81	198,46	197,12	381,44	106,96	469,88	375,40	1.353,07	924,13	201,70	511,56	1.152,35	262,03	113,99	396,35	58,34
	Servicios y Doméstico	hm^3	1.863,53	301,47	245,41	243,75	471,66	132,26	581,02	464,19	1.673,11	1.142,72	249,41	632,56	1.424,91	324,01	140,95	490,09	72,14
	TOTAL	hm^3	**3.575,13**	**578,37**	**470,80**	**467,62**	**904,86**	**253,74**	**1.114,67**	**890,53**	**3.209,81**	**2.192,27**	**478,48**	**1.213,55**	**2.733,64**	**621,60**	**270,41**	**940,23**	**138,39**
Exportaciones	Tr. Aguas Residuales	hm^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Turismo	hm^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Hosteleria	hm^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Servicios y Doméstico	hm^3	142,85	23,11	18,81	18,68	36,15	10,14	44,54	35,58	128,25	87,59	19,12	48,49	109,22	24,84	10,80	37,57	5,53
	TOTAL	hm^3	**142,85**	**23,11**	**18,81**	**18,68**	**36,15**	**10,14**	**44,54**	**35,58**	**128,25**	**87,59**	**19,12**	**48,49**	**109,22**	**24,84**	**10,80**	**37,57**	**5,53**
Importaciones	Tr. Aguas Residuales	hm^3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Turismo	hm^3	80,12	12,96	10,55	10,48	20,28	5,69	24,98	19,96	71,94	49,13	10,72	27,20	61,26	13,93	6,06	21,07	3,10
	Hosteleria	hm^3	0,18	0,03	0,02	0,02	0,05	0,01	0,06	0,05	0,16	0,11	0,02	0,06	0,14	0,03	0,01	0,05	0,01
	Servicios y Doméstico	hm^3	107,04	17,32	14,10	14,00	27,09	7,60	33,37	26,66	96,10	65,64	14,33	36,33	81,85	18,61	8,10	28,15	4,14
	TOTAL	hm^3	**187,35**	**30,31**	**24,67**	**24,51**	**47,42**	**13,30**	**58,41**	**46,67**	**168,20**	**114,88**	**25,07**	**63,59**	**143,25**	**32,57**	**14,17**	**49,27**	**7,25**
Demanda Huella Hídrica Total	Tr. Aguas Residuales	hm^3	36,03	5,83	4,74	4,71	9,12	2,56	11,23	8,97	32,35	22,09	4,82	12,23	27,55	6,26	2,72	9,47	1,39
	Turismo	hm^3	248,62	14,30	11,64	11,56	22,37	6,27	27,56	22,01	79,35	54,19	11,83	30,00	67,58	15,37	6,68	23,24	3,42
	Hosteleria	hm^3	1.507,25	243,78	198,44	197,10	381,39	106,95	469,82	375,35	1.352,91	924,02	201,67	511,50	1.152,21	262,00	113,97	396,30	58,33
	Servicios y Doméstico	hm^3	1.827,73	307,27	250,12	248,43	480,72	134,80	592,19	473,11	1.705,26	1.164,67	254,20	644,71	1.452,29	330,24	143,66	499,51	73,52
	TOTAL	hm^3	**3.619,63**	**571,17**	**464,94**	**461,80**	**893,60**	**250,58**	**1.100,80**	**879,45**	**3.169,85**	**2.164,98**	**472,52**	**1.198,44**	**2.699,62**	**613,87**	**267,04**	**928,52**	**136,67**

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a cada una de las Comunidades Autónomas, la tendencia de demanda de "Huella Hídrica" es similar al de la oferta. Las Comunidades Autónomas de Andalucía (3.619 hm^3), la Comunidad Valenciana (2.164 hm^3), Cataluña (3.169 hm^3) y Madrid (2.699 hm^3), son las Comunidades Autónomas que mayor demanda de "Huella Hídrica" presentan. Debemos destacar que Andalucía supero en 100 hm^3 a la oferta, mientras que la Comunidad Valenciana presenta una demanda (2.164 hm^3) similar a la de la oferta (2.161 hm^3), la demanda de "Huella Hídrica" en Madrid y Cataluña fue inferior a la oferta, pero de manera casi inapreciable.

En cuanto a las Comunidades Autónomas que menor demanda de "Huella Hídrica" presentan encontramos las Comunidades Autónomas de la Rioja, Navarra y Cantabria, donde la demanda de "Huella Hídrica" no supera los 300 hm^3.

Una de las cuestiones más representativas de esta Tabla 23 lo encontramos en que el peso de la demanda de "Huella Hídrica" en nuestro país recae, fundamentalmente en el consumo directo (sobre todo el el uso doméstico y en los subsectores vinculados al turismo).

TABLA 24. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios

				% Sobre el total
Consumo	Tr. Aguas Residuales	%	0,98	
	Turismo	%	2,81	
	Hostelería	%	42,99	
	Servicios y Doméstico	%	53,23	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**93,10**
Exportaciones	Tr. Aguas Residuales	%	0,00	
	Turismo	%	0,00	
	Hostelería	%	0,00	
	Servicios y Doméstico	%	100,00	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**3,92**
Importaciones	Tr. Aguas Residuales	%	0,00	
	Turismo	%	5,72	
	Hostelería	%	0,24	
	Servicios y Doméstico	%	94,04	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**2,98**
Demanda Huella Hídrica Total	Tr. Aguas Residuales	%	0,94	
	Turismo	%	3,38	
	Hostelería	%	39,90	
	Servicios y Doméstico	%	46,36	
	TOTAL	**%**	**100,00**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2008, el gasto en "Huella Hídrica" en el sector doméstico ascendió a los 30.483 €/hm^3, de los cuales el 93% proviene del consumo de "Huella Hídrica", el 3,92% exportaciones y el 2,98% de las importaciones. Dentro del consumo de "Huella Hídrica" en el sector doméstico, el peso recae en el subsector servicios y doméstico, ya que representa el 53% de la demanda total, mientras que la hostelería representa el 42,9% de la demanda, el turismo representa el 2,81% y, por último, el tratamiento de aguas residuales, apenas supone un gasto del 0,8% respecto del total.

Cabe destacar que el gasto en exportación de "Huella Hídrica" en el sector doméstico recayón en su totalidad, sobre el subsector servicios y doméstico; mientras que en lo que se refiere al gasto en importaciones de "Huella Hídrica" el 94% del gasto fue en el susector servicios, el 5,72% fue en el subsector turimos, y el 0,24% en la hostelería.

Tras el estudio de la Oferta y la Demanda, para conocer la realidad de la "Huella Hídrica" de nuestro país, pasamos a continuación a valorar el modelo de "coste-beneficio" vs. "coste-eficiencia" de la susodicha "Huella".

4.2. Análisis "coste-beneficio" y "coste-eficiencia" de la "Huella Hídrica" en España

Una primera aproximación conceptual nos acerca a la idea de que el término coste en la literatura económica se emplea para referirse a todo esfuerzo, sacrificio o pérdida que sea susceptible de valoración. En un entorno de recursos económicos escasos y susceptibles de usos alternativos, cualquier

acción que implique el empleo de un recurso supone incurrir en un coste, al margen de que tal empleo exija o no como condición previa el pago de una contraprestación monetaria, es decir, de un precio. Así, el concepto de coste entendido en sentido estricto lleva implícita la noción de coste de oportunidad (es decir, el coste de utilizar los recursos para una determinada finalidad medido por el beneficio a que se renuncia al no utilizarlos en su mejor uso alternativo).

En el contexto de un mercado teórico perfectamente competitivo el coste de oportunidad del empleo de cualquier recurso viene dado por su precio de mercado, dado que el precio refleja exactamente en tal caso el valor marginal del recurso, no cabiendo ningún uso alternativo en el que se pueda derivar un valor superior (ya que los mejores usos potenciales ya están cubiertos). El problema surge en la realidad porque tales mercados perfectamente competitivos no existen (de tal modo que los precios no reflejan el verdadero coste de oportunidad de los recursos) y porque, para algunos recursos, simplemente no existe mercado (indudablemente, esta realidad económica cobra relativa importancia cuando sus consecuencias se materializan en un determinado espacio o territorio).

Y es que en las últimas décadas, tanto los métodos como las reglas y los propios marcos del proceso de decisiones en materia de medio ambiente, han ido evolucionando desde los enfoques específicos de la eficiencia económica hasta los objetivos inherentes al denominado desarrollo sostenible.

De esta forma, cada vez han adquirido mayor importancia los denominados “métodos alternativos”, que ofrecen un conjunto de escenarios que incluyen la evaluación y la ponderación de las ganancias y pérdidas relacionadas con cuestiones y criterios varios.

La valoración de los beneficios ambientales derivados de la protección de un espacio natural mediante cualquier instrumento eficaz de protección, y normalmente por medio de la aprobación y puesta en vigor de normas jurídicas, cualesquiera que sean los instrumentos de protección que ellas introduzcan (instrumentos “regulatorios”, económicos, de mercado o de esta triple categoría), por virtud del poder de imperio de las administraciones públicas, se hace precisa para introducir mayores grados de racionalidad –reduciendo, asimismo, el reinado de la discrecionalidad– en el ámbito de las políticas de control de la calidad ambiental, de las políticas de desarrollo rural sostenible e, incluso, en el de la política presupuestaria de dichas administraciones públicas.

La relativamente moderna aparición de las técnicas de valoración de los beneficios ambientales y su propia diversidad, reside en la dificultad de aproximar cuantitativamente, y expresar en unidades monetarias el importe de la mejora que la sociedad en su conjunto obtiene del incremento de la protección ambiental sobre estos espacios naturales, habida cuenta de que los espacios objeto de la política de intervención proporcionan bienes y servicios públicos. La mayor parte de estos bienes y servicios públicos, puros o mixtos, además se extiende hacia el futuro y, al tratar de valorarlos, el investigador se encuentra enfrentado al problema adicional de que los mismos abarcan un horizonte temporal indeterminado pero amplio, por lo que debe resolver además, problemas relacionados con la determinación de la tasa de descuento aplicable, adecuada al flujo de los mismos en un horizonte temporal indeterminado.

Pero es que dicha valoración es imprescindible en estos momentos en los que se ha detectado en materia de espacios naturales que su ausencia, como sucede con la mayor parte de los bienes y servicios públicos, ha favorecido su sobreexplotación, o uso inadecuado y, finalmente, el deterioro de los mismos desde todas sus múltiples perspectivas (hábitat, aves, fauna, flora, suelos, paisajes, etc.), al menos en muchas ocasiones empíricamente comprobadas. Pocos de estos espacios naturales han tenido 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.

Los modelos de valoración de los flujos de servicios que se derivan de una determinada política de protección de la naturaleza, requieren normalmente:

– partir de una valoración de la calidad del recurso ambiental sobre el que va a producirse la actuación pública (Q). Este valor, imposible de identificar con el concepto precio –habida cuenta de que sobre los recursos ambientales no se constituye siquiera el mercado–, suele relacionarse con

algunas medidas de su valor(P) derivada de las respuestas de los agentes privados –R(P)–. Esta relación (R), recoge esencialmente la variedad de procesos físicos y biológicos que se reúnen en su entorno.

$$Q=Q(P) \quad (1)$$

$$Q=Q[P, R(P)] \quad (2)$$

– Y, tratar de valorar en términos monetarios los flujos de servicios que se derivan de dicho recurso ambiental(V), el cual suele considerarse como una función del uso que la sociedad hace de recursos ambientales(X).

$$V=V(X) \quad (3)$$

Sabiendo que X depende, a su vez, de Q(la calidad del recurso) y de todos los inputs de trabajo, capital, tiempo, etc. que introducidos sobre el recurso natural, estarán relacionados con su calidad(Y(Q)).

$$X=X[Q, Y(Q)] \quad (4)$$

Así pues, puede formalizarse la función de valoración social respecto del recurso natural, sustituyendo en (3), las ecuaciones (2) y (4); de este modo:

$$V= f\ [P, R(Q), Y(Q)] \quad (5)$$

La ecuación (5) expresa el valor que la sociedad atribuye a dicho recurso natural en concreto, del que se trata. Cuando se genera un cambio en la política de protección del recurso natural, se producirán alteraciones en V, como consecuencia de los cambios introducidos en P y Q. Por tanto, los Beneficios ambientales de dicho cambio político (B), serán exactamente iguales a la variación de V(DifV):

$$B= Dif\ V = f[P2, R(Q2), Y(Q2)] - f[P1, R(Q1), Y(Q1)] \quad (6)$$

Nótese que los subíndices 1 y 2 denotan el estado de la política de regulación ambiental del espacio natural antes y después del cambio protector introducido y los respectivos estados de P y Q correspondientes a dichos estados.

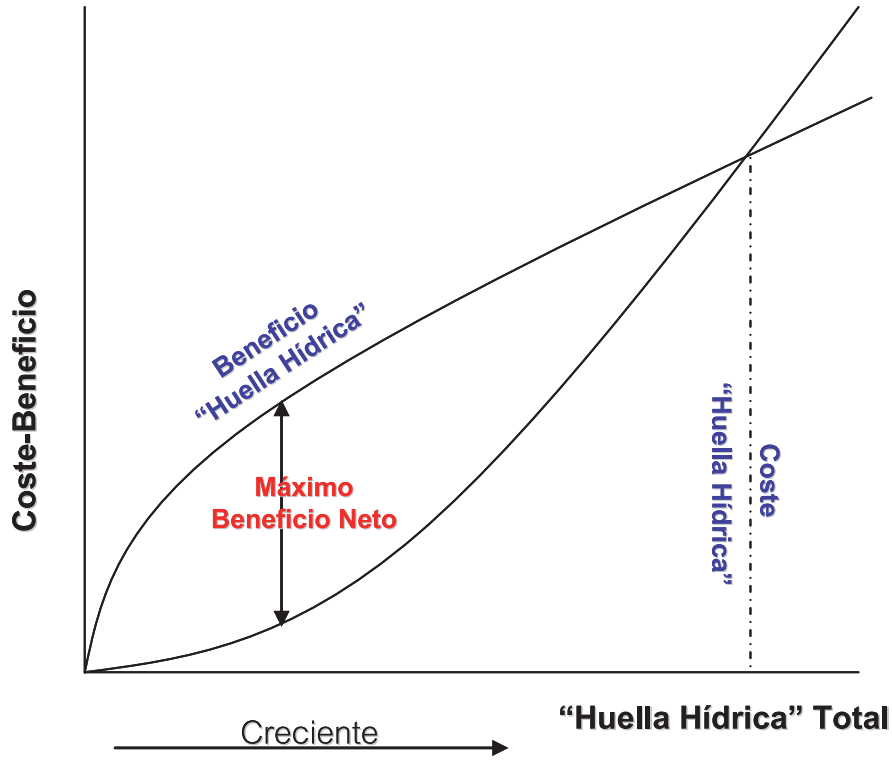
Este simple proceso de razonamiento hace comprensible la idea de que el proceso de estimación de los beneficios ambientales de la alteración en las políticas de protección de los espacios naturales implican la previa determinación del valor monetario que el público otorga a los bienes y servicios ambientales que dicho activo genera. La cuestión es cómo determinan dicho valor. Para ello, la ciencia económica proporciona diversos enfoques o métodos de valoración.

4.2.1. El Análisis Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica" en España

Al realizar el estudio de la "Huella Hídrica" a través del Análisis Coste-Beneficio (ACB) vamos a evaluar monetariamente las corrientes de beneficios y costes que, desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, se asocian con cada una de las alternativas que se estudian. En el presente estudio, atendiendo a la definición económica, el análisis coste-beneficio ha consistido en la estimación y evaluación de los beneficios netos obtenidos de la oferta de "Huella Hídrica" en España, asociados con el objetivo principal de hacer frente a la demanda de "Huella Hídrica", desde un punto de vista sostenible económica, ecológica y socialmente.

El análisis coste-beneficio tiene su origen en la necesidad de evaluar en nuestro estudio, el peso global de la escasez del recurso "agua" como fuente principal de subsistencia y de desarrollo. El análisis coste-beneficio cuenta con un sustento teórico muy sólido, constituido por la teoría económica del bienestar (*Welfare Economics*); de ésta se deriva como uno de los más usados, el criterio de óptimo de Pareto. En este sentido, con el análisis coste-beneficio, lo que se pretende es ver en que medida el impacto, en términos monetarios, de hacer frente a una demanda creciente de "Huella Hídrica", atendiendo a cuestiones de escasez de agua, incide de la manera más homogénea posible sobre el conjunto de los agentes económicos y, por ende, sobre la sociedad.

FIGURA 23. Diagrama del Análisis de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.1. Definición de Coste y Beneficio de la "Huella Hídrica"

Un beneficio (coste) es una ventaja (desventaja) relevante de la clase que sea, que afecta a unos agentes determinados y se produce en unos periodos de tiempo concretos.

Para ello, es necesario cuantificar y valorar correctamente dicha ventaja (desventaja). A su vez, la consideración de un impacto como coste o beneficio depende del ámbito geográfico –en nuestro caso de estudio es España– en el que se evalúa la "Huella Hídrica" y de la función objetivo de que se disponga. Esta muy claro que quién debe decidir si se clasifica un impacto como ventaja o desventaja; las personas que reciben el impacto, a través de sus acciones económicas. Una forma simple para identificar un beneficio (coste) consiste en observar si ha aumentado (disminuido) la cantidad de riqueza del sistema, entendiendo riqueza en su sentido más amplio (4);

Se produce un beneficio (coste) siempre que aumenta (disminuye) la cantidad de riqueza del sistema.

Pero, a la hora de hablar de una realidad tan compleja como es la "Huella Hídrica" en España, no sólo debemos centrarnos en una riqueza monetaria o material, sino que debemos tener en cuenta la cantidad y calidad del recurso hídrico, del impacto que tiene su explotación en el medio natural, sobre la sociedad y sobre la economía española.

De igual modo, si se dispone de una función objetivo que mida el beneficio neto, en las unidades que el decisor haya elegido, la definición de coste y beneficio es inmediata:

Un elemento determinado supone un beneficio (coste) si al aumentar la cantidad de este elemento, la función objetivo aumenta (disminuye) de valor, todo lo demás constante.

Teniendo bien definido lo que significa un óptimo, y disponiendo de una función que mida la distancia entre un punto cualquiera y el óptimo predefinido (o el objetivo), puede definirse un coste o un beneficio:

Un impacto cualquiera es un beneficio (coste) si al aumentar dicho impacto, disminuye (aumenta) la distancia respecto al óptimo.

Como es bien sabido, si bien en el sector privado puede resultar relativamente sencillo diseñar una función objetivo satisfactoria, no es posible disponer de una función objetivo óptima para el análisis real de una "Huella Hídrica" compleja, que abarca muchos factores (sociales, ambientales, económicos, fiscales…). Al no poder construirse una función objetivo para los sectores públicos y privados con mejores propiedades que cualquier otra, existe un amplio abanico de posibilidades para la elección de una batería de criterios que ayuden a la toma de decisiones. Los sistemas más empleados en la práctica para la evaluación de proyectos, como el tan acreditado Análisis Coste-Beneficio, se basan en el criterio de Kaldor: se examina si los beneficios totales exceden y cual es su incidencia en la sociedad. Dado que la noción de costes y de beneficios depende de la definición de la función objetivo que se pretende optimizar, con lo que se puede realizar una separación de costes y beneficios en directos e indirectos.

De igual modo, al tratarse de un estudio geográfico y económico es preciso analizar las diferentes escalas espacio-temporales y dimensiones de análisis ya que cada nivel de escala muestra diferentes problemas, cuestiones a resolver y teorías a formular (Dollfus, Mayr, 2006). Por ello, es preciso tomar escalas de magnitudes comparables, que permitan analizar los costes y los beneficios de forma concreta. La clasificación más extendida establece los ámbitos, atendiendo a la realidad española:

– Internacional:	– Nacional y Regional:	– Local:
• Mundial • Continental (UE)	• Nacional • Comunidades Autónomas • Provincial	• Comarcal • Municipal (Agenda 21 local)

Fuente: Elaboración propia.

Con todo ello, se ha establecido una misma función de utilidad (tipo Cobb-Douglas) para cada uno de los sectores económicos (primario, secundario y terciario) independientemente del peso total que tiene cada sector en la economía española. El análisis se ha realizado, tomando como referencia la variable tiempo (t) del año 2008 y en un espacio (i) que es el conjunto territorial de España. Y que se analizará en el apartado de metodología.

4.2.1.2. Características básicas del Análisis Coste-Beneficio

En nuestro estudio, hemos partido del análisis sectorial de la "Huella Hídrica" de España, atendiendo a sus funciones de demanda, en el año 2008, con el objetivo final de realizar un Análisis Coste-Beneficio en el que se pueda maximizar los beneficios sociales que se pueden derivar del uso del recurso hídrico o, más formalmente, maximizar el bienestar social.

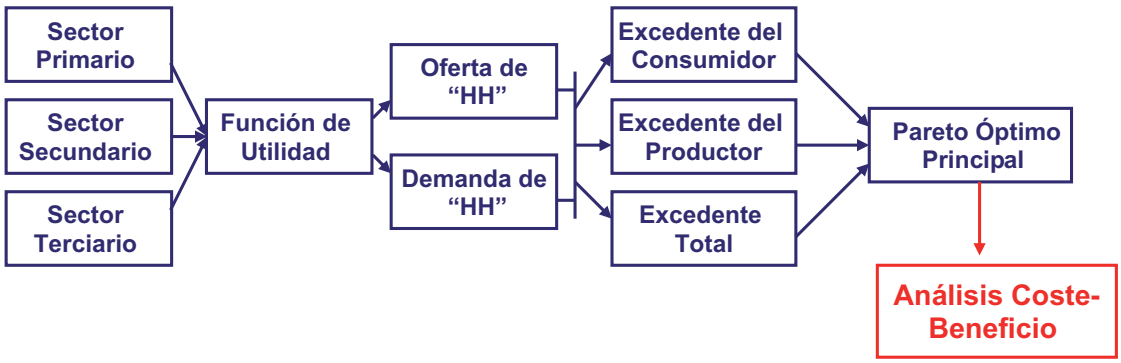
Con todo ello, se hace imprescindible hacer referencia al concepto de excedente del consumidor, propio de la Economía del Bienestar (*Welfare Economics*), que intenta medir las ganancias de bienestar de los individuos; es decir, *"el excedente del consumidor puede definirse como la diferencia entre el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar antes de quedarse sin un bien, y el precio que realmente paga"* (Ibidem opus cit (4).

Llegados a este punto, se nos plantea una problemática, y es poder generalizar los gustos y preferencias de toda la población para poder estudiar los excedentes totales de toda la población. Con lo que si suponemos que las funciones individuales de utilidad son idénticas, podríamos medir el aumento del bienestar social que se produce del consumo de "Huella Hídrica" en el total de la geografía española.

Sin embargo, como la constancia de la utilidad marginal de la renta y el enfoque cardinal de la utilidad supuestos que subyacerían a esta operación de agregación, plantean importantes dudas teóricas, nos vemos abocados a recurrir al criterio de Pareto y, más en particular, al principio de compensación que suaviza y amplía las posibilidades de aplicación de este criterio. Según este criterio los beneficios obtenidos de la producción, comercialización y consumo de "Huella Hídrica" podrían hacer frente a los costes de los mismos (contemplación de la compensación de costes). A pesar de todo, también aquí aparecerían problemas teóricos y metodológicos ya que, por un lado, no existiría compensación real, debido normalmente a los altos costes de transacción que comportaría su valoración. Y, por otro lado, la compensación variaría según la calculemos antes o después de realizar el proyecto, puesto que éste modificaría la estructura de precios relativos.

En suma, el ACB se fundamenta en estas ideas de referencia de la Economía del Bienestar, aunque su desarrollo operativo obedezca a un enfoque más pragmático debido a los obstáculos teóricos que se han mencionado.

FIGURA 24. Análisis Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2.1. El excedente total como medida de costes y beneficios de la "Huella Hídrica"

El excedente total es la suma de los excedentes de consumidores y productores o beneficios totales netos de la sociedad. La variación en el excedente total como consecuencia de este estudio mide el beneficio social neto producido por el estudio. En primer lugar debemos desglosar los distintos excedentes que configuran el excedente total (E. Total = E. Consumidor +E. Productor):

El excedente del consumidor es la valoración bruta de la cantidad consumida de "Huella Hídrica" de un bien o servicio menos el coste en el que ha tenido que incurrir para poder consumir esta misma cantidad (todo ello en términos monetarios). El excedente del productor es la diferencia entre el ingreso total percibido y el coste total de producir la cantidad vendida de "Huella Hídrica" de un bien o servicio. El excedente total es la suma del excedente del consumidor más el excedente del productor: la valoración bruta de la cantidad consumida de un bien menos el coste total necesario para producir dicha cantidad.

Por ello, en nuestro estudio, atendiendo a la metodología a uso, hemos analizado los excedentes sectoriales (agrícola, industrial y doméstico) de "Huella Hídrica" en España, por subsectores, en el año 2008. El principal problema que encontramos al estudiar los diferentes costes-beneficios y sus correspondientes excedentes (consumidor, productor y total), es la propia concepción del agua como producto en todos los componentes del ciclo del hidrológico. La perdida de recurso hídrico y la falta de datos respecto a la cantidad de agua "clandestina" o "no declarada" que se emplea en buena parte de la producción de bienes y servicios de "Huella Hídrica" dificulta la obtención de unos resultados completamente óptimos.

a. Cálculo del excedente de un consumidor (EC)

Atendiendo a la curva de demanda, estudiada en el punto anterior, de cada uno de los sectores económicos, podemos llegar a la conclusión siguiente: "La valoración del consumidor por unidad consumida va aumentando, a medida que aumenta la cantidad consumida, con lo que presenta una valoración marginal creciente". Lejos de lo que pudiésemos pensar, la tendencia es creciente como consecuencia de esa situación económica expansiva de España, que incrementó sustancialmente el poder adquisitivo de la población (no siempre ligado a un aumento progresivo del nivel de renta, sino más bien del mejor acceso al crédito) lo que ha supuesto una mejora en la calidad de vida de los habitantes, un nivel de vida asociado al que "el que más tiene, más vale".

De igual modo, debemos tener en cuenta que, a la hora de hablar de demanda, hemos empleado el Agua Directa consumida por los consumidores de productos agrícolas, ganaderos, silvícolas, pesqueros, industriales, de la construcción, turísticos y domésticos, con lo que las valoraciones marginales

difieren considerablemente, atendiendo a los distintos bienes y servicios. Al tratarse de una valoración económica de la demanda de "Huella Hídrica" no debemos olvidarnos que las elasticidades-precio en cada uno de los Sectores es diferente con lo que, se hace imprescindible realizar un análisis sectorial distinto para el Sector primario o agrario, el Sector Industrial y de la Construcción, y el Sector Doméstico.

De igual modo, encontramos el problema de la diversidad de gustos, preferencias y necesidades de consumo de los distintos agentes económicos, con lo que se hace imprescindible homogeneizar, mediante parámetros (γ_i), dichas características individuales para facilitar el estudio. De este modo, se han estipulado diferentes parámetros (unidad consumida-valoración marginal) entre los distintos sectores económicos. De este modo, se han estipulado diferentes parámetros (unidad consumida-valoración marginal) entre los distintos sectores económicos.

4.2.1.3. Metodología de cálculo del Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica" en España, por sectores económicos

La metodología de cálculo del "coste-beneficio" de la "Huella Hídrica" de nuestro país, vamos a aplicarla a los sectores económicos.

d. Sector Primario o Agrario

$$U = U(x, y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa la superficie de tierra de cultivo y pastos, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Primario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x, y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + \left(\frac{\delta U}{\delta Y}\right) \cdot \left(\frac{\delta Y}{\delta X}\right)$$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
= 0	negligible

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$\left(\frac{\delta U}{\delta Y}\right) \cdot \left(\frac{\delta Y}{\delta X}\right)$, es el Efecto Indirecto o cruzado

Los datos utilizados en el estudio de la "Huella Hídrica" tienen su origen en el desglose del sector primario en agricultura, ganadería, pesca y selvicultura.

TABLA 25. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Primario

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Agrario	Agricultura	%	77,90	89,10	88,36	83,24
	Ganadería	%	5,98	3,91	2,29	3,66
	Silvicultura	%	15,76	6,90	9,21	12,84
	Pesca	%	0,36	0,09	0,14	0,26
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (2009).

e. Sector Secundario (Industria y Construcción)

$$U = U(x, y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa el VAB de la producción industrial, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Secundario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x, y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
$= 0$	negligible

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + (\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$$

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$(\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$, es el Efecto Indirecto o cruzado

Los datos utilizados en el estudio de la "Huella Hídrica" tienen su origen en el desglose del sector secundario en industria (todas las industrias analizadas en la oferta y demanda de "Huella Hídrica") y el sector de la construcción.

TABLA 26. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Industrial y de la Construcción

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Industria y Construcción	Extractiva	%	0,10	0,37	8,60	3,09
	Ali. Cárnica	%	44,50	18,41	17,11	43,25
	Ali. Bebidas	%	31,70	44,00	36,72	30,11
	Textil	%	2,92	5,34	5,07	2,30
	Madera	%	0,87	2,93	4,07	0,14
	Papel	%	3,03	7,37	7,19	2,41
	Refino Petróleo	%	0,24	0,46	0,34	0,25
	Química	%	1,94	5,30	6,47	0,99
	Materias Plásticas	%	0,77	2,92	2,40	0,68
	Miner. no metálico	%	0,29	1,08	0,41	0,43
	Metalurgia	%	0,85	2,48	2,40	0,65
	Ind. Construcción	%	1,13	3,08	4,46	0,31
	Mat. Transporte	%	1,36	4,22	3,04	1,30
	Manufacturera	%	1,91	2,00	1,69	1,79
	Depura. de Agua	%	1,57	0,00	0,00	1,50
	Energía y Gas	%	0,47	0,04	0,03	0,50
	Construcción	%	6,34	0,00	0,00	10,30
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (2009).

f. Sector Terciario (Servicios, Usos Domésticos, Turismo y Hostelería)

$$U = U(x, y) = X_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

En los que X representa el uso doméstico, de los servicios hosteleros y turísticos, e Y el valor de la "Huella Hídrica" (Suma total del Agua Directa Total del Sector Terciario, el Agua Total Interna, el Agua procedente del Comercio Exterior). Donde x depende a su vez de Y; X=f(Y), ya que se pretende averiguar si "Y" es un coste o un beneficio en términos de la función objetivo U.

$$U = U(x, y) = (Y_{it}^{\beta})_{it}^{\alpha} \cdot Y_{it}^{\beta}$$

Con lo que debemos hallar las derivadas parciales de la utilidad respecto de X como de Y:

Derivada Parcial respecto de X: $\frac{\delta U}{\delta X} = \alpha X_{i2008}^{\alpha-1} \cdot Y_{i2008}^{\beta}$

Deriva Parcial respecto de Y: $\frac{\delta U}{\delta Y} = X_{i2008}^{\alpha} \cdot \beta Y_{i2008}^{\beta-1}$

$$\frac{dU}{dX} = \frac{\delta U}{\delta X} + \left(\frac{\delta U}{\delta Y}\right) \cdot \left(\frac{\delta Y}{\delta X}\right)$$

$\frac{\delta U}{\delta X}$	Comportamiento de X
> 0	Beneficio directo
< 0	Coste directo
$= 0$	negligible

Donde:

$\frac{dU}{dX}$, es el Efecto Total

$\frac{\delta U}{\delta X}$, es la derivada Parcial respecto de X: Efecto Directo.

$(\frac{\delta U}{\delta Y}) \cdot (\frac{\delta Y}{\delta X})$, es el Efecto Indirecto o cruzado

Los datos utilizados en el estudio de la "Huella Hídrica" tienen su origen en el desglose del sector terciario en los usos domésticos y los servicios (hosteleros, turísticos…).

TABLA 27. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Terciario

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Uso Doméstico y Turismo	Residual	%	0,98	0,00	0,00	0,99
	Turismo	%	2,81	0,00	5,72	9,53
	Hostelería	%	42,99	0,00	0,24	40,16
	Servicios y Doméstico	%	53,23	–	94,04	49,32
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (2009).

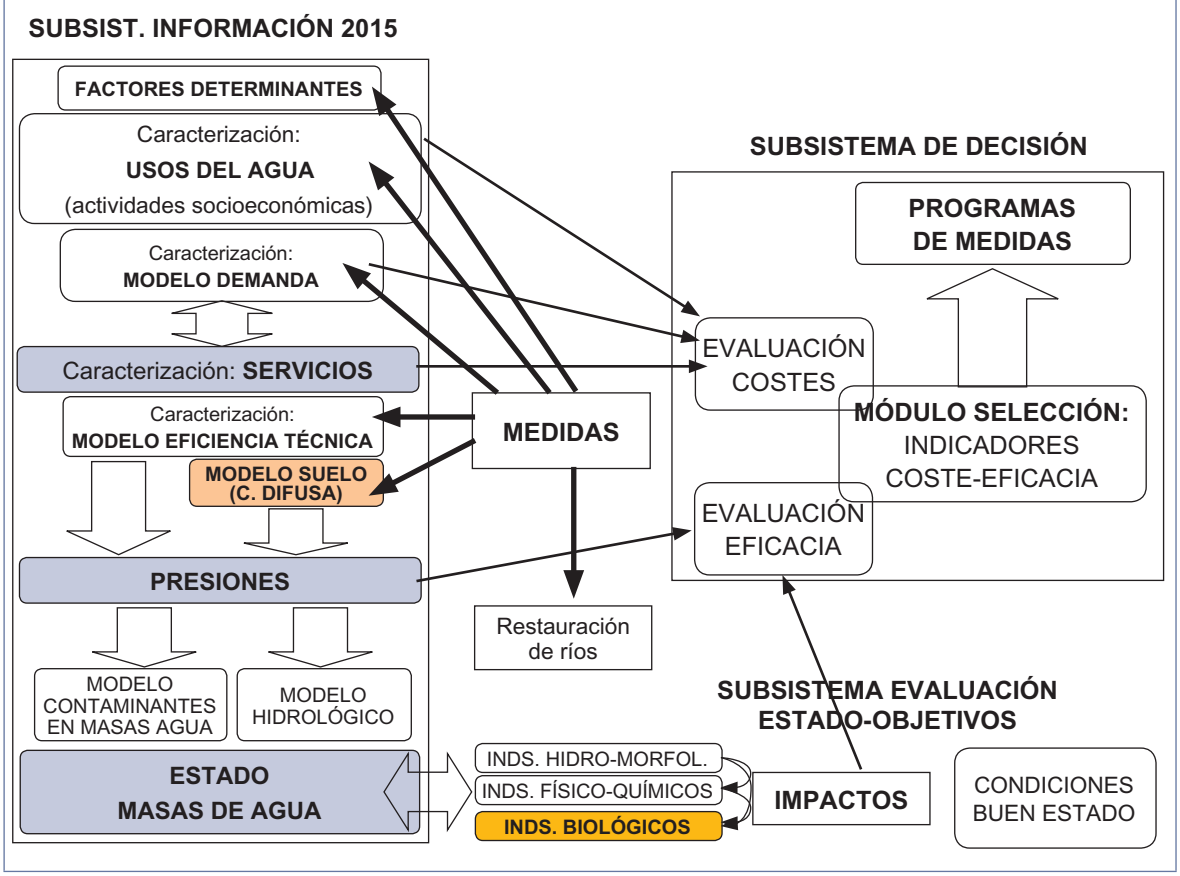
4.2.1.4. Análisis Coste-Eficiencia

Junto con lo tratado respecto del "coste-beneficio" de la "Huella Hídrica", cobra relativo interés el denominado "coste-eficiencia", ya que si bien, el análisis coste-beneficio nos permite realizar una valoración monetaria de la realidad económica de la "Huella Hídrica" en España, no nos permite tener en cuenta cuestiones tan relevantes como los costes de oportunidad o los costes sociales o ambientales, que se pueden generar por la explotación y comercialización del recurso hídrico. Por ello, es necesario realizar un estudio de los costes-eficiencia que se derivan de la realidad compleja de la "Huella Hídrica" en un país como España, en el que, como ya hemos visto, se da una oferta tendencialmente creciente con la demanda de "Huella Hídrica", pero estrechamente dependiente de la renta, las condiciones socio-demográficas, y, los flujos de comercio de bienes y servicios.

4.2.1.4.1. El concepto de eficiencia en la realidad compleja de la "Huella Hídrica"

La estructura del análisis coste-eficiencia, grosso modo, la encontramos recogida en la Figura 25, siguiente.

FIGURA 25. Estructura del Análisis Coste-Eficiencia



Fuente: Josefina Maestu (2006).

La noción de eficiencia (Albi et alias, 2009) se refiere al mejor uso posible de los recursos limitados de los agentes económicos. Un sistema económico es eficiente si no desperdicia recursos, haciendo máximo el bienestar de los individuos. Esto es, llamamos eficiente a un sistema económico en el que no es posible reasignar los recursos existentes de tal forma que algún (o algunos) individuo (s) mejore (n) sin que otro (u otros) empeore (n). A una asignación eficiente se la denomina Pareto eficiente o Pareto óptima.

El análisis coste-eficiencia supone una simplificación del de coste-beneficio, ya que éste nos ha permitido evaluar monetariamente los objetivos perseguidos, pero una buena parte de la información queda indeterminada por el problema de la imposibilidad de hacer un estudio monetario de los costes vs. beneficios sociales o ecológicos, en nuestro caso de la "Huella Hídrica" en algunos sectores o en ciertas Comunidades Autónomas. El análisis coste-eficiencia se realiza de manera análoga al análisis coste-beneficio, pero tomando como base la eficiencia, entendida ésta como la mejora en el bienestar (aunque la literatura económica considera que la eficiencia está únicamente vinculada con la utilidad en vez de con el bienestar) de los individuos de una determinada área geográfica (permite, pues, analizar los costes de oportunidad del consumo vs. producción de un bien escaso como es el "agua").

Para realizar dicho análisis debemos tener en cuenta que, el estudio de la eficiencia, se puede realizar en términos del output o resultado (por ejemplo, el volumen total de agua consumida por una persona en su casa, o el Kg. de tomates que se producen en una huerta), o en términos del input o recurso empleado en el producción (por ejemplo, los litros de agua empleados en la producción de una camiseta o el volumen total de agua que bebe una vaca).

TABLA 28. Matriz Input-Output

DATO INICIA	Objetivo	Medida de Eficiencia	Valores de Referencia
Dado un Output	Minimizar el Input	Input Mínimo/Input Real	= 1 → Óptimo < 1 → Ineficiente
Dado un Input	Maximizar el Output	Output Real/Output Máximo	= 1 → Óptimo < 1 → Ineficiente

Fuente: Elaboración propia, a partir de Valiño, A. (2004).

Hay que observar que la evaluación de la eficiencia se está aquí planteando como la comparación entre una situación real y una hipotética que suponemos óptima. Por eso, es importante la selección de algún indicador que nos aproxime a lo que técnicamente es óptimo, para así estudiar la eficiencia de una unidad productiva o poder comparar unidades entre sí. En este sentido, las técnicas de evaluación de la eficiencia que utilizan este enfoque comparativo son de dos tipos. Las que adoptan como término de referencia óptimo el comportamiento promedio de todas las unidades. Una variante dentro de este tipo es la técnica que se basa en el comportamiento medio esperado de todas las unidades teniendo en cuenta las diferencias en las circunstancias socioeconómicas en las que se desenvuelven las mismas. El otro tipo de técnicas son las que relacionan la eficiencia de una unidad con el mejor comportamiento mostrado por alguna de las unidades, el llamado análisis "frontera". Las unidades eficientes se sitúan en la frontera de producción o de coste, las ineficientes se encuentran por debajo de la frontera de producción o por encima de la frontera de coste (Valiño et alii, 2004).

4.2.2. Resultados del Análisis Coste-Beneficio y Análisis Coste-Eficiencia de la "Huella Hídrica" en España

Antes de ver los diferentes costes y beneficios que se generan de la compleja realidad de la "Huella Hídrica", se hace imprescindible analizar detalladamente los distintos costes que repercuten, directa o indirectamente, sobre los beneficios económicos, ecológicos y sociales, que de dicha "Huella" se derivan.

4.2.2.1. Análisis de los Costes de la "Huella Hídrica" en España

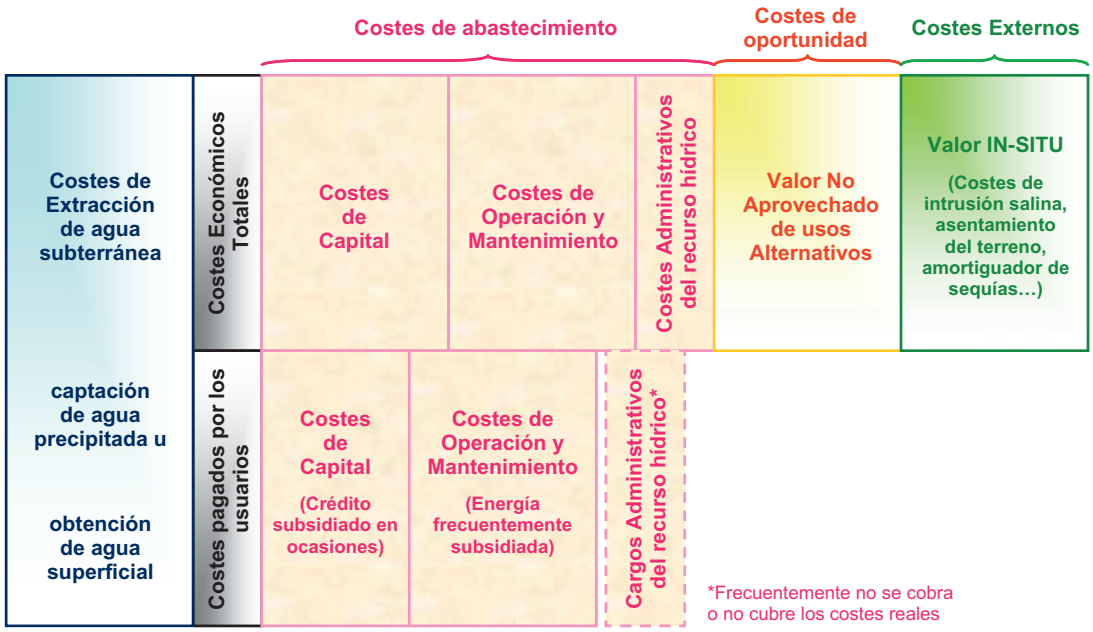
Al tratar de nuestro país, podemos destacar los costes siguientes:

COSTES
Costes de Oportunidad
Costes de Capital
Costes de Obtención
Costes de reposición
Costes de Generación
Costes de Reasignación
Costes Económicos
Costes Ambientales
Coste Sociales

Fuente: Elaboración propia, a partir de EEB (2001).

El análisis y la aplicación de los distintos modelos Coste-Beneficio y Coste-Eficiencia de nuestra "Huella Hídrica", nos lleva a diferenciar los costes monetarios y no monetarios, de la producción y del consumo de "Huella Hídrica", recogidos en la Figura 26,adjunta.

FIGURA 26. Cuadro conceptual de los Costes de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia, a partir del Grupo Base del GW•MATE (2006).

Detengámonos en su descripción.

a. Los Costes de oportunidad o Costes del Recurso

Al hablar de Costes de Oportunidad en la "Huella Hídrica" nos estamos refiriendo a los costes de disponibilidad que resultan de la escasez de agua. Es decir, todos aquellos costes sociales, económicos y ecológicos, que se derivan de la falta de acceso al recurso hídrico para la producción de bienes y servicios y, para el abastecimiento rural y urbano de una sociedad (por cuestiones de escasez). La falta de acceso al agua, incide en la "Huella Hídrica" de un país, limitando la producción y limitando la productividad pero, en muchos casos, las malas praxis en los usos del recurso hídrico es lo que genera dichos costes de oportunidad. Dentro de los costes de oportunidad en la "Huella Hídrica" son;

a.1. Costes vinculados o relacionados con la escasez

Tal y cómo hemos visto anteriormente, el recurso hídrico empleado en la producción y consumo de bienes y servicios, es un bien escaso, estrechamente relacionado a las condiciones climáticas y a las malas prácticas de uso. Con ello, se generan costes de oportunidad en la obtención y consumo de "Huella Hídrica". Dicha escasez puede darse en un momento concreto, durante el verano (vinculado a la falta de lluvias, disminución de las nevadas, el aumento de las temperaturas…) o puede prolongarse a lo largo del tiempo (en zonas más desérticas). El territorio español padece, con regularidad e intensidad diversa según regiones, los efectos de las sequías. La reducción de recursos pluviométricos provoca, a su vez, un descenso de la oferta de agua disponible para satisfacer unas demandas (agrícolas, urbano-turísticas, industriales e hidroeléctricas) en permanente expansión desde mediados del siglo XX. De esta forma, un hecho natural puede verse agravado por la intervención humana, al aumentar la vulnerabilidad de los sistemas de suministro de agua.

a.2. Costes de oportunidad generados por riesgos naturales (no sólo la, ya mencionada, sequía, sino que también las fuertes riadas, el granizo que destruye las cosechas, los incendios forestales que merman los bosques…).

España es uno de los espacios geográficos de Europa más afectado por los peligros de la naturaleza, merced a su propia posición geográfica, su carácter de península rodeada de mares, su topografía y la ocupación humana, de época histórica, que se ha dado en su territorio. Los perjuicios económicos

ocasionados por acontecimientos atmosféricos extraordinarios representan, según años, entre 0,15 % y 1% del Producto Interior Bruto (PIB.), correspondiendo un elevado porcentaje de éstos (60-75%) al sector agrario. En el período 1990-2008 las pérdidas anuales por riesgos de la naturaleza en España se ha elevado a 12.560 millones de €.

a.3. Costes de oportunidad por las condiciones económicas individuales de la población

Otro factor, amén de la escasez del recurso hídrico, lo encontramos en las diferencias socioeconómicas de la población, que incide tanto positiva como negativamente en la compra de bienes y servicios, en la producción agrícola e industrial, en el abastecimiento de agua doméstica, en definitiva en el consumo de "Huella Hídrica". En España, el desarrollo económico expansivo de los últimos años, junto con las posibilidades financieras de acceso al crédito de las familias y empresas, han favorecido el aumento de la demanda de "Huella Hídrica" en nuestro país. De igual modo, las Políticas Comunitarias generaron ingresos (como los Fondos Europeos FEDER, FEOGA…) e incrementaron el poder adquisitivo de los productores en el sector agrario, con lo que se redujeron los costes de oportunidad en dicho sector (a pesar de ello, han generado otros costes asociados como, por ejemplo, costes ambientales y de degradación). Como ya vimos anteriormente, el crecimiento entre los distintos sectores económicos fue desigual pero, a fin y a postre, creciente.

a.4. Costes de oportunidad por la financiación empresarial

A pesar de que en los últimos años, se ha producido una mejora en las infraestructuras, tanto de extracción, captación, depuración, desalación y distribución del recurso hídrico en nuestro país, las dificultades de acceso, en muchas regiones españolas, ha incidido negativamente en la producción (sobre todo agraria e industrial) en España, generando numerosos conflictos políticos. Costes de oportunidad en el acceso al agua de determinados territorios que generan conflictos, como por ejemplo en los transvases de aguas entre Cuencas. La mayor parte de los expertos en estos temas suele admitir hoy que los conflictos hídricos no se deben normalmente a la escasez física de agua sino a la mala, a veces pésima, gestión que realizan los poderes públicos de este recurso (Llamas, 2005).

a.5. Costes de oportunidad vinculados a la accesibilidad al mercado

No toda la "Huella Hídrica" producida y demanda por una sociedad, tiene la posibilidad de salir al mercado, nacional e internacional. Tal y como hemos podido ver en el punto anterior, España es un país consumidor de "Huella Hídrica" pero también es un país, fundamentalmente importador de productos, bienes y servicios. Las Leyes de oferta y demanda, que se rigen en el propio país o en la Unión Europea, en muchas ocasiones difieren de las del resto de países, con los que los flujos de comercio de Agua Virtual en particular y de "Huella Hídrica" en general se ven limitados.

La globalización y la mundialización han producido que, algunos países sean dependientes totalmente de la importación de bienes y servicios, lo que les hace enormemente vulnerables a las decisiones gubernamentales, económicas o políticas, a la hora de acceder a un mercado que les abastezca de alimentos, ropa, agua potable,…

b. Costes de reposición, obtención, generación y reasignación

La aplicación del recurso hídrico en un determinado uso, también conlleva el desabastecimiento de otros usos o funciones (incluidas las relacionadas con los organismos, ecosistemas y paisajes asociados) Las distintas de disponer de agua de determinada calidad surgen de las distintas fuentes de oferta o de las alternativas que ofrece la gestión de la demanda, derivadas del ahorro o la mejora de la eficiencia en el uso o de las ofertas de "Huella Hídrica" por parte de concesionarios que les sobra o sacan poco partido de ella: todo lo cual genera múltiples posibilidades y costes como costes de reposición, reasignación o costes de obtención (Naredo, J.M., 2010).

b.1. Coste de reposición

Dentro de los distintos costes a los que nos enfrentamos al hablar de la "Huella Hídrica" son los distintos costes de reposición del recurso hídrico, atendiendo a la fase de producción o de consumo en la

que nos encontremos. Como bien hemos definido, el agua es un bien escaso, pero fundamental no sólo para la vida sino que también para el desarrollo de todas las actividades económicas de un país como España. Las pérdidas de recursos hídricos en los inputs (como hemos denominado anteriormente a los bienes insumos) utilizados en la producción de outputs (bienes finales, agrarios, industriales o del sector servicios) son muy grandes, con lo que se hace imprescindible incurrir en ciertos cortes de reposición.

Dentro de los costes de reposición encontramos costes de reposición integral y costes de reposición parcial.

b.1.1. Costes de reposición integral

El coste de reposición integral de la "Huella Hídrica" es el coste de reposición artificial del ciclo hidrológico completo en un punto determinado en la producción de bienes y servicios a partir del recurso hídrico. Con ello se generan costes de fabricación (tanto monetarios como energéticos) para poder incidir en la cantidad y calidad ofertada, con la mejor tecnología posible. Un ejemplo de ello son los costes en los que se incurren en la desalación o en la depuración del agua.

b.1.2. Costes de reposición parcial

Por otro lado, los costes de reposición parcial en una masa de agua se basa en la aquellas actividades que se realizan con el fin último de conservar (no de regenerar como en el integral) y mejorar las producciones, aumentando la cantidad pero, también la calidad de los productos (en los que interviene el recurso hídrico). Estos costes son financiados en España, mayoritariamente, por subvenciones estatales y europeas.

b.2. Coste de obtención del recurso

Los costes de obtención del recurso hídrico (insumo fundamental de la "Huella Hídrica") es aquel en el que se incurra para generar y reasignar el recurso hídrico necesario para la producción de bienes y servicios. Dentro de los costes de obtención (que, también pueden denominarse de extracción o captación) encontramos los costes de generación del recurso y de reasignación del recurso.

Los costes de obtención (extracción y captación) recogen todos los costes directos e indirectos relacionados con la gestión, operación y mantenimiento del servicio. Estos se pueden dividir en dos grupos: Costes Fijos y Costes Variables.

– Los Costes Fijos son los independientes de los niveles de consumo, e incluyen partidas tales como: Gastos de personal, donde figuran los costes de la plantilla adscrita al servicio de suministro de agua a poblaciones.

– Gastos de conservación y mantenimiento, que agrupan conceptos como adquisición de materiales, trabajos realizados por terceros, alquileres, gastos generales y administrativos, etc.

– Los Costes Variables, dependientes de los niveles de consumo, que reúnen conceptos como: Consumos (energía, reactivos en el tratamiento y análisis de agua, adquisición de caudales en "alta", etc.).

– Costes de gestión, que incorporan al coste los servicios de lectura, facturación, cobro e impagados, entre otros.

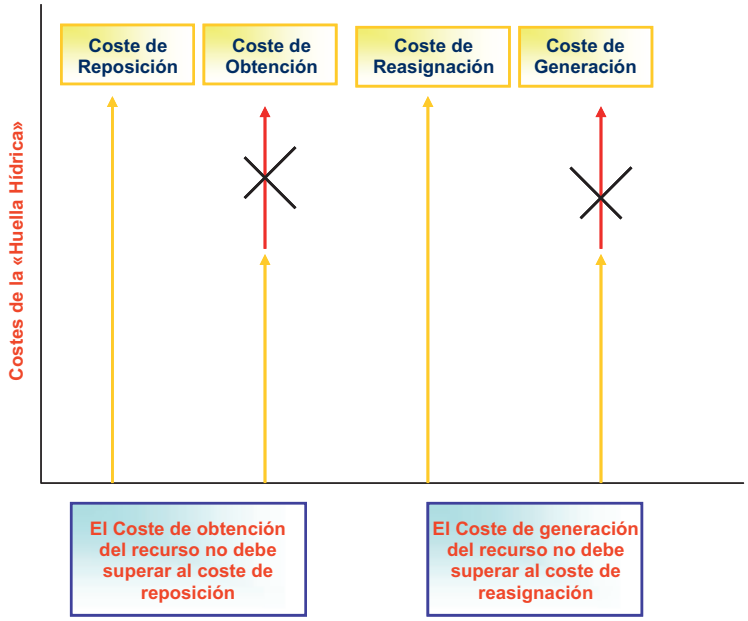
Los costes de generación del recurso en un determinado territorio es el coste (monetario y energético) de poner en ese territorio una determinada cantidad de agua, con la mejor tecnología posible e intentando hacer un uso eficiente de las dotaciones renovables de agua accesible en dicho territorio. Este coste correspondería a la opción más barata de abastecer agua captándola, impulsándola, tratándola y transportándola hasta ponerla en ese punto del territorio con la cantidad y calidad que se precisen. Este coste ya no puede ser ajeno a la escasez física de las fuentes disponibles en el territorio: por eso para determinarlo hay que precisar la cantidad y calidad de agua deseada, habida cuenta la limitación de esas fuentes (en cantidad y calidad) y plantea, además, costes de oportunidad respecto al posible uso alternativo de esas fuentes, por el que compiten otros puntos del territorio. Por ejemplo, el uso agrario del agua en la fuente, al evaporar una buena parte de ella y concentrar las sales en el resto, limita la posibilidad de utilizarla aguas abajo. Este coste sintetizaría así los correspondientes a la combinación de fuentes y medios disponibles, tomando los de menor coste para conseguir la cantidad y calidad de agua propuesta en el punto del territorio que se determine. Cabe construir, así, el mapa del coste (energético

y monetario) de generación de los recursos utilizados y otro de la generación de nuevos recursos para planear los usos en un territorio, atendiendo a lo que en economía se llaman costes marginales. Esto es lo que más o menos ha venido haciendo implícitamente la especie humana a lo largo de su historia, al emplazar las aglomeraciones de población en lugares con buenas dotaciones de agua y, en general, adaptando los usos al agua disponible. Sin embargo esto es lo que no ocurre en los últimos tiempos cuando, al amparo de las nuevas posibilidades de fabricación, transporte y abastecimiento de agua, se promueven, por ejemplo, grandes aglomeraciones de población y actividades muy exigentes en agua en zonas extremadamente áridas, sin reparar en los costes que conlleva su abastecimiento. Y esto es lo que trata de controlar la Directiva Marco del Agua, cuando habla de tener en cuenta el coste del recurso y el coste ambiental que ocasiona su uso, a fin de poner de nuevo la cordura económica en la gestión del agua y el territorio contando con el nuevo marco tecnológico.

De igual modo, se puede incurrir en costes de reasignación del recurso mediante el reciclaje y la depuración de las aguas ya utilizadas, para hacer frente al problema de la escasez, pero también para favorecer el ahorro energético. Estos costes tienen dos componentes de costes agregados (energético, monetario y de inversión) uno orientado hacia el ahorro y la mejor de la eficiencia (operaciones de captación, impulsión, transporte o tratamiento).

En el componente monetario cobran gran importancia los costes de oportunidad y la disposición a pagar y a cobrar por el agua de los distintos usuarios y concesionarios que pueden dar lugar a transacciones mercantiles generalizadas articuladas en forma de “bancos” o de “mercados de agua”, atendiendo a las orientaciones del marco institucional y normativo. Los precios del agua que afloren en estas transacciones dependerán de ese marco institucional. En la medida en la que éste favorezca la plena repercusión sobre los precios de los costes de las operaciones de ahorro y abastecimiento incluidas en el primer componente antes mencionado, así como la amplitud y transparencia de dichas transacciones, los precios informarán solventemente del coste de reasignación del recurso. Si existe esta transparencia cabe suponer también que los usos más valorados quedarán satisfechos y que los costes de oportunidad no llegarán a superar la disposición a pagar de estos usos, salvo excepciones en las que, por razones sociales,… o ecológicas, se quieran asegurar ciertos abastecimientos a bajo precio. (Naredo, J.M., 2010). Así mismo, cabe suponer que no se pondrán en marcha operaciones de generación de nuevos recursos cuyo coste sea superior al coste de reasignación de los recursos ya existentes. Es decir, que una gestión económicamente razonable sugiere que el coste de generación de nuevos recursos no debería superar al coste de reasignación del recurso (como sintetiza el esquema adjunto). Como tampoco que el coste de generación de nuevos recursos llegue a superar al coste de reposición (integral o parcial) del recurso localmente disponible. La tradicional política de promoción de obras hidráulicas ha violado ambos principios de buena gestión en numerosas ocasiones.

FIGURA 27. Reposición-Obtención y Reasignación-Generación de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia, a partir de Naredo, J.M. (2007).

El hecho de que no existan en España precios del agua fruto de transacciones institucionalizadas de forma amplia y transparente en forma de "bancos" o "mercados de agua" acarrea la desinformación sobre el coste local de reasignación del recurso y hace que se promuevan y subvencionen impunemente desde la administración megaproyectos hidráulicos con costes de generación de nuevos recursos previsiblemente muy superiores a los de reasignación local del recurso. (Naredo, J.M., 2010).

c. Costes ambientales

Los impactos locales pueden ocurrir por la sobreexplotación o la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, o debido a una reasignación del flujo de agua verde evaporada desde la vegetación natural a los cultivos. Los impactos ambientales en una cuenta hidrográfica pueden ocurrir cuando existen pequeñas extracciones de agua o flujos de residuos que se acumulan y causan impactos posteriores río abajo en ecosistemas acuáticos o terrestres adyacentes al río. A nivel global, todas las huellas hídricas que se van sumando crean una situación en la cual la escasez de agua dulce conduce a su sobreexplotación. Siendo importante analizar si esta situación se puede reducir o evitar. Cuando las captaciones son bastante pequeñas (menos de 100 km^2), se realiza una evaluación ambiental a nivel micro. En este caso, se incluyen los impactos que se producen dentro de la zona donde se evalúa la "Huella Hídrica", pero los impactos aguas abajo no se incluirían en el estudio.

Se pueden identificar los puntos conflictivos o calientes de la "Huella Hídrica" de un producto, de un consumidor o de un productor en función de los componentes que se localizan en la cuenca donde se consume o se contamina agua a costa de la calidad de los ecosistemas naturales. En este nivel, el impacto de la "Huella Hídrica" de un producto, un consumidor o un productor, siempre dependerá de la suma de las huellas hídricas de todas las actividades en relación con los recursos disponibles de agua y su capacidad de asimilación. A partir de la evaluación ambiental, surgen tres impactos importantes: la escasez de agua verde, la escasez de agua azul y el nivel de contaminación del agua.

d. El coste de los servicios asociados al agua

El coste de los servicios asociados a la "Huella Hídrica" es el coste monetario en el que se incurren en la captación, extracción, regulación, transporte del agua verde procedente de las precipitaciones o del agua azul de los ríos, lagos o embalses; el tratamiento de abastecimiento, recogida y depuración del

agua gris. Todos estos costes son soportados por las Administraciones Públicas, tanto estatales como locales, encargadas de la regulación y control de dichas actividades. En España, gracias a la mejora en la obras hidráulicas (más eficientes, menos contaminantes y más baratas), los costes en los que se incurren tienden a ser menores, puesto que no generan nuevos costes asociados. Lo que si se generan son costes en investigación, en I+D+i para la creación de nuevas infraestructuras cada vez mejores, de mayor calidad, que maximicen los beneficios, minimizando los costes.

e. Costes de comercialización vinculados a la Globalización

La Globalización, término acuñado a la situación actual de la economía moderna, ha favorecido la aparición de un modelo de producción flexible (vinculada a grandes cambios tecnológicos) que, junto a la apertura de los mercados, ha generado movimientos de capital y un comercio internacional de bienes y servicios a escala mundial. Esto, en muchos casos, ha supuesto un gran coste puesto que los efectos indirectos del consumo de un país se externalizan a otros.

En la agricultura, el agua sigue teniendo precios muy por debajo de su coste real, mientras que cada vez se usa más agua para procesar productos destinados a la exportación. Los costes asociados al uso del agua en el país exportador no se incluyen en el precio de los productos consumidos en el país importador. Los consumidores no suelen ser conscientes de los problemas en materia de agua de los países donde se producen los bienes que se consumen, ni pagan por ello.

Otro coste asociado a las transferencias de agua virtual internacionales es que muchos países dependen cada vez más de la importación de bienes intensivos en agua de otros países. La creciente falta de autosuficiencia ha aumentado la vulnerabilidad de algunos países puesto que, en caso de que no se puedan importar bienes agrarios, puede suponer la muerte por inanición de un país.

f. Costes Sociales

Desde una perspectiva social, la sostenibilidad de la "Huella Hídrica" se relaciona con temas como el reparto equitativo, los efectos externos, los oportunistas, el empleo y la salud humana.

El reparto equitativo se analiza por ejemplo, cuando en la zona hay un gran consumidor de agua que obtiene grandes beneficios por la producción de productos de exportación, mientras las Comunidades de alrededor no obtienen beneficio alguno y además sufren la contaminación ocasionada por este usuario. A nivel de cuenca hidrográfica, el reparto equitativo se analiza cuando la extracción de agua se realiza río arriba, se consumen grandes cantidades y la contaminación se produce a costa de los usuarios río abajo. En una escala global, la equidad toma mayor relevancia, porque algunos consumidores tienen una "Huella Hídrica" cinco veces superior que otros, y los recursos de agua dulce a nivel mundial son limitados. Aparte de la cuestión de la equidad dentro de esta generación, está la cuestión de la equidad intergeneracional.

Los efectos externos son muy frecuentes en el empleo de los recursos hídricos: los costes del consumo y de la contaminación por la población ubicada aguas arriba de una cuenca hidrográfica no compensan a los consumidores aguas abajo. Los oportunistas son aquellos que extraen agua de los acuíferos o de los ríos en mayor cantidad que otros.

En relación con el empleo, ocurre en muchas regiones que la producción de cultivos en una cuenca lleva a la sobreexplotación de los recursos hídricos disponibles, que se pone de manifiesto por ejemplo, en la disminución de la capa freática. Este tipo de "Huella Hídrica" debe reducirse, pero puede ocurrir que sea a costa del empleo regional, efecto no deseado. La "Huella Hídrica" suele ser especialmente alta por el consumo de agua en la agricultura, que en muchos países es un sector importante de empleo.

Por último, la "Huella Hídrica" gris puede afectar a la salud humana, tanto en el punto de eliminación de residuos como aguas abajo.

g. Costes Económicos

Una determinada "Huella Hídrica" siempre puede estar asociada con la creación de un determinado valor económico. Por ejemplo, el agua dulce puede ser considerada como un factor de producción. Idealmente, el agua dulce se utiliza de manera que cree el más alto nivel de bienestar, entendiendo el bienestar en un sentido amplio e incluyendo cualquier valor que la sociedad considere pertinente. Sin

embargo, en la práctica solo pocas de las condiciones requeridas para el uso eficiente del agua se cumplen.

Los costes económicos de la "Huella Hídrica" en el presente estudio, se han vinculado con los costes monetarios de producción, distribución y consumo de los bienes y servicios que se generan en cada uno de los sectores y subsectores analizados (primario: agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; secundario: sector industrial y sector de la construcción; y terciario; sector servicios y doméstico).

Generalmente, el abastecimiento de agua está altamente subsidiado, y en ocasiones no es asignada a los fines que crean el mayor beneficio posible a la sociedad y, la escasez de agua, la contaminación y los costes externos del abastecimiento de agua generalmente no se traducen en un coste real para el consumidor. Como consecuencia, los patrones de consumo están, en general, muy lejos del óptimo económico. El bienestar perdido de esta manera es lo que se puede considerar como el impacto económico (negativo) de la "Huella Hídrica".

Entre las razones por las cuales las condiciones para el uso eficiente del agua no se cumplen, destacan dos:

- Debido al carácter público del agua y la ausencia física de la propiedad privada, no existe un mercado que establezca un precio de agua que se base en la oferta y la demanda, y que refleje su escasez.
- En parte como resultado de la anterior, los usuarios suelen pagar un precio por el agua dulce que está muy por debajo de su valor económico real.

La mayoría de los gobiernos subsidian el suministro de agua a gran escala mediante la inversión en infraestructura como presas, canales, purificación de agua, sistemas de distribución y tratamiento de aguas residuales. Estos costes generalmente no se cobran a los consumidores, y como resultado, existe un insuficiente interés comercial por parte de los consumidores para ahorrar agua.

Además, la escasez de agua por lo general no se traduce como un componente adicional del precio de los bienes y servicios que se producen con el agua, como sucede de forma natural en el caso de los bienes privados.

Finalmente, los consumidores, por lo general, no pagan por los impactos negativos que causan en las personas o en los ecosistemas aguas abajo. Por tanto, las entradas de agua no forman un componente importante del precio total, e inclusive de los productos que más consumen agua. En definitiva, la producción de bienes no es, o no está suficientemente, regulado por la escasez de agua.

El impacto económico de la "Huella Hídrica" está relacionado de alguna manera con la ineficiencia en el uso del agua. Se pueden distinguir tres niveles en los que se puede considerar la eficiencia del uso del agua: local, cuenca hidrográfica y global (Hoekstra y Hung, 2002, 2005).

A nivel local, o del consumidor, la pregunta es si se pueden utilizar menos recursos hídricos para producir el mismo bien o servicio y lograr el mismo beneficio. La cuestión está en la cantidad de bienes producidos por unidad de agua. En la agricultura, la pregunta es: ¿podemos pedir "más por cada gota". La eficiencia del consumo local de agua en ocasiones se denomina "eficiencia productiva", y se puede expresar en términos de unidad de producto por unidad de agua, por ejemplo en t m^{-3}. Ésta eficiencia se puede incentivar mediante el impulso de las tecnologías de ahorro de agua, como son los precios de tarificación basados en el coste marginal total, subsidiando una mejor tecnología, mayores impuestos a las tecnologías que desperdician agua, y/o la concientización de los consumidores sobre el valor del ahorro de agua.

A nivel de cuenca hidrográfica o de zona de captación, la pregunta es cómo los recursos hídricos disponibles son asignados a los diferentes usos. Para ello es necesario conocer si se puede pedir un mayor "valor por gota". La eficiencia en el consumo eficiente del agua a este nivel también se la denomina "asignación de eficiencia", y se expresa en términos de valor monetario obtenido por unidad de agua, por ejemplo en euro m^{-3}. Este tipo de eficiencia se puede mejorar mediante la reasignación de agua a las zonas y los propósitos que generan el mayor beneficio marginal.

Finalmente, a un nivel superior al de cuenca hidrográfica, es importante preguntarse qué regiones del mundo tienen una ventaja comparativa en la producción de bienes intensivos en agua y qué regiones tienen una desventaja comparativa. La "eficiencia global de uso del agua" se puede incrementar si los países utilizan sus ventajas y desventajas comparativas para alentar o desalentar a determinados tipos

de producción. Los factores que influyen en que un país tenga una ventaja comparativa o una desventaja en la producción de un determinado producto intensivo en agua son:

- el clima regional,
- el grado de escasez de agua regional,
- la disponibilidad y la utilización real de tecnologías hídricas,
- el suelo,
- la productividad laboral, entre otros.

g.1. Coste de capital correspondiente de las inversiones: recogen la depreciación económica de las inversiones de las infraestructuras en los diferentes "Sistemas de Explotación" de gestión de la oferta de bienes y servicios que configuran la "Huella Hídrica". Por ejemplo, empresas como las piscifactorías, las centrales hidroeléctricas, las fábricas de conservas, los hoteles y restaurantes o, grandes obras de ingeniería para la obtención de recursos hídricos como embalses, presas, depuradoras.

g.2. Costes directos de producción: recogen los costes directamente asociados a la operación y mantenimiento de las infraestructuras específicas que regulan o transportan agua a las diferentes unidades de demanda dentro de cada Sistema de Explotación. En esta categoría se incluyen los costes de mano de obra, aprovisionamientos, mantenimiento y conservación. En general, todos los comprendidos para el funcionamiento y la conservación de las infraestructuras.

g.3. Costes indirectos: recoge los costes generales de administración de los organismos públicos y privados. Dichos costes generales se imputan en función de criterios de reparto homogéneos entre todas las infraestructuras de los diferentes sistemas de explotación para la gestión de la oferta de agua. No todos los costes generales se imputan a los servicios de explotación, ya que se considera que un porcentaje de estos costes van destinados a otras actividades competencia de las Confederaciones (Comisaría de Aguas, Administración del Dominio Público Hidráulico, aforos, etc.).

4.2.2.2. Resultados Finales de los Costes-Beneficios de la "Huella Hídrica" en España

En primer lugar, debemos tener en cuenta que todos los costes, económicos, ecológicos y sociales, repercuten sobre la economía general de España (y de aquellos países con los que se comercializa) con lo que generan costes monetarios directos e indirectos sobre los individuos, es decir, sobre los consumidores y productores de bienes y servicios que configuran la "Huella Hídrica". De igual modo, cada uno de los costes ambientales y económicos inciden de manera directa o indirecta sobre el conjunto de la sociedad, aumentando, no sólo el nivel económico de los individuos, familiar, consumidores, productores, empresarios, … sino que también su calidad de vida.

En la siguiente tabla, se recogen de manera más resumida, cada uno de los costes económicos, ecológicos y sociales (atendiendo también a los costes de oportunidad) de la producción de bienes y servicios de "Huella Hídrica" en España.

1. Costes y beneficios económicos de la "Huella Hídrica" en España

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Agrario	Agricultura	%	77,90	89,10	88,36	83,24
	Ganadería	%	5,98	3,91	2,29	3,66
	Silvicultura	%	15,76	6,90	9,21	12,84
	Pesca	%	0,36	0,09	0,14	0,26
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Industria y Construcción	Extractiva	%	0,10	0,37	8,60	3,09
	Ali. Cárnica	%	44,50	18,41	17,11	43,25
	Ali. Bebidas	%	31,70	44,00	36,72	30,11
	Textil	%	2,92	5,34	5,07	2,30
	Madera	%	0,87	2,93	4,07	0,14
	Papel	%	3,03	7,37	7,19	2,41
	Refino Petróleo	%	0,24	0,46	0,34	0,25
	Química	%	1,94	5,30	6,47	0,99
	Materias Plásticas	%	0,77	2,92	2,40	0,68
	Miner. no metálico	%	0,29	1,08	0,41	0,43
	Metalurgia	%	0,85	2,48	2,40	0,65
	Ind. Construcción	%	1,13	3,08	4,46	0,31
	Mat. Transporte	%	1,36	4,22	3,04	1,30
	Manufacturera	%	1,91	2,00	1,69	1,79
	Depura. de Agua	%	1,57	0,00	0,00	1,50
	Energía y Gas	%	0,47	0,04	0,03	0,50
	Construcción	%	6,34	0,00	0,00	10,30
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Uso Doméstico y Turismo	Residual	%	0,98	0,00	0,00	0,99
	Turismo	%	2,81	0,00	5,72	9,53
	Hostelería	%	42,99	0,00	0,24	40,16
	Servicios y Doméstico	%	53,23	–	94,04	49,32
	Total	%	100,00	100,00	100,00	100,00

			Costes de Producción	Costes de Distribución	Costes de Consumo	Beneficios económicos
Oferta Huella Hídrica Total	S. Primario	%	72,99	28,26	26,15	51,61
	S. Secundario	%	17,61	55,54	58,13	29,53
	S. Terciario	%	9,4	16,20	15,72	18,86
	Total	%	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del MARM (2008), INE (2009), Hoekstra, A. y Chapagain, A. (2010).

2. Costes-beneficios sociales y costes-beneficios de oportunidad

COSTES

S. Agrario

✓ Genera deseconomías de escala y Rendimientos a escala; esto repercute en la sociedad, generando ciertos desequilibrios, sobre todo en términos de poder adquisitivo.

✓ La clara dependencia del Sector Agrario del exterior (importa más de lo que produce o exporta), respecto a la producción de bienes de "Huella Hídrica", hace que sea un sector dependiente de los subsidios estatales y de la Unión Europea y, por tanto, muy vulnerable ante los cambios políticos y económicos. En caso de que desaparezcan las ayudas, el peso de la producción de bienes agrarios caerá drásticamente, lo que repercutirá sobre el consumo de la población.

✓ España es un país de contrastes climáticos, edáficos y de relieve, lo que genera disparidades entre los distintos territorios influyendo, en muchos casos, negativamente en la productividad del sector agrario. Con lo que repercute sobre el empleo y, por ende, sobre la renta del sector disminuyéndolos.

S. Industrial

✓ El incremento de la producción industrial puede incrementar la contaminación del recurso hídrico, del aire o del medio, incidiendo negativamente sobre la salud de la población.

✓ De igual modo, un aumento de agua gris incrementará los precios de los bienes y servicios industriales, repercutiendo sobre el precio final que pagan los consumidores. De este modo se corre el peligro de la aparición de bienes sustitutivos más baratos que hagan frente a la demanda de los consumidores, aumentando la competencia y, con ello, las explotaciones.

✓ El transporte de bienes y servicios industriales, por carretera se ha incrementado sustancialmente a los largo de estos años en España, lo que produce contaminación acústica. Esto genera una presión sobre el servicio sanitario por la repercusión negativa que tiene sobre la salud humana.

✓ El aumento de la producción de alimentos y bebidas embasadas y congeladas, con el fin de hace de España un país dependiente de dichas industrias.

✓ La especulación en el sector de la construcción antes, durante y después de la "crisis del ladrillo" en España, incrementó sustancialmente, no sólo la demanda, uso y empleo del recurso hídrico (sobreexplotándolo e incrementando sus costes de reposición y abastecimiento) sino que repercutió sobre los precios de dichos bienes inmuebles, sobredimensionando su coste real, con lo que se ha generado una crisis financiera familiar insostenible. Esto ha llevado a muchas familias a la quiebra.

S. Doméstico

✓ El turismo ejerce una presión muy grande sobre el territorio español. Esto hace que las demandas de recursos hídricos se disparen, sobre todo en épocas estacionales, con lo que la demanda de "Huella Hídrica" tiende a aumentar y, por ende, su oferta.

✓ En el uso doméstico, la demanda de "Huella Hídrica" muestra una tendencia alcista. Con lo que la dependencia familiar y del sector servicios de estos bienes y servicios ha sido creciente en los últimos años-. Esto ha repercutido negativamente sobre el consumo de las familias puesto que, al aumentar la demanda, se han incrementado los precios de consumo en más de un 2% al año (todo ello camuflado bajo el nombre de "campañas de concienciación" para la conservación de dicho bien.

BENEFICIOS

S. Agrario

✓ La inversión en la mejora de la captación y explotación del recurso hídrico, mediante el uso de una tecnología más productiva y eficaz, tales como las técnicas de cultivo bajo plástico, el regadío por goteo y aspersión, evitando desperdiciar el agua verde y azul, han incrementado la productividad de ciertos cultivos en algunas regiones españolas. Esto permite, no sólo hacer frente a la demanda nacional de bienes agrarios sino que también permiten hacer frente a la demanda exterior de dichos bienes, ejerciendo un mayor peso sobre el PIB nacional y sobre la renta de la población (tanto en el sector agrario como en el industrial y el doméstico). Han reducido (aunque no eliminado, ya que España continúa siendo un país muy dependiente de "Huella Hídrica" agraria externa) la dependencia de nuestro país, de los bienes agrarios exteriores.

✓ Las mejoras tecnológicas junto con la apertura al mercado exterior y las mejoras en la economía española han permitido la aparición de "denominaciones de origen" de ciertos bienes (entre ellos el agua, el vino, los quesos o el jamón). Con lo que ha producido un aumento de la riqueza real del país.

✓ Los procesos de repoblación no sólo han favorecido a la producción silvícola, sino que han permitido la continuación mejorada del ciclo hidrológico.

S. Industrial

✓ Con el fin de reducir el consumo industrial real (en términos de VAB) del recurso hídrico, se ha fomentado la inversión en I+D+i . Este aumento en la inversión en Investigación, ha supuesto un reclamo de conocimiento y de riqueza cultural de la sociedad, con lo que la producción de estos bienes y servicios necesitan de una mano de obra cualificada. Esta cualificación suponen un crecimiento real de la población, lo que debería traducirse en su nivel económico.

✓ A pesar de que la presión sobre el territorio de estas industrias es muy grande y que el crecimiento de las construcciones de zonas residenciales ha sido desmesurado, esto ha supuesto un mayor dinamismo de la población (no sólo han mejorado las comunicaciones, la alimentación y el desarrollo tecnológico) abriendo las puertas de España, (y con ello me refiero a su población) aún más hacia el exterior.

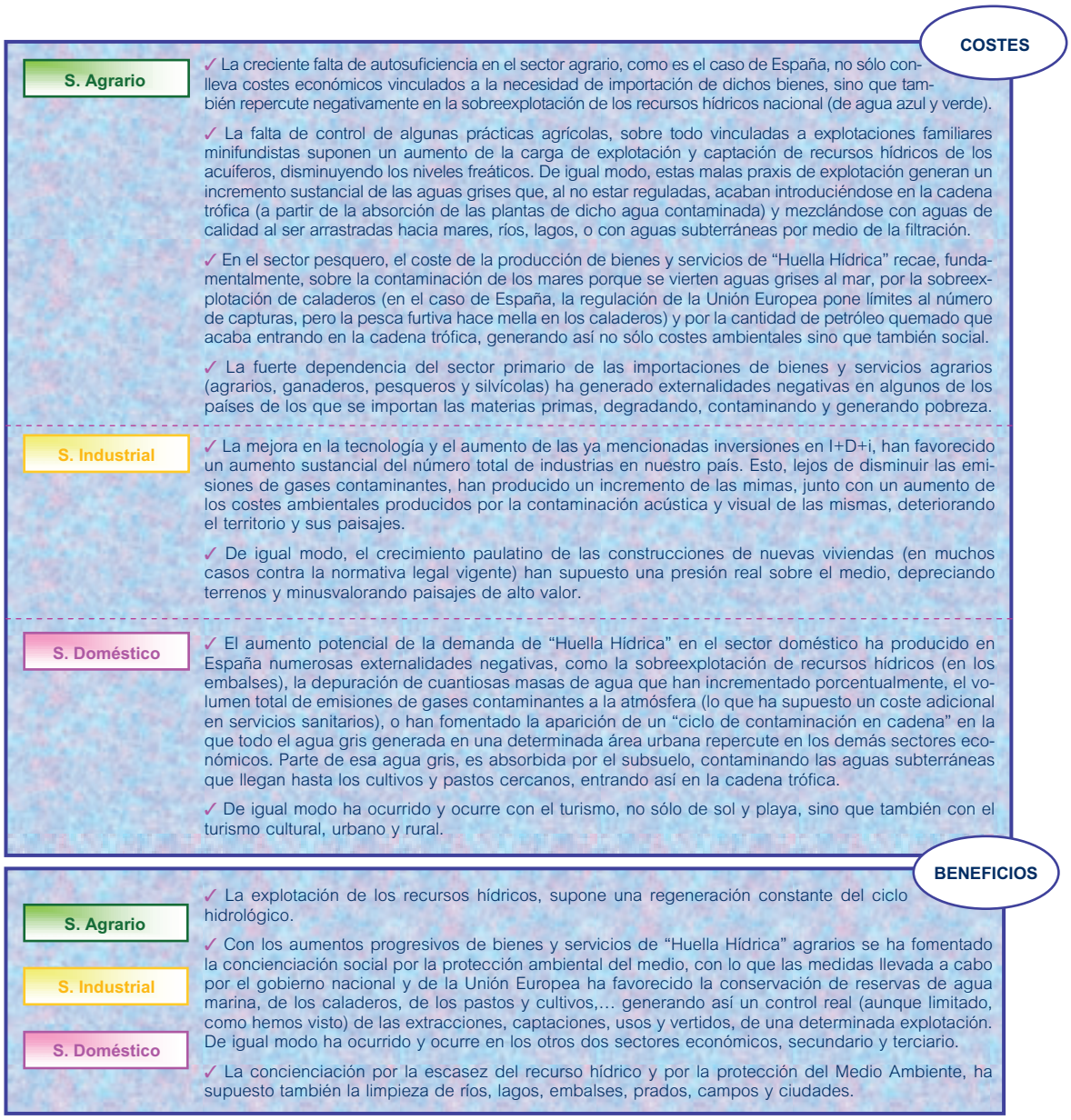
S. Doméstico

✓ La tarificación ha permitido el control del consumo de "Huella Hídrica" evitando la sobreexplotación de las dotaciones, favoreciendo un uso racional de agua verde y azul. Con lo que la presión sobre el medio es menor e incide sobre la población mediante una dotación óptima tanto en cantidad como en calidad.

✓ El aumento de la demanda de "Huella Hídrica", proveniente del turismo y el reclamo hostelero, ha favorecido la mejora en la equidad (tanto horizontal como vertical) del reparto del recurso hídrico y de las mejoras en la calidad y bienestar de la población española.

✓ Las inversiones en depuración han permitido el uso continuado del agua gris, cada vez mayor en los grandes núcleos urbanos y periurbanos, disminuyendo así la carga sobre el agua azul y verde, y mejorando la calidad de vida de la población urbana fundamentalmente, por la reutilización de dicha agua gris, en el regado de parques, jardines, campos de golf, centros hoteleros…

3. Costes-beneficios ambientales



Es de esta forma como tras el estudio de los modelos coste-beneficio y coste-eficiencia de la "Huella Hídrica" española, a continuación pasamos a estudiar el precio de la susodicha "Huella". De esta forma, nos encontramos con que el objetivo principal de un sistema de precios es retribuir a los factores de producción que han participado en la producción y el intercambio de bienes y servicios de un mercado. El precio es la guía de la escasez relativa de los bienes y factores productivos en una economía, supone la valoración cuantitativa de los esfuerzos en la realización de las actividades económicas. El precio es reconocido como uno de los instrumentos económicos más recomendables para la mejora de la eficiencia en la gestión del agua, tanto en los países ricos como en los países en vías de desarrollo.

Como instrumento de planificación, la política de precios debe basarse en una serie de principios formulados por diversos organismos internacionales (Comisión Europea, OCDE, ONU, etc.). Estos principios han sufrido una evolución conforme las demandas sociales evolucionaban, a la par que se modificaban las necesidades de los servicios.

En la comentada y citada en nuestro estudio, Directiva Marco del Agua (Comisión Europea, 2000) se puede considerar que las políticas de precios para lograr los objetivos medioambientales y de eficiencia

económica han de basarse en los siguientes principios y proposiciones: a) La aplicación del principio de recuperación de los costes. Este principio no es aplicable de manera absoluta, ya que la propia DMA establece que los *Estados miembros podrán tener en cuenta los efectos sociales, medioambientales y económicos de la recuperación y las condiciones geográficas y climáticas de la región o regiones afectadas.* b) La aplicación de estructuras de tarificación incentivadoras del uso eficiente del agua y la eficacia ambiental. Uno de los grandes pilares de la política del agua derivada de la implantación de la DMA es introducir *adecuados incentivos* para el uso *eficiente* y contribuir al *cumplimiento de los objetivos ambientales.* En este sentido, el análisis de la demanda de agua, su elasticidad, los precios que reflejen la escasez del recurso y la disposición a pagar por parte de los usuarios cobran especial relevancia, sobre todo cuando se estudia la "Huella Hídrica" de un territorio, como el español. c) Evaluación de los costes ambientales y, procurar, una internalización de dichos costes en los precios aplicados a los distintos usuarios. Esto conlleva políticas de precios que internalicen las externalidades en las decisiones de los productores y consumidores y con ello se procure la sostenibilidad en el uso de los recursos. d) Aplicación del principio de *transparencia* y participación de los usuarios en la fijación de los precios. Proceso que debe contar con la información adecuada ya que a menudo estos servicios se prestan en régimen de monopolio y la participación de los usuarios/consumidores para la elaboración y aceptación de una política de precios clara y adecuada a los objetivos pretendidos. e) Consideraciones de los aspectos sociales y su impacto en las políticas de precios del agua. Los objetivos sociales pueden integrarse en las políticas de tarificación y otras medidas complementarias para el cumplimiento de todos ellos. Sin embargo, las políticas sociales en este ámbito tienen un papel muy limitado. El nexo común de todos los principios postulados por los organismos internacionales se sintetizan en el cumplimiento de los principios de eficiencia y equidad. Eficiencia en la recaudación, el uso de los recursos hídricos y en la asignación. Equidad, como componente social de los precios de servicios básicos. Sin lugar a dudas, todos estos principios pueden servirnos de punto de partida, en el estudio de los precios de la "Huella Hídrica" de España.

4.3. El precio de la "Huella Hídrica" en España: diferencias territoriales

Para la fijación de precios, la regla de eficiencia en la asignación de recursos por parte del mercado nos indica que será más eficiente cuanto menor sea la dispersión de precios y mayor elasticidad presenten. De esta forma aquellas estructuras de tarifas del agua que determinan la fijación de niveles de precios sobre la base de los costes marginales, pretenden conseguir el uso óptimo de la capacidad existente, y sólo cuando esa capacidad se supere, se justifica la inversión adicional. En estos casos, entonces, se consigue la utilización más eficiente de la capacidad de producción y la racionalización de las inversiones. A la hora de determinar el nivel de los precios conforme al criterio del coste marginal, hay que tener presente que cuando la industria del agua produce con exceso de capacidad, los costes marginales a largo plazo coincide con los costes marginales a corto plazo, siempre que no entremos en situación de congestión. De esta manera, en el análisis se puede obviar el condicionante de nuevas inversiones para incrementar esta capacidad de producción.

Desde una perspectiva territorial la vinculación existente entre la oferta y la demanda de agua y la cuantificación de esta a través de los precios de la "Huella Hídrica" en el territorio español, suscita gran interés y conflictos tanto políticos como poblacionales. Una de las principales causas de esta problemática recae en la, ya mencionada, escasez de un recursos intensivamente demandado, ya que el agua es demandada no sólo como bien primario para el consumo doméstico-personal sino que tiene presencia en la mayor parte de las actividades económicas, en las cadenas de producción. Con lo que en los últimos años ha ido tomando más fuerza la idea de que la gestión del agua debe plantearse en el marco de una estrategia territorial de referencia (en el caso español se encuadra dentro de las Confederaciones Hidrográficas) que sirva como instrumento de planificación, política territorial y permita la formulación de estrategias explícitas de disponibilidad, demanda y utilización del agua en cada región.

De igual modo, la relación entre la "Huella Hídrica" y el territorio se vincula con el hecho de que el recurso hídrico precipita (agua azul), fluye (agua verde) y se utiliza generando agua gris. Con lo que toda actividad económica, aunque no tenga un objetivo hidráulico, influye sobre su generación y circulación, con lo que ha de estar regulada mediante, una política de agua y mediante la tarificación de precios y tasas, con el fin de controlar el recurso hídrico, regular el funcionamiento real del mercado y promover un

modelo de desarrollo territorial sostenible, que regule el consumo de recursos hídricos, no sólo en cantidad sino que también en calidad. Con lo que, el presente análisis territorial sobre los precios del agua se presenta como un enclave fundamental para concretar la dinámica de desarrollo rural, industrial, urbano y turístico actual, basado en una agricultura cuyo crecimiento es progresivo al aumento demográfico, el modelo de turismo de sol, playa (estacional) y cultural es predominante, el desarrollo urbano vigente está basado en un crecimiento desmesurado de las construcciones concentradas en núcleos urbanos y dispersas en ámbitos rurales.

Atendiendo a dicho análisis, se puede afirmar que la mejora de la gestión de la "Huella Hídrica" conduce a mejorar la sostenibilidad del modelo de desarrollo territorial, tanto agrario como urbanístico, en concertación con todas las partes interesadas y en base a una estrecha colaboración entre políticas sectoriales y entre distintas administraciones. Porque "los procesos y dinámicas que determinan los usos del agua superan el ámbito de la planificación hidrológica tradicional y deben por tanto ser abordados desde una perspectiva territorial e intersectorial" (5).

4.3.1. El "precio de la "Huella Hídrica" en España

Los economistas estamos bien habituados a hablar del precio, como de aquel resultado cuantitativo y monetario que surge del intercambio de cualquier objeto de negociación, entre oferentes y demandantes que concurrieron al mercado. Como en España no existe un mercado para el recurso natural: Agua, ciertamente es una incorrección técnico-económica hablar del "precio de la "Huella Hídrica" (Ibidem opus cit (2)).

Por otro lado, los ciudadanos también estamos bien acostumbrados a hablar de "impuestos" o en algunos casos de "tributos" (más propiamente), ya sean las prestaciones patrimoniales de carácter coactivo que hemos de abonar porque las normas tributarias así nos lo exigen impuestos, tasas o contribuciones especiales. En esos casos, no hablamos de pago de precios, a pesar de que también en este caso hayamos de prescindir de parte de nuestra capacidad económica para mantenernos en una situación regular frente a la Hacienda Pública. Todos sabemos que estas obligaciones tributarias se derivan para nosotros de la necesidad de contribuir al pago de bienes y servicios públicos (más o menos puros o mixtos) cuya satisfacción colectiva hemos atribuido a las Administraciones Públicas y para lo cual es preciso que ellas paguen a veces cuantiosas sumas de recursos económicos que han de recaudar de los particulares.

Hasta tal punto la diferencia entre precios y tributos es grande en España que la única vez que el Estado español generó una categoría conceptual mixta: la de los Precios Públicos de la Ley de Tasas y Precios Públicos de 1988, la eliminó diez años más tarde con la reforma de 1998 de dicha ley, cuya disposición adicional primera identifica todos los "precios públicos" creados, ya como impuestos, como tasas o como contribuciones especiales.

Por otra parte, el Agua en España es –como es sobradamente conocido– un bien de dominio público, totalmente en lo relativo a las aguas superficiales; en materia de aguas subterráneas existen numerosas excepciones sin embargo, pero su cantidad no bien determinada aún es significativamente inferior a la de las aguas superficiales (6).

Desde su primera regulación, La Ley de Aguas de 1866, ya el legislador español conocía que el agua era un recurso natural limitado, escaso para servir plenamente a los usos pretendidos por los particulares y por ello, decidió que el mercado por si solo no podía garantizar su reparto adecuado entre particulares. Por ello, decidió que el Estado debía intervenir asignando, ordenando y compatibilizando los diferentes usos y estableció una jerarquía entre ellos, favoreciendo "aquellos que más contribuyeran a fomentar la riqueza de la Nación" (Ver Exposición de Motivos de la Ley de Aguas de 1866).

Posteriormente, a partir de 1985 las aguas subterráneas –privadas o no– pasan a someterse a las mismas reglas en cuanto a su gestión y aprovechamiento, que las aguas superficiales. Ello es así porque la Ley de Aguas de 1985 (Ley 29/1985), en su artículo 12 declara como de dominio público: "las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico", puesto que constituyen "todas ellas un recurso unitario subordinado al interés general", que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico.

Desde entonces y hasta la actualidad, periodo en el que se ha producido la reforma de la Ley de Aguas (Diciembre de 1999) y la Ley del Plan Hidrológico Nacional (Julio, 2001), no se han visto altera-

dos sustancialmente ni las condiciones ni el régimen de aprovechamiento de las aguas superficiales o subterráneas, a pesar de la introducción del poco felizmente denominado "mercado del agua" por el artículo 61 bis de la Ley 14 de 1999 (de Reforma de la Ley de Aguas).

De igual modo, tenemos que tener en cuenta que el agua en España, no goza en absoluto de las características teóricas que pudieran calificarla de "bien público puro" (oferta conjunta y no estar sometida al principio de exclusión), por mucho que la naturaleza lo ponga a disposición del hombre sin que este haya de dar nada a cambio. Además, el agua es un recurso no inagotable sino por el contrario escaso (en su cantidad y más aún si nos detenemos en consideraciones acerca de su calidad), lo que provoca una mayor tendencia a su asimilación al sistema que rige para los bienes y recursos privados, –los plenamente susceptibles de negociación e intercambio en los mercados–, sobre cómo resolver los problemas que genera su asignación entre territorios, usos y particulares.

Por último considerar que, ha venido a complicar el panorama ya complejo de la categoría y atribución de los derechos sobre el agua, su asignación, aprovechamiento y gestión, la consideración del agua como un recurso con valor ambiental propio; ese valor intrínseco del agua en cuanto recurso natural, transciende los costes financieros derivados de su utilización, disociando claramente el valor del agua del valor de las infraestructuras necesarias para utilizarla.

Dentro de este último apartado, hay que situar la Directiva Europea Marco sobre el Agua (2000/60, de 23 de octubre) que propende a la recuperación total del coste de su utilización ("full cost recovery"), integrándose dentro de dicho "coste" el coste privado y el coste externo, cuya suma compone el "coste social" de su utilización.

4.3.2. El régimen económico del Agua en España

Excepto el nuevo Canon de Trasvase, contenido en el artículo 22 de la Ley del Plan Hidrológico Nacional (julio, 2001), que es una tasa cuyo importe se calculaba en función de la cuota de utilización del trasvase (los costes de las transferencias autorizadas –importes fijados para la compensación de los costes de inversión repercutibles y la gestión de las infraestructuras del trasvase–) y de las compensaciones de carácter ambiental que las cuencas cedentes recibirían por el agua transvasada (la cuota ambiental), los demás tributos que recaen sobre el agua no tienen prácticamente en consideración alguna el valor ambiental de este recurso.

Al analizar la Ley 14/1999 de 13 de diciembre (de reforma de la Ley de Aguas) se llega a la conclusión de que la Administración del Estado renunció en esta ocasión tan reciente a variar sustancialmente el tradicional régimen económico financiero del agua en España que se reducía a tratar de recuperar como máximo, los costes económicos financieros de los servicios prestados por las administraciones públicas encargadas de su gestión.

Esta decisión previa del Ejecutivo explicó las opciones tomadas en relación con los cánones contenidos en la Ley que pueden calificarse, en conjunto, como de "opciones blandas", entre las que se incluye la decisión de no proporcionar un "precio" al agua, como recurso básico para la producción y el consumo e, incluso, la opción de no crear algún otro tributo ecológico nuevo en este ámbito, como el debatido canon de aprovechamiento de las aguas.

En efecto, esa ocasión, el año 1999, podía haber servido y no fue así, para introducir en nuestro ordenamiento jurídico un tributo estatal único, vinculado directamente al consumo de agua (sustituto homogéneo de los ya creados o de posible creación por las Comunidades Autónomas españolas), ligado al volumen de agua utilizada por los ciudadanos y orientado hacia los fines de garantizar la calidad de las aguas y la depuración y saneamiento de las residuales vertidas al dominio público hidráulico (7).

En lugar de aplicar una política tributaria al agua más valiente y más acorde con la consideración del agua como un recurso natural ambiental, se mantienen en la Ley 14/1999 las tradicionales tres figuras tributarias denominadas: Canon de ocupación o aprovechamiento del dominio público hidráulico, Canon de regulación hidráulica y Tarifa de utilización de aguas. Estas son las tres exacciones tributarias contenidas en la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (artículos 104 y 106 en cuanto a los dos últimos), al lado del canon de vertidos que ha sido sustituido por el Canon de Control de Vertidos.

El Canon de Regulación y la Tarifa de Utilización de aguas están íntimamente relacionadas, aunque no sólo, con la financiación del coste de las obras hidráulicas; en esa medida la doctrina consideraba que su naturaleza guardaba amplia relación con la categoría tributaria de la contribución especial aun-

que, por otro lado, se consideraban una tasa por cuanto que la recaudación obtenida estaba limitada –en todo o en parte– por el coste del servicio público proporcionado y/o los gastos de explotación y conservación, ya de las obras de regulación hidráulica realizadas, ya del agua utilizada por el sujeto pasivo de estos tributos (8).

También el Canon de Ocupación tenía naturaleza de tasa aunque la determinación de la deuda tributaria se relacionara con el beneficio obtenido por el sujeto pasivo y derivado real o presuntamente de la utilización del dominio público hidráulico cuya concesión o autorización le había sido proporcionada. Ahora, tras la referencia que realiza la Ley 14/1999 acerca del canon de ocupación (denominándolo como tasa en el artículos 104,1) y después de la aprobación de la nueva Ley de Tasas (Ley 25/1998, de 13 de junio), ha quedado mas claro que todas estas figuras tributarias tienen dicha naturaleza.

Las alteraciones introducidas por la Reforma de la Ley de Aguas de diciembre de 1999 en los artículos 104 y 106 de la Ley 29/1985 son, ciertamente, de detalle: Se trata de la posible realización de convenios de gestión y recaudación por los Organismos de cuenca con la Administración tributaria del Estado, para los tres tributos y de la valoración de los bienes de dominio público según los usos de los mismos, elevándose en un punto, desde el 4% al 5%, el tipo del Canon de Ocupación (excepto en el caso de extracción de áridos, que es del 100%), por motivos de coherencia con el general vigente para las tasas de ocupación y utilización del dominio público.

Únicamente se introduce un elemento ambiental incentivador, en sede de los dos tributos directamente relacionados con el agua, que es el de su menor carga tributaria cuando el sujeto pasivo realice un consumo de agua por debajo del valor medio incorporado al Plan Hidrológico de cuenca respectivo, es decir, cuando lleve a cabo una utilización mas moderada que la media de ese recurso natural escaso que es el agua; en el artículo 106,6 se introduce esta idea al citar los “consumos de referencia para regadíos”, que habrán de ser fijados administrativamente y que se utilizarán a este efecto.

Sin embargo, resulta muy poco ambiciosa la opción tomada en la Ley 14/1999 a favor del ahorro de agua, habiendo podido utilizar mas decididamente los cánones para este fin; de dichas reformas menores y ya citadas en relación al canon de regulación y a la tarifa de utilización del agua, no pueden esperarse cambios significativos en el régimen de uso ni el volumen del consumo de agua en España.

El criterio no varía al observar que se introducen en la Ley 14/1999, ciertamente, algunas referencias acerca de la responsabilidad de los usuarios en la gestión de este mismo recurso; estas referencias se hacen, en concreto, a la participación de las Comunidades de usuarios en los contratos de cesión de agua, o en la gestión de cánones y tarifas o, en general, al papel de estas y a su capacidad de actuación y sanción La escasa confianza en un adecuado servicio de estas reformas al objetivo del menor consumo de agua y de un uso mas racional desde toda perspectiva, incluida la de la producción y, en general, la perspectiva económica se formula, habida cuenta del carácter de bien público que el agua sigue teniendo en la Ley 14/1999, donde el agua sigue siendo un bien carente de precio, lo que estimula conductas individuales insolidarias (actuaciones “free rider” de los agentes económicos). Contrasta la solución tradicional adoptada en la reformada Ley de Aguas, en cuanto a los tributos sobre la ocupación del dominio público hidráulico y sobre las obras de regulación y utilización del agua, con la mas moderna concepción del Proyecto en materia de “derechos de propiedad” y “creación de mercados” sobre el agua.

Estos son aspectos en los que la nueva Ley se inicia, introduciendo los contratos de cesión de derechos de uso sobre el agua entre concesionarios, entre particulares en definitiva. En el mal llamado “mercado del agua”, se da la peculiaridad de que el cedente cobrará un precio al cesionario del agua cuando él no ha pagado canon alguno por la concesión finalista de agua que la Administración le hizo en su día. Ese precio no es plenamente libre porque la Administración Hidráulica puede fijar el importe máximo del mismo, llamado “compensación”.

En un mundo pleno de instrumentos económicos de protección ambiental como los tributos, introducir un embrión de mercado no deja de ser importante, aunque no pretenda ni pueda conseguir un ahorro de agua. Tan sólo podrá esperarse de una generalización y profundización del citado mecanismo una mejora en el objetivo de optimizar la asignación de dicho recurso, no tanto en el tiempo ni entre cuencas, como entre usos o destinos productivos del agua de cada cuenca y respecto del agua existente en cada momento del tiempo (del agua presente, podríamos decir).

La posterior Ley del Plan Hidrológico Nacional (julio 2001) abordó el tema de los trasvases de agua entre territorios, que ahora no abordaré por no ser ese el tema al que dedico mi intervención.

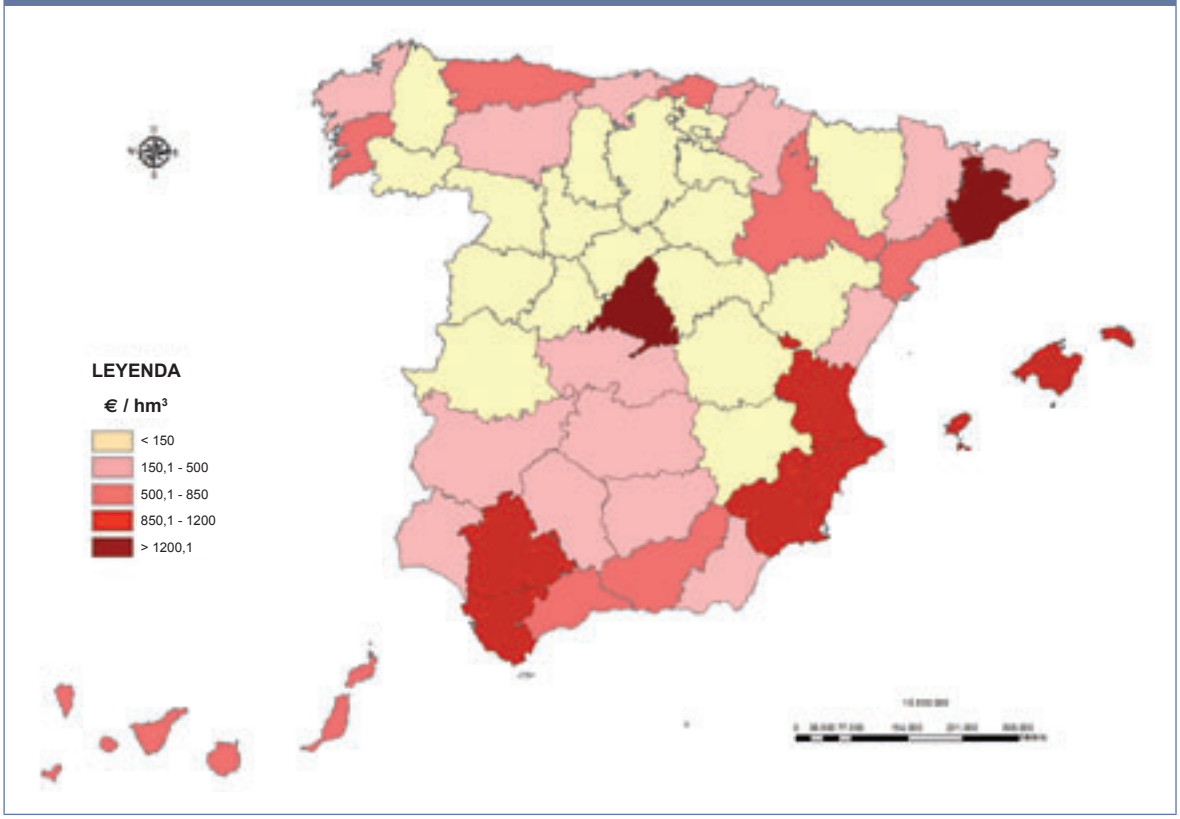
Es preciso concluir que se ha perdido una gran oportunidad para alterar los argumentos cuantificadores del canon de regulación y de la tarifa de utilización del agua, no tanto con el fin de obtener incrementos en la recaudación tributaria y, de este modo, garantizar mejor la cobertura de los costes de mantenimiento de las inversiones en obras hidráulicas y la misma recuperación de la inversión pública, sino como sistema para encarecer la utilización de uno de los recursos mas escasos en determinadas épocas en España, el agua. Esa mayor carga tributaria, no introducida en la Ley 14/1999 en estos tributos, por razones –con toda seguridad– de fundamental importancia política y social, impedirá contabilizar ahorros significativos en el volumen global de agua utilizada, sobre todo en usos agrícolas (que absorben cerca del 80% del agua consumida en España) y, además, no favorecerá la racionalización de su utilización por sectores productivos, ni por cultivos o zonas; esta orientación claramente proambiental de los tributos citados, que no ha sido adoptada podría haber inducido, de modo indirecto, comportamientos de los agentes económicos, consumidores y empresarios de todos los sectores, mas acordes con la importancia y valor (ya que no parece poder hablarse de precio) del recurso llamado "agua" (Ibidem opus cit. 2)).

4.3.3. Análisis territorial de los "precios de la "Huella Hídrica" en España

La intensificación de la demanda de "Huella Hídrica" en nuestro país en los últimos años, ha incrementado la vulnerabilidad de muchos sistemas de abastecimiento frente a las secuencias largas de sequía. Esto ha quedado perfectamente reflejado en la distribución de los precios de la "Huella Hídrica" en todo el territorio español que, como podemos ver en la Figura 28, se muestra desigual. Las grandes urbes de Madrid y Barcelona son las que presentan los precios más altos, más insostenibles y menos equitativos de todo el territorio nacional. Junto a ellos encontramos las provincias de la vertiente mediterráneas y Andalucía, donde la escasez (sobre todo en periodos estivales) del recursos hídrico unido a una creciente población hace que los precios sean superiores a los 500 €/hm^3. Del mismo modo, tenemos que tener en cuenta que no sólo la escasez del recurso hídrico ha marcado estas desigualdades en los precios de "Huella Hídrica" sino que también, el incremento del consumo urbano y turístico en las últimas décadas, relacionado con la expansión de las ciudades y del incremento de la calidad de vida de vida, ha favorecido un aumento de la demanda de agua potable, de agua para riego y baldeo, en las industrias,…

El Libro Blanco del Agua en España (1998), asignaba a los usos urbanos un consumo de 4.667 hm^3/año. Este valor de consumo no corresponde con el consumo facturado, que es bastante menor, sino con la demanda bruta que es satisfecha por las entidades suministradoras. La Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Sanea miento (AEAS) sitúa esa demanda bruta entre 4.200 y 4.750 hm^3/año, que incluye volumen no facturado, gasto en establecimientos industriales conectados a la red, agua suministrada gratuitamente a entidades públicas, consumo turístico y estacional, etc., (AEAS, 2002). –Estas estimaciones sobre el gasto de agua potable en España, se aproximan a las ofrecidas por el Instituto Nacional de Estadística (2002), que elevan el consumo bruto a 4.781 hm^3/año. Este gasto incluiría el volumen controlado por las entidades suministradoras, que asciende a 3.781 hm^3/año, y el agua no contabilizada o perdida, que supone 1.000 hm^3/año, es decir, el 20,9 % de la demanda bruta. Del agua controlada (3.781 hm^3/año), el consumo doméstico en hogares asciende a 2.482 hm^3/año, es decir, el 65,6 %. Le siguen otros sectores de consumo, donde se incluyen las industrias conectadas a la red, con 840 hm^3/año (22,2%); los consumos municipales, con 303 hm^3/año, que suponen el 8% del agua controlada; y otros consumos, que se elevan a 155 hm^3/año. La distribución regional del consumo ofrece bastantes contrastes, de forma que Andalucía (667 hm^3/año), Cataluña (657 hm^3/año), Madrid (482 hm^3/año) y Comunidad Valenciana (368 hm^3/año) suman 2.174 hm^3/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%), (todo ello explica 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. Es por esto por lo que, se nos antoja necesario descender en el análisis escalar (Sotelo et alli, 2010).

FIGURA 28. España, precio de la "Huella Hídrica" por provincias (2008)



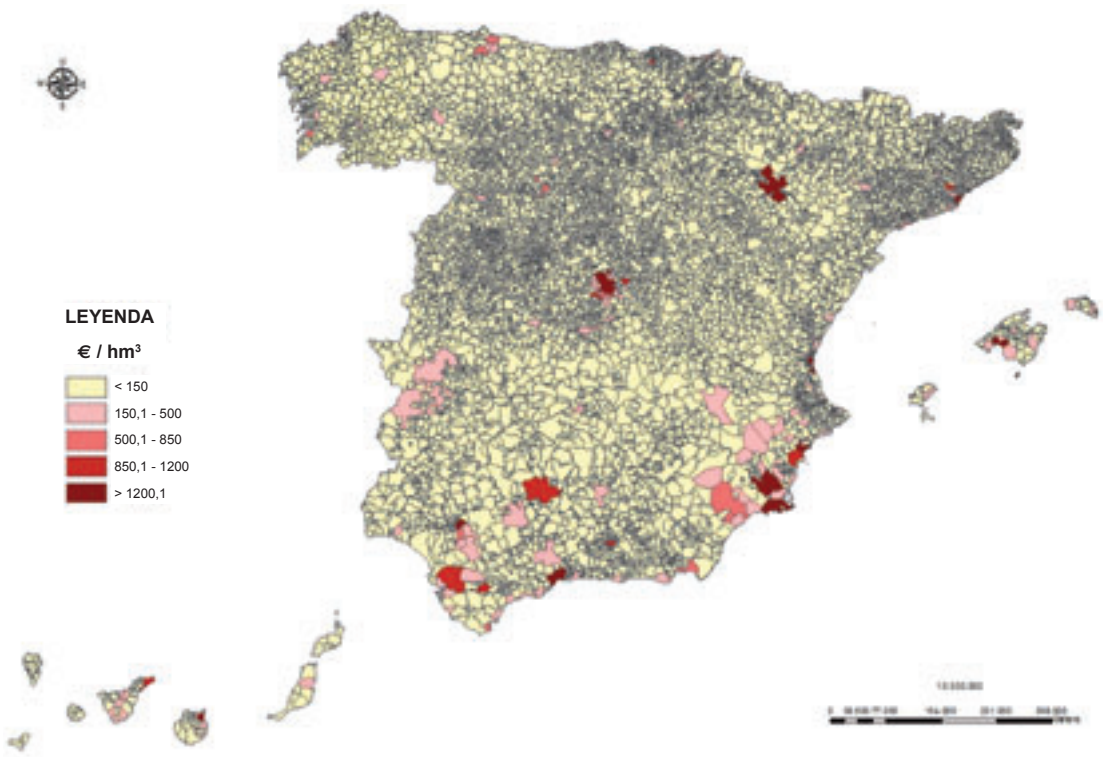
Fuente: Elaboración propia.

Desde una perspectiva provincial, Barcelona y Madrid, por un lado, Valencia, Alicante, Murcia, Sevilla, Cádiz, Mallorca y Menorca por otro, y Pontevedra, Asturias, Vizcaya, Zaragoza, Tarragona, Málaga y Granada son las provincias con el precio más alto de "Huella Hídrica" de España, con precios superiores a los 500 €/hm³. Mientras que las demás provincias españolas registran precios inferiores, con lo que los costos (tanto de producción como de consumo) de dicha huella global son menores, de hecho, dichos precios (inferiores a 150 €/hm³), en muchos casos rondan la gratuidad, ya que su umbral se establece entorno a los 0 €/hm³.

Cabe destacar que los precios más elevados en las provincias citadas coinciden prácticamente con los niveles de "Huella Hídrica" con lo que podríamos establecer una relación progresiva entre los niveles de producción vs. consumo de agua, con el precio de la misma. A pesar de ello existen algunas diferencias, tal es el caso de la Coruña donde su "Huella "Hídrica" supera los 2.500 hm³ y su precio es inferior a los 500 €/hm³. Una de las posibles explicaciones la encontramos en que es una zona en la que las precipitaciones son muy abundantes, el recursos hídrico está siempre disponible y es accesible a todo el mundo, con lo que la valoración marginal de la misma tiende a ser menor que en aquellas regiones en las que prima la escasez del recuso hídrico. De igual modo, la accesibilidad de toda la población a este bien tan preciado, en forma de agua azul y verde, hace que sea muy complejo el control de la captación de la misma con lo que el precio tiende a reducirse. En caso opuesto, la Provincia de Pontevedra presenta una "Huella Hídrica" de menos de 2.500 hm³, mientras que el precio de la misma supera los 500 €/hm³. A pesar de la consideración es la misma que en la Coruña, el agua es muy abundante y por lo tanto, poco valorada, y los niveles de precios son casi similares, en la provincia Pontevedra, el incremento porcentual de sus precios reside, fundamentalmente en la ciudad de Vigo, ciudad poblada, en expansión y con un considerable peso industrial y pesquero, donde el precio de la "Huella Hídrica" es de casi 700 €/hm³.

Pero estos desequilibrios, disparidades y desajustes se agravan si descendemos a la escala municipal.

FIGURA 29. España, precio de la “Huella Hídrica” (2008)



Fuente: Elaboración propia.

En la presente Figura 29, podemos observar con claridad que, a pesar de que nuestro país es demandante de una cuantiosa “Huella Hídrica”, sus precios son irrisoriamente bajos. Hemos hablado de tarificación, tasación y control, pero eso no es la realidad de España. Tan sólo algunas ciudades como Madrid, Barcelona, Zaragoza, Murcia, Valencia, Mallorca, Sevilla, Málaga, Córdoba y Jerez de la Frontera soportan la carga del coste real de la “Huella Hídrica”. Mientras que en el resto de España, los precios son inferiores a los 150 €/hm^3 y, en la mayor parte de los municipios españoles ronda la gratuidad. Esto provoca grandes desequilibrios territoriales y desigualdades sociales y, por ende, se está empobreciendo a un país que tiene un gran potencial en términos de “Huella Hídrica”.

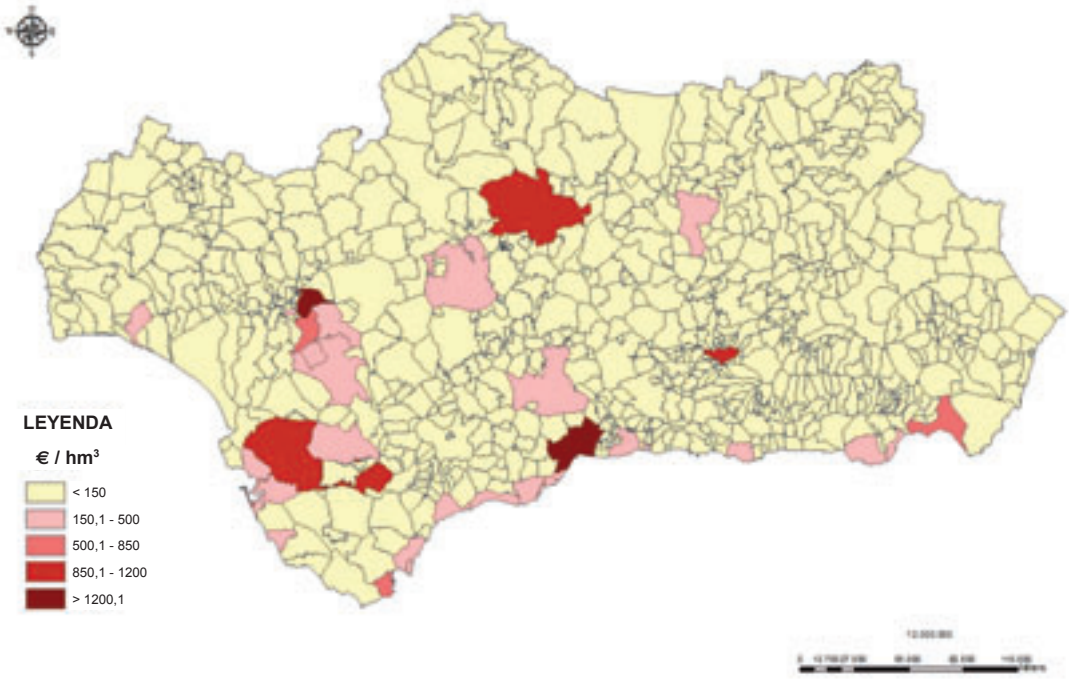
Estos precios, tan desorbitados en unas ciudades y tan bajos en otras no son el fiel reflejo del escenario hidrológico del país, en el que al ancestral uso del agua para transformar secanos en regadíos y generar electricidad se ha unido el uso desmesurado del recurso hídrico en el abastecimiento de grandes campos de golf, la limpieza y el regadío de parques, y hacer frente a un crecimiento desmesurado de construcciones urbanísticas dispersas y muy demandantes de recursos hídrico que han de obtener esquilmando, derrochando sus recursos hídricos o los de otras cuencas. De aquí la notable importancia que adquiere el análisis a nivel municipal de los precios de la “Huella Hídrica” de nuestro país.

4.3.4. Los “precios de la “Huella Hídrica” en España, por Comunidades Autónomas

Con el fin último de no perder información relevante, a la hora de analizar el “precio de la “Huella Hídrica” desde una perspectiva territorial en nuestro caso, las Comunidades Autónomas, se ha realizado un doble estudio. Para cada Comunidad Autónoma se han tomado dos bases, una que nos ha permitido realizar una comparativa entre las distintas Comunidades Autónomas con el conjunto de precios de “Huella Hídrica” de España y otra en la que se ha estudiado los distintos valores de precios dentro de la propia Comunidad Autónoma, puesto que los precios entre Comunidades difieren, alterando así los precios reales.

a.1. Comunidad Autónoma de Andalucía

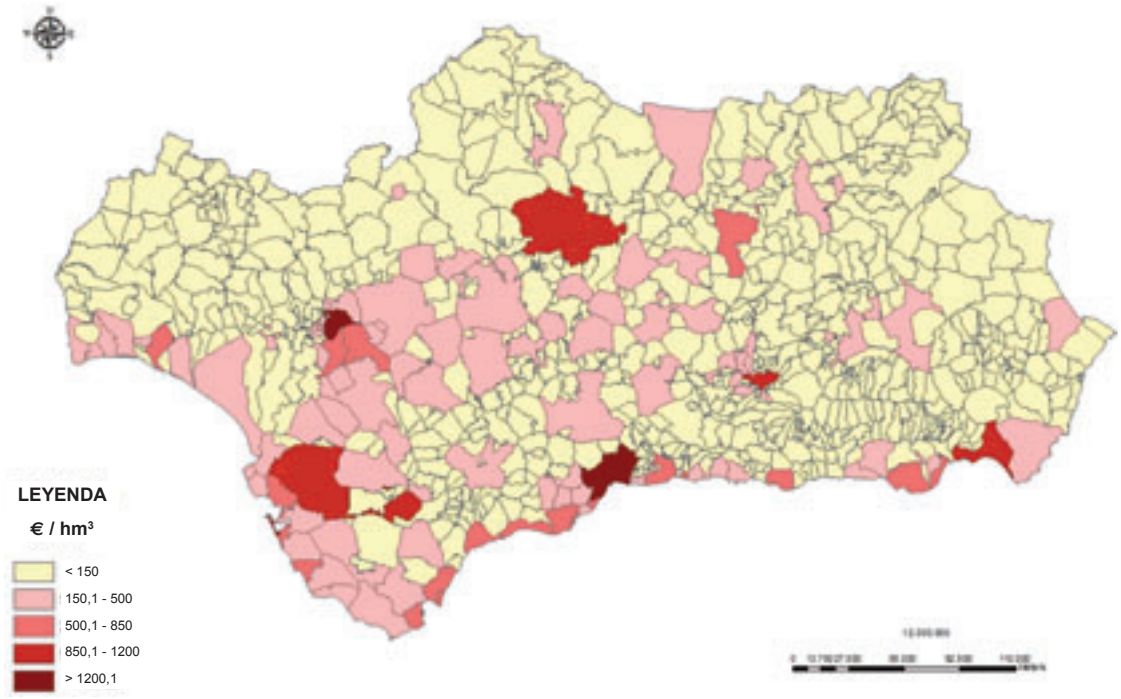
FIGURA 30. España, precio de la "Huella Hídrica" en Andalucía (2008). Base de cálculo, el total de España



Fuente: Elaboración propia.

En la presente Figura 30, nos encontramos con que la disposición de los mayores precios del agua (tomando como base la escala global, estimando la comparativa de la Comunidad Autónoma de Andalucía con respecto al total de España) corresponden con el propio sistema urbano andaluz, vinculado a ciudades medias (como es el caso de Jerez de la Frontera, Algeciras y un caso concreto en las proximidades de Sevilla, Dos Hermanas) y capitales de provincias (la propia Sevilla, Córdoba, Málaga, Granada y Almería), puesto que existe una estrecha relación entre el precio, vinculado a la oferta (una oferta de la "escasez") y demanda de recursos hídricos, y la correspondiente concentración de la población, siendo más altos los precios en núcleos municipales más poblados y, de manera paralela, precios menores en municipios donde la población es escasa (apenas alcanza los 10.000 habitantes y donde los precios del agua son inferiores a los 150 €/hm^3). Esta estrecha relación entre los niveles de población y los precios del agua es consecuencia de la presión que ejerce la población en el territorio, que en los últimos años ha ido incrementándose con la expansión del sector de la construcción –hoy en crisis– y, por ende, del crecimiento de la demanda de servicios, tanto primarios como de ocio y esparcimiento. De igual modo, cabe destacar, la importancia que cobra, con respecto a esto altos precios (entre los 1.200 €/hm^3 y los 500 €/hm^3), el conjunto de actividades industriales que se concentran entorno a esto grandes núcleos poblaciones o urbes, el desarrollo de una agricultura intensiva estrechamente relacionada con la cantidad de superficie destinada a la producción agraria, una producción agraria que reclama cantidades ingentes de agua –y la importancia que cobra en la exportación de agua virtual con el comercio de dichos productos agrarios–, y la propia dinámica del turismo de sol y playa propio de Andalucía. Con todo ello, podemos afirmar que la incidencia del crecimiento de los precios viene marcada por el aumento de la demanda de agua, que se concreta en la compleja realidad de la "Huella Hídrica".

FIGURA 31. España, precio de la "Huella Hídrica" en Andalucía (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Andalucía

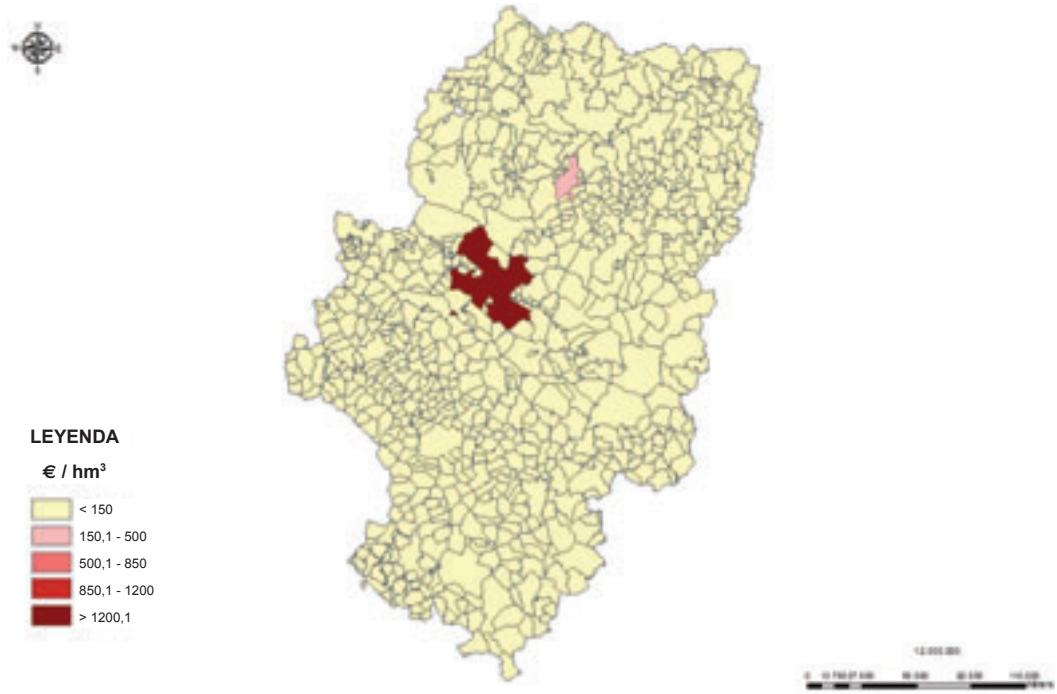


Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala local, tomando como base exclusivamente a la propia comunidad andaluza, podemos observar una clara analogía entre los mayores precios (que oscilan entre los 3.000 €/hm^3 y los 200 €/hm^3) y los municipios que poseen unos niveles de "Huella Hídrica" superiores; tal y como nos muestra la Figura 31 los municipios del litoral y aquellos que se encuadran entorno al Valle del Guadalquivir, como consecuencia de lo anteriormente citado –construcción, ocio vs. turismo y agricultura intensiva–. Mientras que las zonas del interior andaluz (sobre todo en zonas deprimidas de Sierra Morena) los precios de la "Huella Hídrica", rondan la gratuidad puesto que, en la mayoría de los casos, apenas alcanzan los veinte céntimos de euro el hm^3, como consecuencia de la baja densidad de población por una parte, y por la falta de regulación de los mecanismos de recolección, extracción y usos del agua.

a.2. Comunidad Autónoma de Aragón

FIGURA 32. España, precio de la "Huella Hídrica" en Aragón (2008). Base de cálculo, el total de España



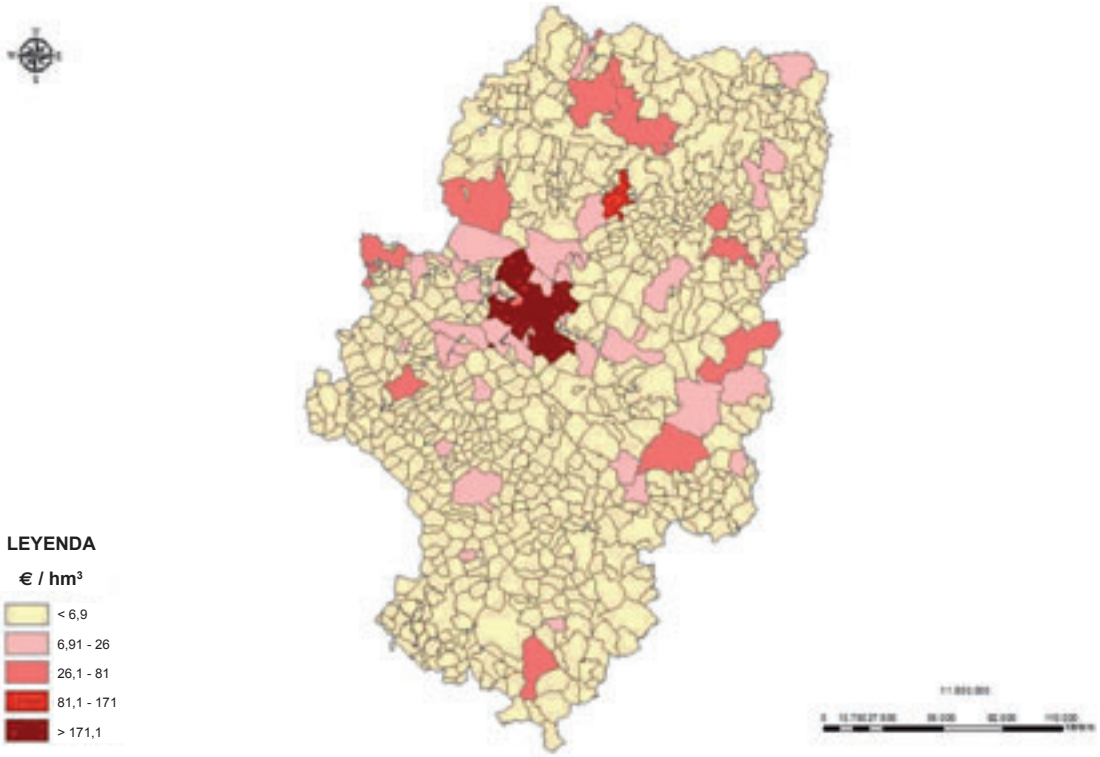
Fuente: Elaboración propia.

Nos encontramos ante una Comunidad Autónoma muy significativa en términos de precios de "Huella Hídrica" puesto que, llama la atención, ver una región con precios muy bajos que no superan los 150 €/hm³ ha excepción de la ciudad de Huesca donde el precio del agua ronda los 200 €/hm³ y la capital. Zaragoza, ciudad bañada por los ríos Ebro, Jalón, Huerva y Gallego, presenta unos de los mayores niveles de precios de "Huella Hídrica" de toda España, con aproximadamente 2.000 €/hm³.

Una de las causas fundamentales de estos altos precios la podemos encontrar en los niveles poblacionales de Zaragoza, ciudad cosmopolita en la que se superan los 600.000 habitantes, donde las actividades secundarias y terciarias son la base principal de la actividad económica de la misma. El "boom inmobiliario" de los últimos años a suscitado un crecimiento y expansión, no sólo a lo alto, sino también a lo ancho, de los límites urbanos. Las actuales mejoras de este núcleo, orientada hacia el turismo (que contrasta con el turismo invernal de nieve en los Pirineos), en la actualidad –tomando como base su historia– atrae a numerosos visitantes a lo largo del año haciéndola participe de reclamo constante de demandantes y, por ende, consumidores de agua (sobre todo, a partir de la (…) de Zaragoza).

De igual modo, cabe destacar que Aragón ha sido siempre una Comunidad de escasa población y de lento crecimiento poblacional que, en la actualidad, se ve sometida a un continuo envejecimiento en la mayor parte del territorio, como principal consecuencia de la abundancia de pequeños pueblos dispersos cuyo nivel de población oscila entre los 50 y los 600 habitantes, vinculados a las tierras de labranza y la ganadería; y en los que la población lejos de crecer, ha ido disminuyendo en las últimas décadas y, consecuentemente, en muchos casos, han trasladado su residencia hacia las capitales de provincia como Huesca (con aproximadamente 50.000 habitantes), Zaragoza y Teruel (ronda los 30.000 habitantes).

FIGURA 33. España, precio de la "Huella Hídrica" en Aragón (2008). Base de cálculo, la Comunidad Cutónoma de Cragón



Fuente: Elaboración propia.

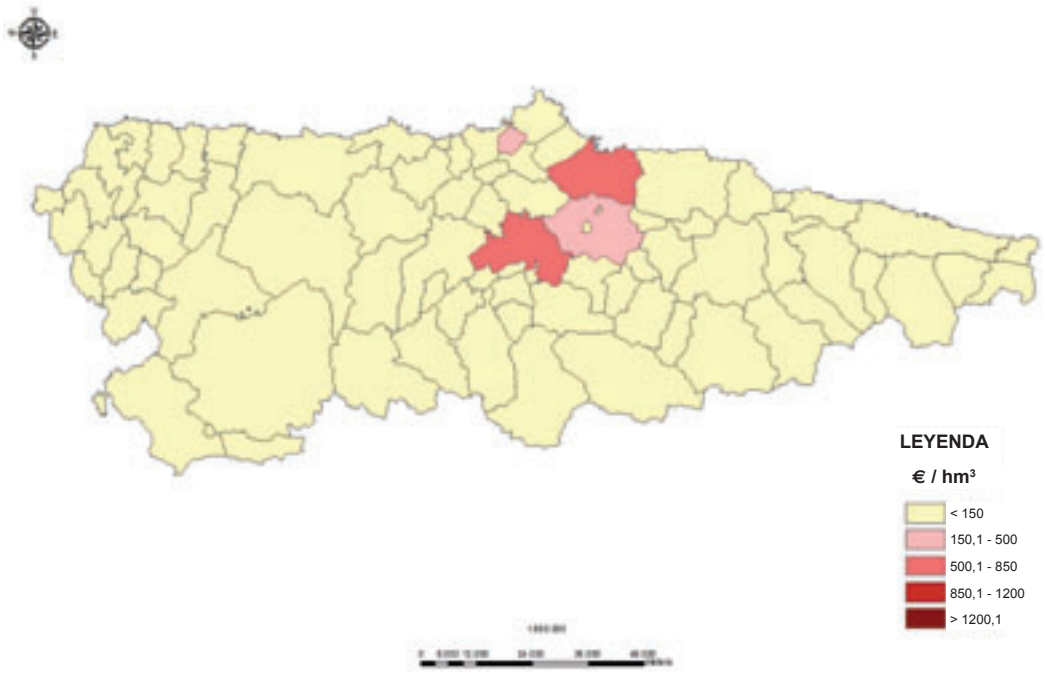
Por otro lado, si tomamos como base la propia Comunidad Autónoma, podemos observar una mayor diversidad de precios, dependiendo de la zona geográfica en la que nos encontremos. Las zonas semiurbanas, con índices de población superiores como Calatayud, Tarazona, Ejea de los Caballeros, Jaca, Sabiñánigo, Barbastro, Mozón, Fraga, Alcañiz y Puebla de Valverde, muestran precios oscilantes entre los 26 y los 80 €/hm^3, ya que son un claro centro de atracción de inmigrantes que han descendido de la montaña al valle y de los secanos a las zonas de regadíos: más del 65% de la población está asentada entre las cotas de 200 y 400 m. de altitud, que es también el área con mayor intensidad de tierras regadas y, por ende, de demanda de agua. De hecho, los municipios en los que los niveles de precipitaciones son mayores, son las zonas de menor densidad de población, tales como las zonas montañosas de los Pirineos o la Ibérica, Monegros y Campo de Cariñena, con lo que sus precios están estrechamente relacionados con la demanda de agua y, por ello, presentan los menores niveles de precios del agua, rondando los 5 céntimos de €/hm^3.

Llama la atención el caso de Teruel, que siendo un núcleo urbano con cierta densidad de población, un centro industrial importante, y un centro lúdico de atracción turística, su precio del agua ronde los 20 céntimos de €/hm^3 y cuya "Huella Hídrica" apenas alcance los 100 hm^3. De igual modo, las zonas de alta montaña de los Pirineos y la Ibérica, reclamo invernal del "ocio de nieve" los precios de la "Huella Hídrica" son menores.

Las consecuencias de esta atomización del doblamiento y del desequilibrado reparto han de repercutir, sin duda, en otros aspectos de la organización económica y, en suma, en los problemas que plantea una inadecuada articulación del territorio.

a.3. Comunidad Autónoma de Asturias

FIGURA 34. España, precio de la "Huella Hídrica" en Asturias (2008). Base de cálculo, el total de España



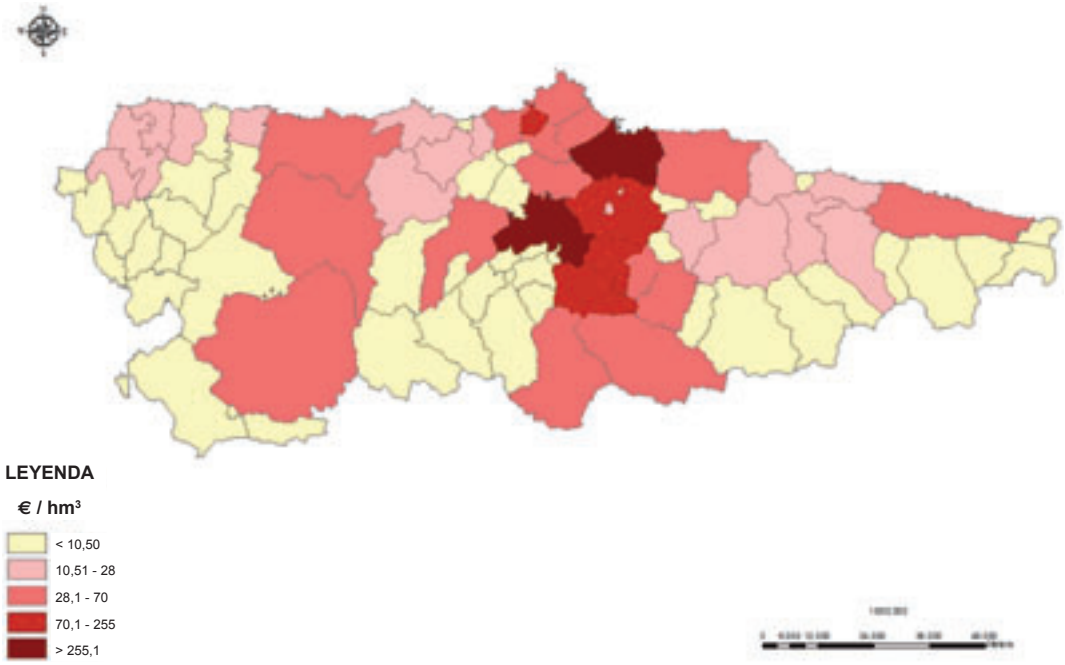
Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la dinámica de la mayor parte de las Comunidades Autónomas españolas, Asturias registra, a nivel estatal, precios de "Huella Hídrica" muy bajos, concentrados mayoritariamente en la capital de provincia (Oviedo) y en los núcleos urbanos de Gijón, Noreña y Avilés. Con lo que queda patente la paridad existente entre la concentración urbana en dichos núcleos y el despoblamiento rural del resto de municipios, en los que los precios son muy inferiores.

Nos encontramos en un territorio caracterizado por la abundancia de precipitaciones a lo largo de todo el año, lo cual incide positivamente en los niveles de "Huella Hídrica" de la propia comunidad pero, paradójicamente, esto no se corresponde con la economía del agua de la provincia, ya que los precios en comparación con el conjunto del territorio español son muy bajos (no superan los 150 €/hm^3 a excepción de los cuatro municipios anteriormente citados). A pesar de encontrarnos en un espacio en el que la mayor parte de los municipios son turísticos, sobre todo en las zonas costeras (todo el cordón litoral desde Castropol hasta Ribadedeva), estos apenas registran precios superiores a los 28 €/hm^3 (tal es el caso de Valdés, Castrillón, Avilés, Gozón, Carreño, Gijón, Villaviciosa, Corvera, Llanera, LLanes…).

Una de las principales cuestiones que han incidido e inciden en los actuales precios del agua es que Asturias dispone de una red de carreteras muy extensa, estrechamente relacionada con la hidrografía del territorio originarias de la contemporánea vertebración de la región, vinculada a la minería del carbón lo que favoreció el proceso de urbanización del área central y estimuló la transformaciones agrarias posibilitando la industrialización de la zona (J.A. Sotelo, 2010).

FIGURA 35. España, precio de la "Huella Hídrica" en Asturias (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Asturias



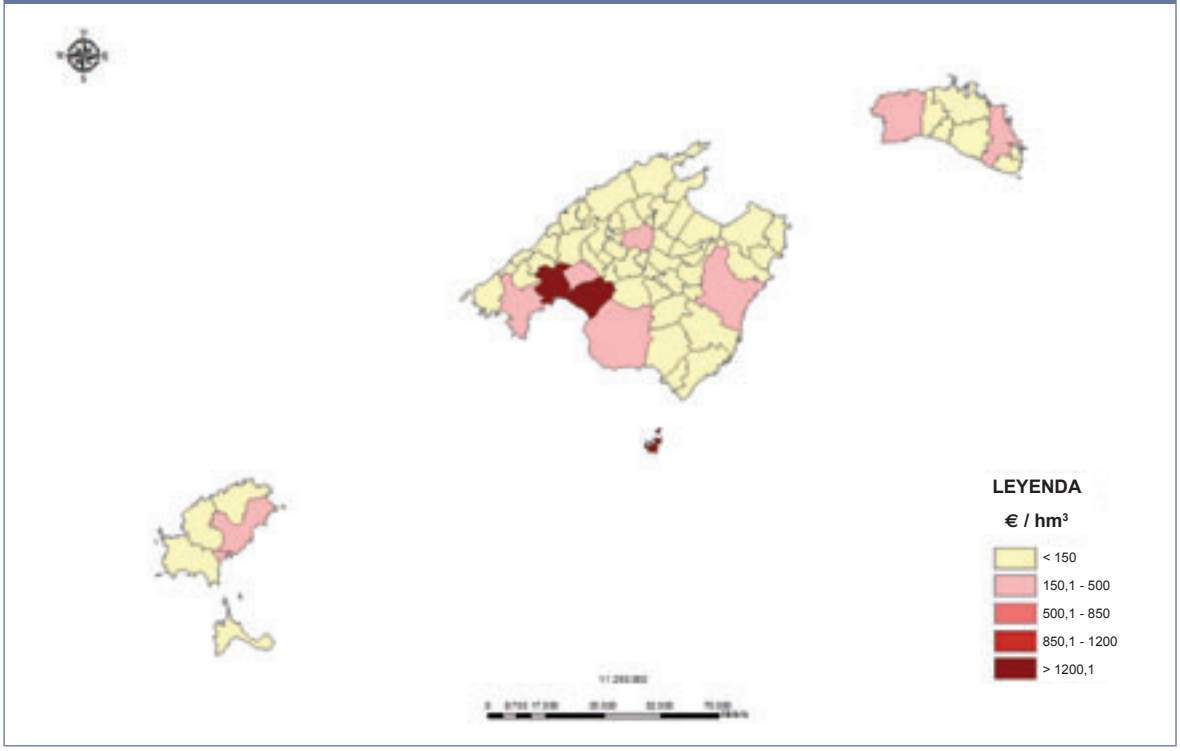
Fuente: Elaboración propia.

En la presente Figura 35 queda perfectamente reflejado como, a nivel local, los precios de la "Huella Hídrica" oscilan entre los 60 céntimos de euro el hm^3 en las zonas del interior (en las que, comparativamente, registran menor población) y los 840 €/hm^3 en los núcleos urbanos de Oviedo, Gijón, Avilés, Mieres, Langreo y Siero (núcleos más poblados). A pesar de tratarse de una zona ganadera, cuya fuente principal de riqueza descansa en el consumo de la hierba de los verdes prados por parte de la ganadería vacuna que, posteriormente, comercializa sus productos cárnicos y lácteos, estos no reflejan, en términos de precio de "Huella Hídrica", todos los beneficios vs. costes de producción en los que incurre a lo largo de toda la cadena productiva.

Cabe destacar que, el aumento de la producción industrial, vinculada al sector agrario fundamentalmente, ha incidido positivamente en el aumento de la demanda de "Huella Hídrica" en Asturias, sobre todo en las zonas del interior. Sin embargo, a pesar de dicha expansión económica a la que se ha visto sometido, no se ve reflejado del todo en los precios de la misma, ya que son inferiores a lo que debería ser, teniendo en cuenta (no sólo la abundancia del recurso hídrico) los beneficios económicos que estas explotaciones les generan.

a.4. Comunidad Autónoma de las Islas Baleares

FIGURA 36. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Baleares (2008). Base de cálculo, el total de España



Fuente: Elaboración propia.

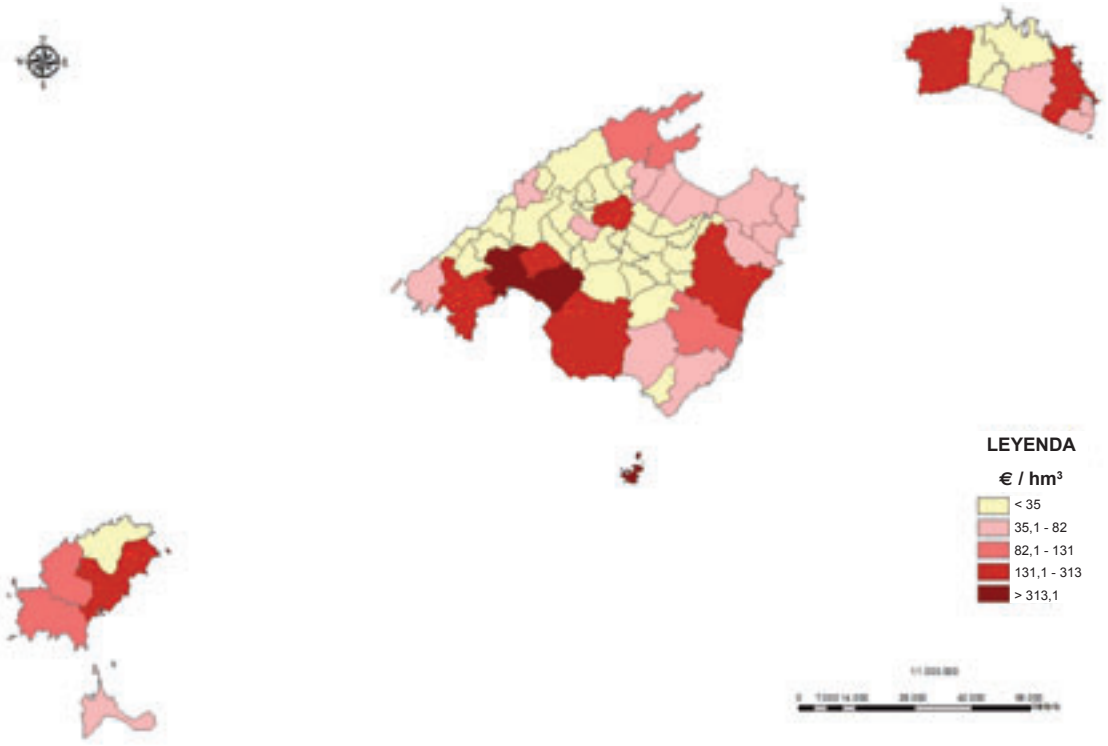
En la Islas Baleares, tal y como podemos ver en la Figura 36 podemos encontrar los precios más altos en la capital de la Comunidad Autónoma, Palma de Mallorca, donde se superan los 1.200 €/hm³. Esto es una consecuencia directa de que la mayor parte de la población de las islas reside en dicho municipio. La evolución de los flujos de población interinsulares que, desde una perspectiva histórica, han sido y continúan siendo bastante efímeras, lo que ha incidido e incide, no sólo en la presión demográfica sobre el territorio sino también en las relaciones socioeconómicas del lugar entre las propias islas –produciendo un cierto aislamiento– y la interconexión entre el territorio peninsular con el insular. La concentración de la población en el núcleo urbano de Palma de Mallorca, marca la diferencia con respecto a todo el territorio insular.

Junto a Palma de Mallorca, encontramos precios superiores a los 1.200 €/hm³ en la Isla de Ibiza, donde el turismo de sol, playa y ocio nocturno han incrementando sustancialmente el número de visitantes anuales a la Isla. A pesar de caracterizarse por un turismo estacional en épocas anteriores, en la actualidad, los paquetes turísticos de ocio nocturno han favorecido que se mantenga la llegada de visitantes a los largo de todo el año, lo que ha repercutido sobre el consumo de "Huella Hídrica" (presentando valores superiores a los 5.000 hm³) y, por ende, sobre sus precios.

Respecto al resto de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, la diferenciación en la organización espacial, que responde a cuestiones físicas e históricas, marca el patrón fundamental de los precios de "Huella Hídrica". Mallorca y Menorca se configuran como los núcleos urbanos principales, sin embargo continúan teniendo un peso importante en los sectores agrarios e industriales. Menorca se caracteriza por su especialización ganadera, mientras que Mallorca predomina la producción agrícola de frutales de secano.

A diferencia de otras Comunidades, donde casi el 100% de sus municipios tienen precios inferiores a los 150 €/hm³, las Islas Baleares presentan precios relativamente altos, ya que los municipios de Manaco, Inca, Calviá, Llucmajor, Marratxí, Mahón, Menorca, Santa Eulalia del Río y Eivissa, presentan precios superiores a los 150 €/hm³ y los 500 €/hm³.

FIGURA 37. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Baleares (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares



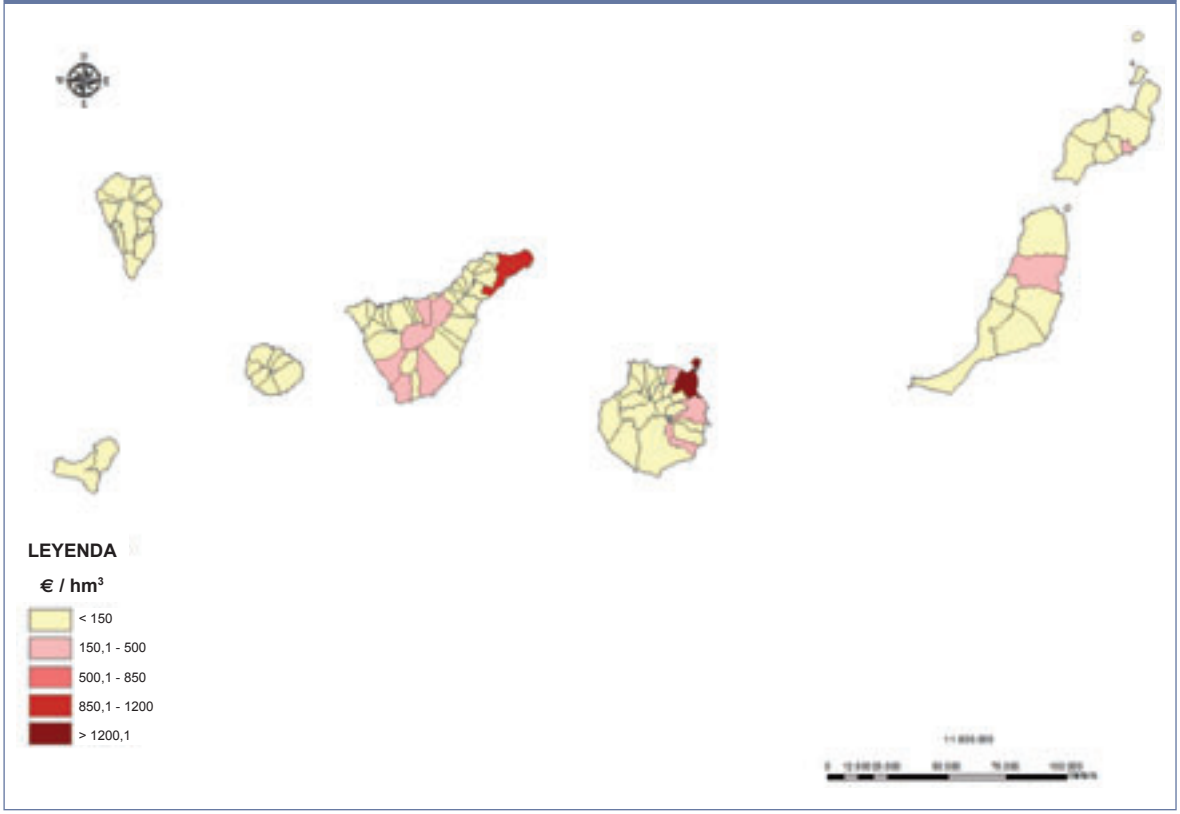
Fuente: Elaboración propia.

Al descender a la escala regional, vemos como los precios de la "Huella Hídrica" son relativamente altos. Los municipios de Palma de Mallorca y de Ibiza presentan precios que rondan los 2.500 €/hm³. En los municipios Manaco, Inca, Calviá, Llucmajor, Marratxí, Mahón, Menorca, Santa Eulalia del Río y Eivissa, el precio de su "Huella Hídrica" se encuadra dentro de los 150 €/hm³ y los 350 €/hm³.Mientras que en Felanitx, San Antonio, Pollença y San José los precios rondan los 80 €/hm³ y los 300 €/hm³.

Estas diferencias sustanciales entre los precios de unos municipios y otros, reside en que los momentos actuales en varios factores puntuales; en primer lugar, el turismo estacional de fin de semana o de temporada de verano incorporan una población alóctona casi equivalente a la autóctona con lo que la demanda de "Huella Hídrica" se incrementan considerablemente; en segundo lugar, el "boom inmobiliario" de los últimos años ha fomentado en crecimiento urbano de las islas, ejerciendo una presión muy importante sobre el territorio e incrementando más que proporcionalmente la población residente de las islas (no sólo estacional sino permanente), una población con una renta y un poder adquisitivo cada vez mayor; en tercer la industrialización ha ido cobrando un peso importante (sobre todo tras la época postautárquica) aunque continúa siendo minoritario; en cuarto y último lugar, el proceso de terciarización de la economía, ha favorecido el incremento de la demanda de "Huella Hídrica" y esto ha repercutido de manera directa sobre el precio de la misma.

a.5. Comunidad Autónoma de las Islas Canarias

FIGURA 38. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Canarias (2008). Base de cálculo, el total de España



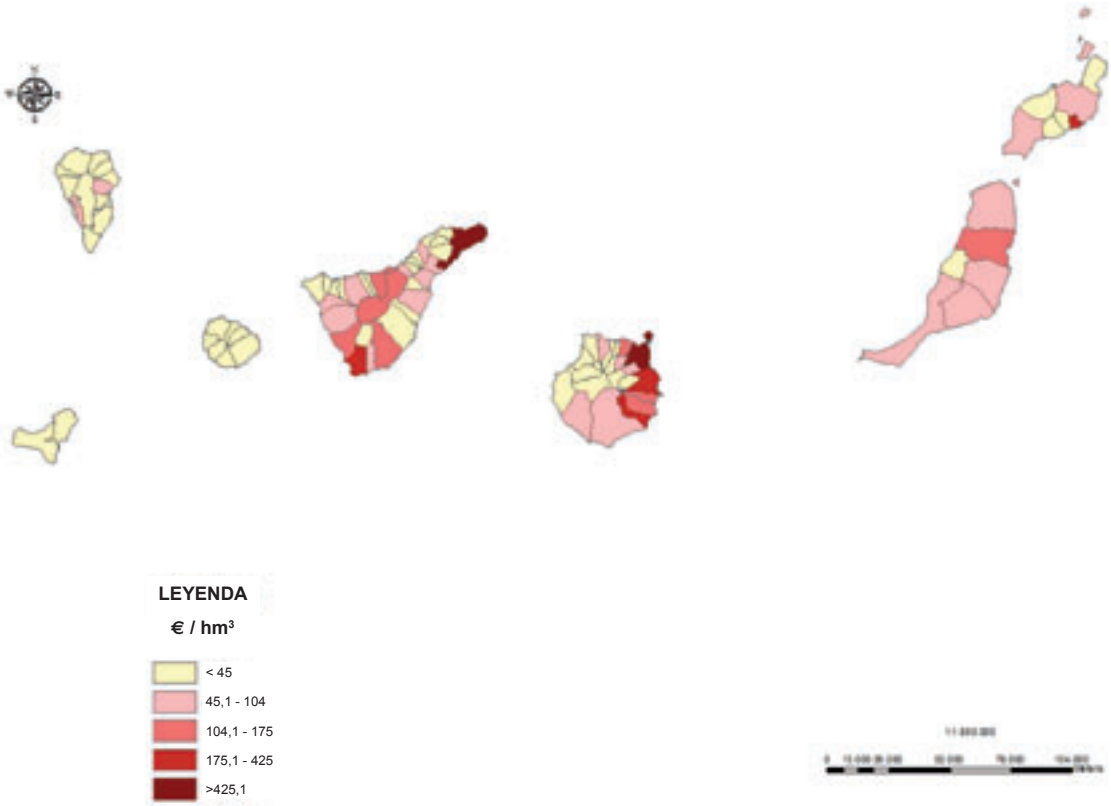
Fuente: Elaboración propia.

La Comunidad Autónoma de las Islas Canarias presenta unos precios de "Huella Hídrica" relativamente altos, en relación con el total de España en Las Palmas de Gran Canaria, donde los precios son superiores a los 1.200 €/hm³ y en Santa Cruz de Tenerife donde rondan los 1.000 €/hm³. Mientras que en el resto de los municipios apenas superan los 150 €/hm³ en Adeje, los Vinos, Arona, San Miguel, Aruca, Telde, Bartolomé de Tirajana y Puerto del Rosario. Y el resto de los municipios presentan precios inferiores a los 150 €/hm³.

Los niveles de "Huella Hídrica" de las Islas Canarias son superiores a los 100 hm³ en la mayor parte de los municipios, de hecho en Santa Cruz de Tenerife y las Palmas de Gran Canaria, superan los 1.000 hm³, lo que repercute en su nivel de precios, haciéndolos cada vez mayores.

La diversidad paisajística, orográfica y litológica de las Islas junto con unas condiciones climáticas inmejorables, han sido factores clave en la disposición en la ordenación territorial de las islas. De igual modo, han incidido en el aumento progresivo del turismo que, junto con el crecimiento demográfico han producido un aumento sustancial de la demanda de bienes y servicios de "Huella Hídrica" con lo que, al tomar como base al conjunto de precios nacionales de "Huella Hídrica" observamos niveles de precios altos, en comparación con otras Comunidades en las que los precios apenas superan los 150 €/hm³ en el 90% de sus municipios.

FIGURA 39. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Canarias (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias



Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala regional, podemos observar diferencias sustanciales, no sólo entre las islas sino que también dentro de las mismas. En la isla de Tenerife, el municipio de Santa Cruz presenta uno de los precios más altos de la Comunidad, ya que su precio de "Huella Hídrica" es de casi 1.000 €/hm³ mientras que el en municipio de Arone su precio es de 300 €/hm³. En las Palmas de Gran Canarias, el municipio de las Palmas tiene un precio de "Huella Hídrica" de 1.600 €/hm³ y los municipios de Bartolomé y Telde su precio es de 260 €/hm³ y 450 €/hm³ respectivamente.

La principal consecuencia de que estas dos islas (Tenerife y Gran Canarias) presenten los precios más altos de "Huella Hídrica" la encontramos en sus niveles de población. Las variaciones demográficas que han modificado el modelo de organización territorial, a partir de la terciarización ocupacional y del proceso de urbanización especulativa de los últimos años, han producido aumentos más que sustanciales en la población urbana de sus dos núcleos urbanos principales (Santa Cruz y las Palmas), sobredimensionándolos. Esto ha producido un crecimiento de la demanda de bienes y servicios de "Huella Hídrica", sobre todo vinculados al sector doméstico e industrial, aunque también el sector agrario (mayoritariamente en el cultivo de plátanos) ha incrementado su demanda produciendo así un proceso de confrontación entre un espacio rural que tiende a adquirir comportamientos urbanos (con lo que ello conlleva de hábitos de consumo, agotamiento de recursos, elevado consumo de agua, generación de residuos,…).

De igual modo, debemos tener en cuenta que estos niveles de precios están estrechamente relacionados con los poblacionales vinculados al proceso de terciarización, ligado al turismo, ha generado un dinamismo económico muy importante, que se ha traducido en un aumento de los niveles de empleo y de producción (lo que ha supuesto un aumento sustancial de su peso en el PIB nacional). Esto ha favorecido una mejora en la calidad de vida de sus habitantes, ligada al alza de los salarios y de la renta real por habitantes; tal es el caso de las islas de Lanzarote y Fuerteventura, que han revitalizado su actividad portuaria, comercial y la turística, lo que ha supuesto una mayor atracción de la población hacia

el comercio, expansionando su economía. Al mejorar sus condiciones laborales y haber aumentado su poder adquisitivo, esto ha repercutido claramente en un aumento de la demanda de bienes y servicios de "Huella Hídrica" que ha terminado por traducirse en un aumento de los precios.

a.6. Comunidad Autónoma de Cantabria

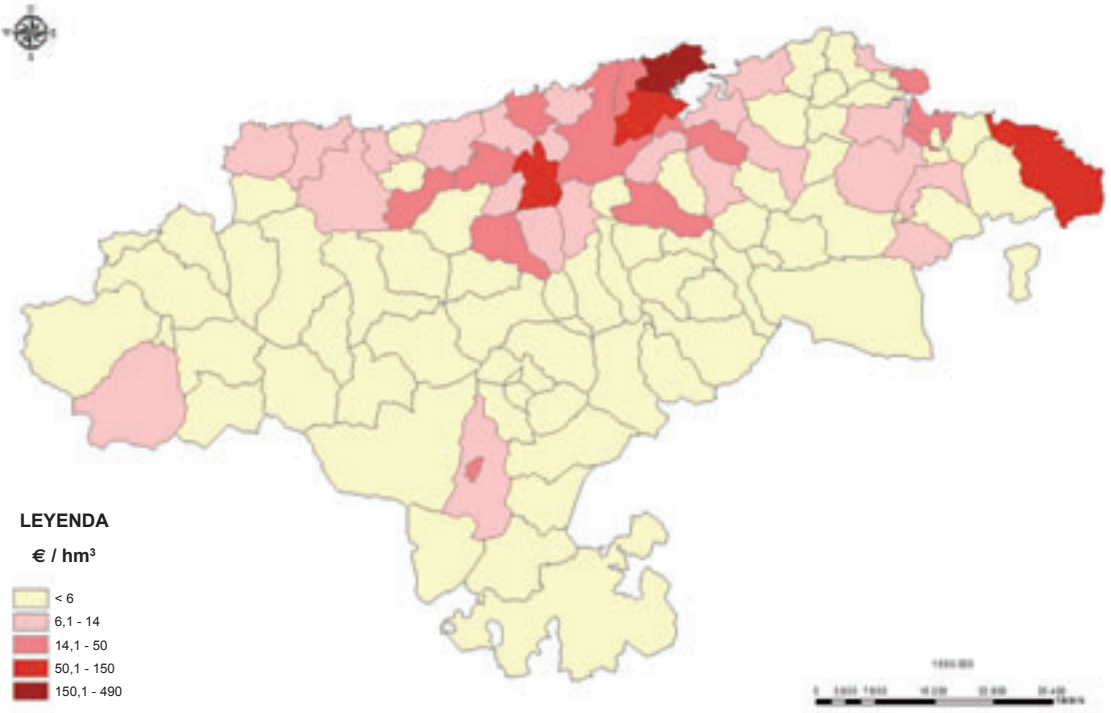
FIGURA 40. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cantabria (2008). Base de cálculo, el total de España

Fuente: Elaboración propia.

La Comunidad Autónoma de Cantabria bañada por el mar Cantábrico, es una de las Comunidades que mayores niveles de "Huella Hídrica" presenta de toda España, sin embargo los precios de su "Huella Hídrica" son muy bajos, en comparación con la media nacional, inferiores a los 150 €/hm^3, a excepción de la capital que oscila entre los 150 €/hm^3 y los 500 €/hm^3. La causa principal de que el precio de la "Huella Hídrica" en esta región sea muy inferior a la de la media de España, la encontramos en el valor que tiene realmente el recurso hídrico en dicha Comunidad. Es un territorio caracterizado por precipitación muy abundantes, aunque desiguales a lo largo del territorio por su relieve de valles y montañas. En el litoral y los valles abiertos al mar, las precipitaciones oscilan entre los 1.000 y 1.400 mm anuales, lo que dota a la región de un recurso hídrico abundante, disminuyendo el valor real de dicho bien y eso se refleja claramente en su precio.

De igual modo, debemos tener en cuenta que la demanda de "Huella Hídrica" en esta comunidad, está estrechamente relacionada con el crecimiento poblacional urbano, principalmente. A pesar de que dicho incremento poblacional no es muy significativo, el actual proceso de urbanización está produciendo aumentos sustanciales en dicha "Huella Hídrica", pero en términos económicos su peso continúa estando muy por debajo de su media nacional.

FIGURA 41. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cantabria (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Cantabria



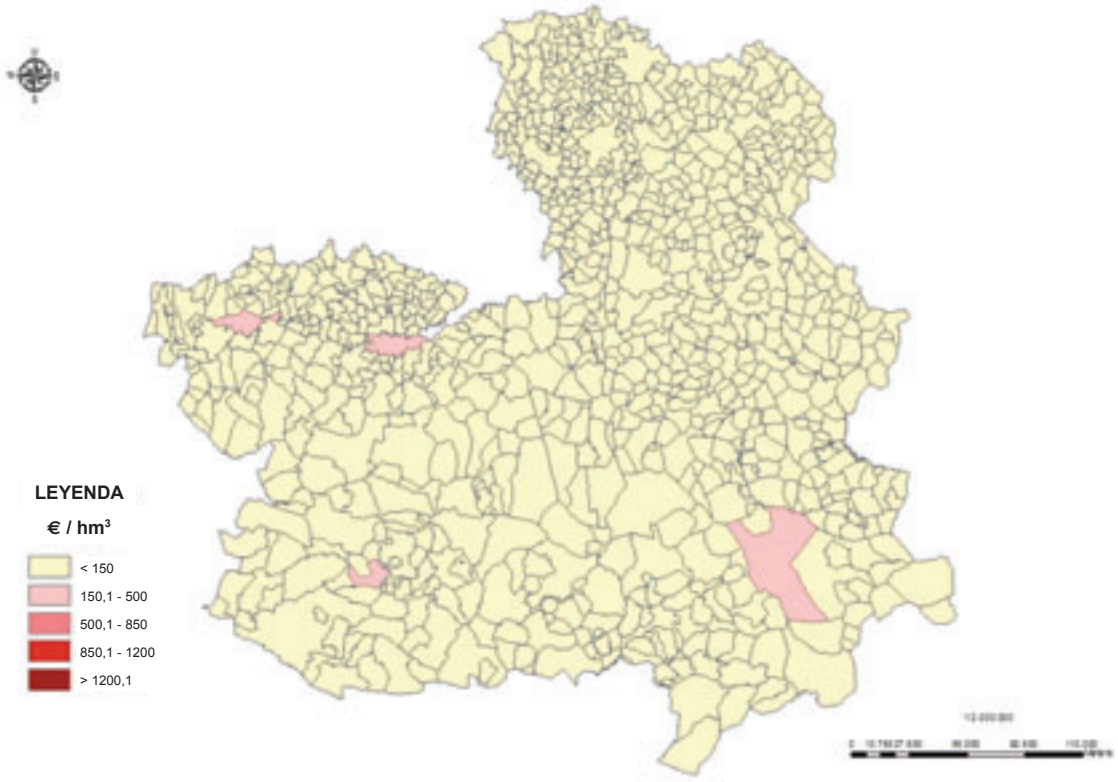
Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala local, podemos ver claramente como la cosa varia ligeramente respecto de la media nacional. El proceso de concentración demográfica en el área costera hace que se establezcan mayores precios en dichos núcleo poblacionales. La "Huella Hídrica" de la Cantabria central supera los 1000 hm^3, lo que se traduce en que el área metropolitana de Santander (200.000 habitantes) presente unos precios de "Huella Hídrica" de 500 €/hm^3, y las áreas urbanas de Torrelavega (50.00 habitantes), Camargo y Castro-Urdiales tengan precios de 150 €/hm^3, 85 €/hm^3 y 82 €/hm^3 respectivamente. Por otro lado, los municipios del interior presentan precios muy bajos inferiores a los 6 €/hm^3, a excepción de Reinosa donde el precio del agua es de 26 €/hm^3.

Las principales consecuencias de estas disparidades las encontramos, en el crecimiento poblacional en las zonas costeras cántabras, y en el hecho de que la región está inmersa actualmente en un proceso de cambio económico y territorial irreversible, como consecuencia, entre otros factores, de la reconversión industrial, de la reestructuración del sector servicios, muy especialmente del turismo, y del desarrollo de las grandes infraestructuras de transportes (autovía del Cantábrico, mejora de las comunicaciones intrarregionales…). Un reflejo de ello, los encontramos en espacios fuertemente terciorizados como es el caso de Santander, donde más del 60% de su población se encuentra ocupada en el sector servicios, y sus municipios colindantes le han servido a la capital de expansión residencial como es el caso de Santa Cruz de Bezana, Piélagos y Camargo. De ahí que la mayor parte de los municipios colindantes a la capital tengan precios mayores a los del resto de la región. Por otro lado, los espacios dominantemente agrarios, definidos territorialmente por los municipios más altos, con mayores pendientes, más inaccesibles, marginales y envejecidos. Así la mayor parte de Liébana, Valderredible, los valles altos del Pas y del Miera, y Soba son los que presentan precios inferiores.

a.7. Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha

FIGURA 42. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla-La Mancha (2008). Base de cálculo, el total de España

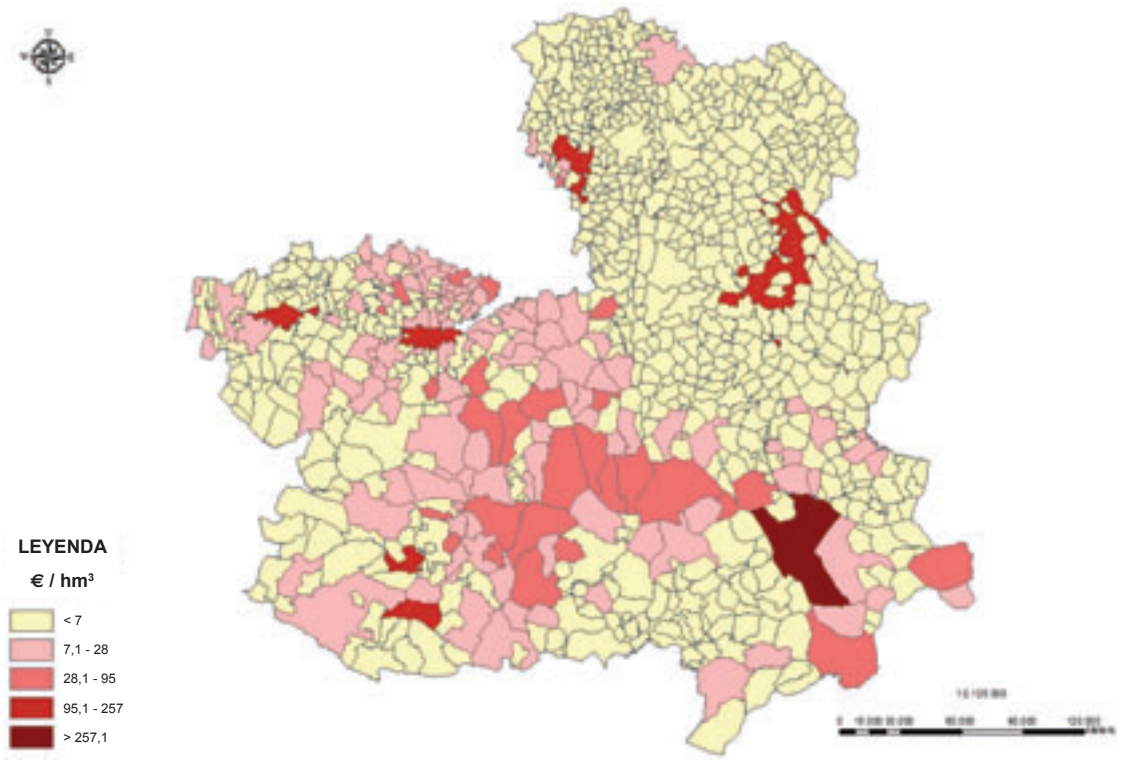


Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en la mayor parte de las Comunidades Autónomas, Castilla-La Mancha presenta unos precios muy bajos si lo comparamos con la media nacional. Se caracteriza por ocupar una gran parte de la submeseta meridional de España, y está estrechamente relacionada con la capital, Madrid. Sus niveles de "Huella Hídrica" son relativamente bajos, oscilan entre los 10 hm^3 y los 100 hm^3, a excepción de los núcleos urbanos de Toledo, Albacete y Talavera de la Reina donde los precios, que oscilan entre los 150 €/hm^3 y los 500 €/hm^3, son fiel reflejo de unos mayores niveles de "Huella Hídrica" de la Comunidad, rondando los 1.000 hm^3. Uno de los principales factores de estos niveles tan bajos en los precios de la "Huella Hídrica" lo encontramos, fundamentalmente, en el número de habitantes de la Comunidad. La mayor parte de los municipios presenta niveles poblacionales inferiores a los 10.000 habitantes; tan sólo Albacete supera los 100.000 habitantes, mientras que Talavera de la Reina, Guadalajara, Toledo, Ciudad Real y Puertollano superan los 50.000 habitantes.

Llaman la atención los casos concretos de Cuenca y de los Yébenes que, a pesar de superar también los 1.000 hm^3 de demanda de bienes y servicios de "Huella Hídrica", los precios de esta sean inferiores a los 150 €/hm^3, como consecuencia principal de la baja población de la zona, que incrementa sus demandas por medio del turismo casi en exclusiva.

FIGURA 43. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla-La Mancha (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha



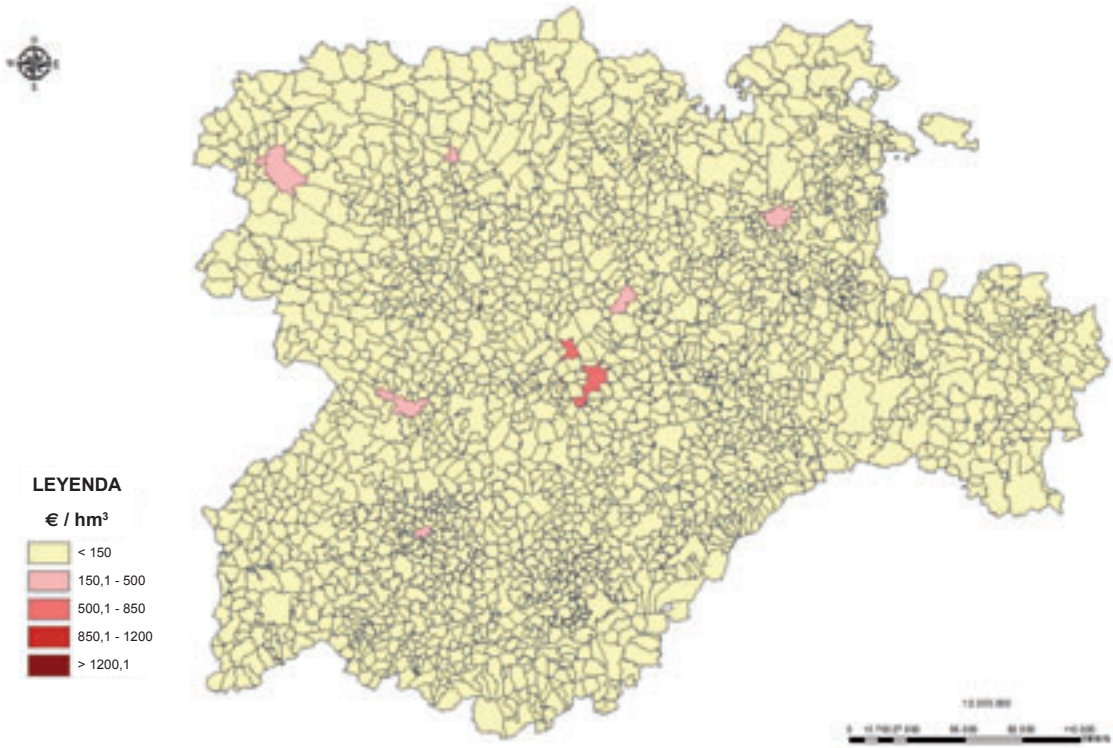
Fuente: Elaboración propia.

Si observamos el mapa, tomando como base la escala local, podemos observar como los núcleos urbanos de las principales capitales de provincia y los núcleos urbanos de mayor población (Cuenca, Guadalajara, Toledo, Talavera de la Reina y Ciudad Real) son los que mayores precios de "Huella Hídrica" presentan, todos ellos superiores a los 95 €/hm^3. Concretamente, los precios en Albacete, el núcleo urbano más poblado, son de 465 €/hm^3.

Lo más llamativo de este mapa de precios lo encontramos en la disposición de los municipios con precios superiores a los 7 €/hm^3. Todos ellos siguen la tendencia creciente hacia Madrid. La atracción de esta ciudad sobre el dilatado Hinterland de las llanuras de Castilla-La Nueva se ha dejado sentir con mayor intensidad en los centros urbanos más próximos, tanto antes como ahora. Al contrario que la mayor parte de las regiones, la de Castilla-La Mancha se mantenía, pasados diez años de su creación, en la indefinición de su modelo territorial (con una Huella que oscila entre datos inferiores a los 10 hm^3 y los 100 hm^3). Una explicación lógica la encontramos en el hecho de que Castilla-La Mancha es la tercera región en tamaño, entre las españolas, y con una de las densidades más débiles de toda la Comunidad Europea, sin una ciudad central capaz de dirigir la vertebración de su territorio, conformando un espacio insuficientemente estructurado (Sotelo et alii, 2010).

a.8. Comunidad Autónoma de Castilla y León

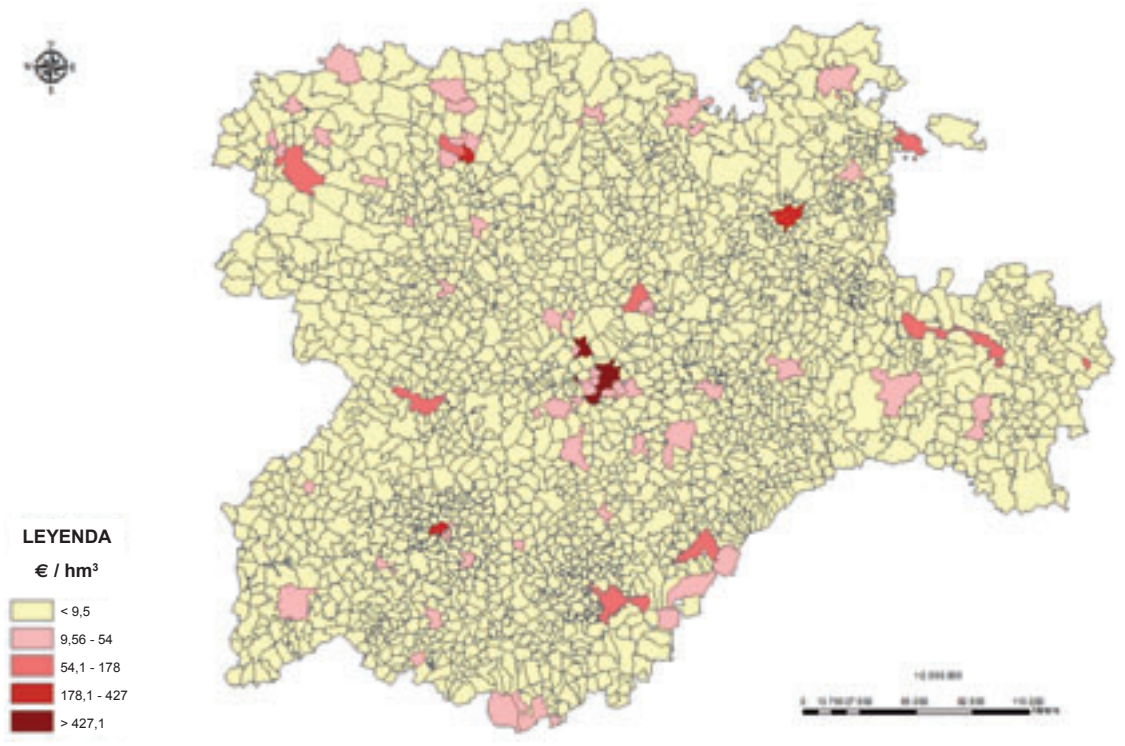
FIGURA 44. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla y León (2008). Base de cálculo, el total de España



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la dinámica de muchas de las Comunidades Autónomas, Castilla y León presenta unos precios muy bajos si tomamos como base el total de España. La "Huella Hídrica" de Castilla y León es fiel reflejo de los caracteres que definen la población: la constante disminución, definida por un despoblamiento sostenido, tanto en los tiempos presentes como en los históricos con períodos de recuperación, y su marcado carácter agrícola (la mayor parte de sus municipios presentan una Huella por debajo de los 1.000 hmm^3). La elevada superficie regional y sus bajas densidades demográficas han desarrollado tradicionalmente en Castilla y León un hábitat rural basado en pequeños núcleos con un término municipal acorde al mismo, cuya área permitía los desplazamientos habituales para las labores agrícolas. La "polimunicipalidad" resultante se establece en distancia más o menos cortas entre ellos y con la tendencia a un poblamiento concentrado (Sotelo, J.A., 2010). Todo ello ha producido y produce una baja demanda de "Huella Hídrica" que repercute directa e indirectamente en el nivel de precios de la Comunidad. Tan sólo Valladolid presenta precios superiores a los 500 €/hm^3 (673 €/hm^3), capital regional marcada por el desarrollo industrial que esá favoreciendo el desarrollo de la zona como un área metropolítana en expansión (con una "Huella Hídrica" superior a los 1.000 hm^3). Mientras que el resto de municipios no superan los 150 €/hm^3, a excepción de León (339 €/hm^3), Pontferrada (170 €/hm^3), Zamora (178 €/hm^3), Salamanca (427 €/hm^3), Burgos (297 €/hm^3) y Palencia (167 €/hm^3) donde el precio de la "Huella Hídrica" oscila entre los 150 €/hm^3 y los 500 €/hm^3. Estos niveles de precios, algo superiores al del resto de municipios corresponden con una serie de ciudades medias cuyas áreas de influencia son puramente rurales, caracterizadas por la baja población y el envejecimiento creciente de sus habitantes. Cabe destacar que, el caso concreto de Salamanca, ciudad en la que se superan los 400 €/hm^3 se caracteriza por tener precios algo superiores, no sólo por el turismo cultural de la zona sino que también por ser un centro de residencia universitaria durante la mayor parte del año, lo que incide en la demanda de "Huella Hídrica" y, por ende, en el precio de la misma.

FIGURA 45. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla y León (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Castilla y León



Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala regional podemos observar claramente como la tendencia de los precios no varia apenas respecto al total de España. La mayor parte de los municipios muestran precios inferiores a los 10 €/hm^3, sobre todo en las áreas rurales, donde la despoblación, los subsidios y las ayudas estatales para la producción de bienes agrarios y ganaderos repercuten negativamente en el nivel de precios. Tan sólo Valladolid, supera los 500 €/hm^3; Zamora, Salamanca y Burgos tienes precios de "Huella Hídrica" superiores a los 178 €/hm^3. Por otro lado, los núcleos urbanos de Palencia, Pontferrada, Segovia, Ávila y Soria, capitales de provincia de menor nive situadas entorno a los núcleos de jerarquía superior presentan precios superiores a los 54 €/hm^3 e inferiores a los 178 €/hm^3, como consecuencia directa de lo anterioremente citado y por la flanta de planificación en términos de ordenación territorial que provoca el aislamiento de dichos núcleos urbanos en lugar de interconectarlos de manera óptima y que permita el desplazamiento rápido entre unos y otras.

Por otro lado, cabe destacar que, ha diferencia de la Comunidad Autónomas de Castilla-La Mancha, la vinculación existente entre los núcleos urbanos o poblacionales de Castilla y León y la Comunidad de Madrid, es muy baja, lo que repercute negativamente no sólo en la demanda de "Huella Hídrica" sino que también en el pago de precios más bajos.

a.9. Comunidad Autónoma deCataluña

FIGURA 46. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cataluña (2008). Base de cálculo, el total de España

Fuente: Elaboración propia.

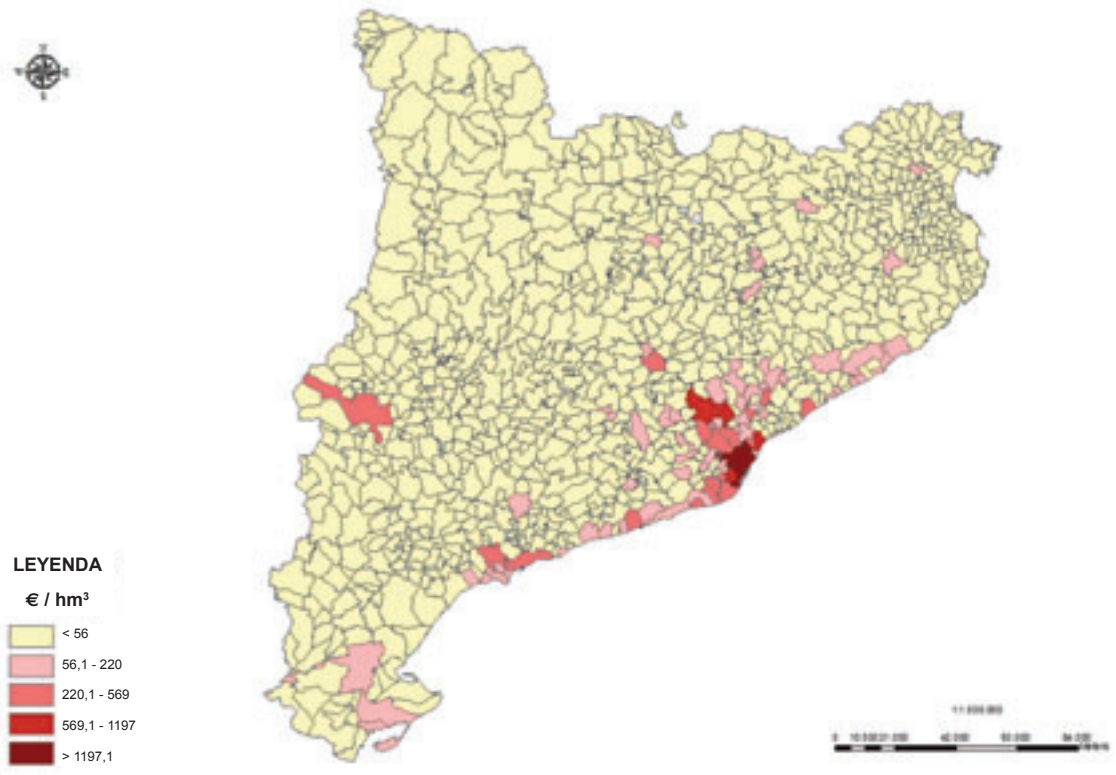
El caso concreto de Cataluña es uno de los más curiosos de España, si tenemos en cuenta sus niveles poblacionales, económicos y de demanda de "Huella Hídrica". En la Figura 46, se puede observar con claridad, como la mayor parte de los municipios de la Comunidad presentan unos precios inferiores a los 150 €/hm^3 si tomamos como base la media nacional. Tan sólo el núcleo urbano de Barcelona (cuya "Huella Hídrica" supera los 5.000 hm^3) presenta precios superiores a los 1.200 €/hm^3 y los núcleos urbanos de Tarrasa, Badalona, Sabadell y Hospitalet de Llobregat presentan precios que oscilan entre los 850 €/hm^3 y los 1.200 €/hm^3. Esto es consecuencia directa de la incidencia del núcleo urbano de Barcelona, que va extendiéndose hacia los núcleos

En estrecha relación con estas tendencias recientes en el seno del área metropolitana de Barcelona, debe interpretarse el protagonismo que están cobrando en la última década y media de las prolongaciones del continuo urbano de la aglomeración barcelonesa (con una Huella que oscila, según los municipios entre los 100 y los 5000 hm^3). Si las desigualdades en el crecimiento poblacional a nivel rural-urbano son un rasgo destacado desde el punto de vista territorial cabe, asimismo, resaltar la existencia de una dinámica diferente entre las comarcas litorales, por un lado, y las comarcas interiores y de montaña, respecto de la Huella.

El resto de las variables que ayudan a entender la realidad de la "Huella Hídrica" de esta región la hallamos en el hecho de que tras un prolongado proceso de crisis y reconversión industrial la economía catalana ha experimentado una fuerte terciarización, sin que por ello la industria, el motor económico tradicional de Cataluña, haya dejado de tener un papel destacado. Por otra parte, señalar que Cataluña no cuenta con una importante tradición ganadera (Sotelo et alii, 2010). Antiguamente, sólo los ovinos constituían rebaños grandes y eran la base de una ganadería comercial que se completaba básicamente con los animales de trabajo y otros animales domésticos (gallinas, pollos, conejos, cerdos). Sin embargo, desde los años sesenta, se ha producido un incremento espectacular de la cabaña ganadera,

basado principalmente en las especies de crecimiento rápido (sobre todo de porcino y aves), criadas mediante nuevos sistemas de producción industrial.

FIGURA 47. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cataluña (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Cataluña

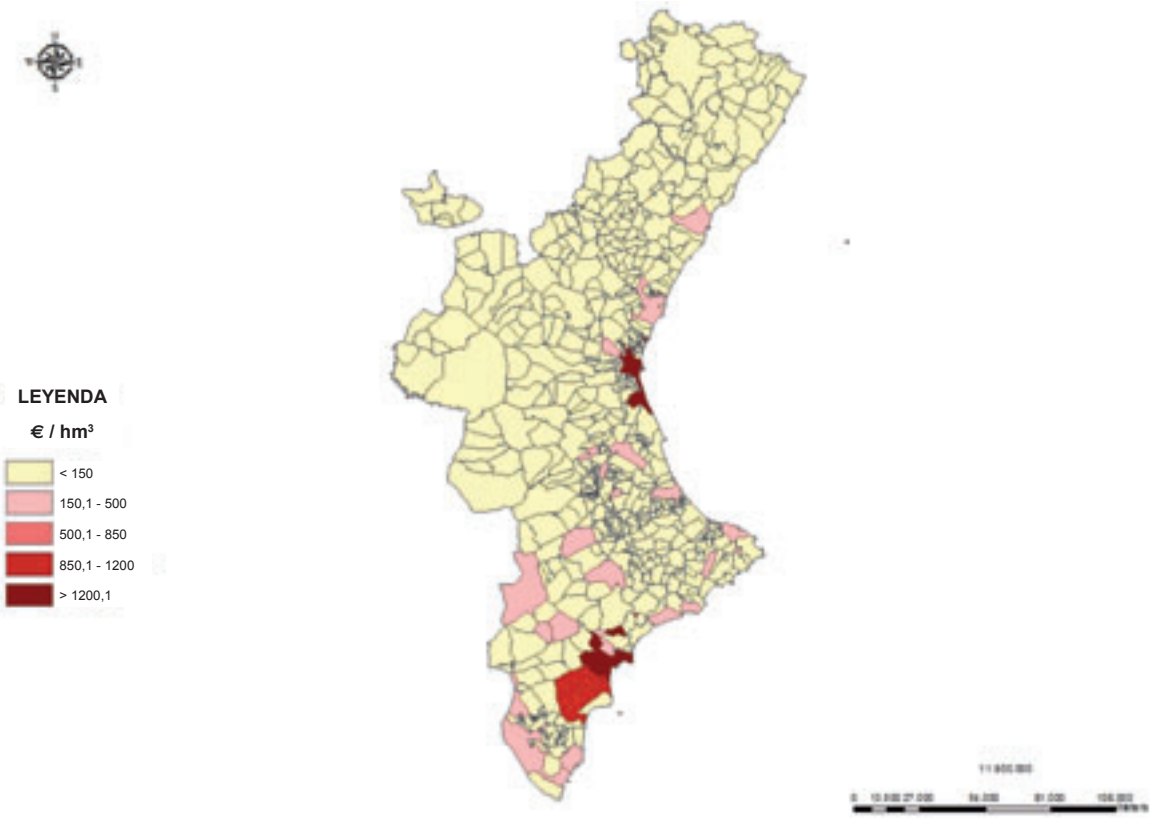


Fuente: Elaboración propia.

Al descender a la escala local, la tendencia continúa siendo similar a excepción de que los precios más elevados de "Huella Hídrica" (superiores a los 56 €/hm^3, los encontramos entorno a la franja costera (no sólo en los principales núcleos urbanos). Una consecuencia directa la encontramos en el turismo que genera incrementos porcentuales en la demanda de "Huella Hídrica" no sólo en los meses de verano, sino que a lo largo de todo el año, El turismo en Cataluña se consolida como un factor de desarrollo social, económico y territorial y se contempla en la actualidad como un componente estructural y una de las actividades más significativas de la economía catalana. Por otro lado, otra de las consecuencias de que los precios sean mayores en la zona litoral la encontramos en que dichos municipios son los que presentan mayores niveles de población y, por ende de demanda de "Huella Hídrica" de bienes y servicios domésticos; y, por otra parte, dichos precios dependen de la localización industrial catalana entorno al área cercana a Barcelona. Esta última consecuencia ha ido perdiendo peso (respecto a épocas anteriores) tras la crisis de la industria catalana de los años setenta, lo que repercutió en el proceso de terciorización de la economía catalana basado, fundamentalmente, en el ya citado turismo, tal es el caso de Tarrasa, Badalona, Sabadell y Hospitalet de Llobregat, donde los precios son superiores a los 500 €/hm^3. Mientras que en el interior de la Comunidad Autónoma, en aquellos municipios agrarios y ganaderos, los precios no superan los 56 €/hm^3.

a.10. Comunidad Autónoma de la Comunidad Valenciana

FIGURA 48. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad Valenciana (2008). Base de cálculo, el total de España

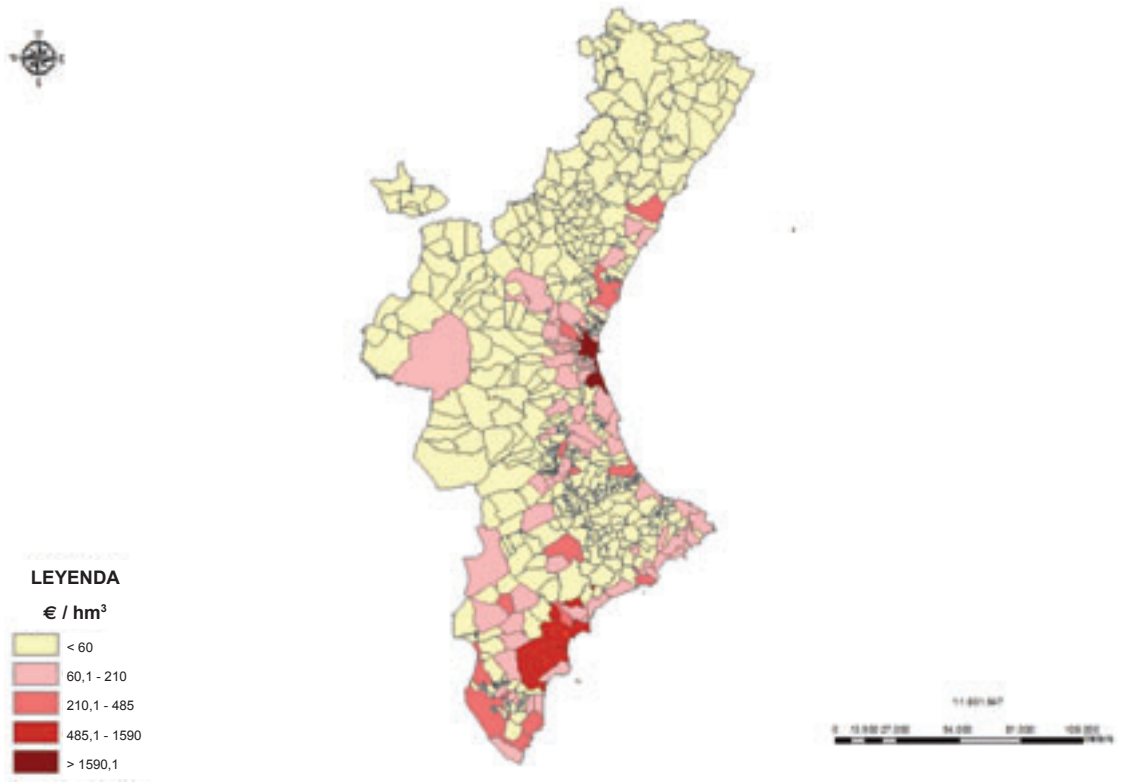


Fuente: Elaboración propia.

La Comunidad Valencia, es una de las Comunidades que presenta mayores precios de "Huella Hídrica" de toda España. Esto es consecuencia, fundamentalmente, de la diversidad productiva centrada tanto en la producción en el sector agrario (especialmente la agricultura de regadío), en el sector industrial (principalmente el vinculado al textil y la elaboración de productos alimenticios) y al turismo (es el centro por excelencia de reclamo turístico español de sol y playa). Su economía, centrada en la exportación de bienes y servicios hace que nos encontremos ante una comunidad eminentemente demandante de "Huella Hídrica" lo que incide en el nivel de precios, de igual modo, la demanda creciente y excesiva, del recurso hídrico orientado a la producción agrícola (de arroz y cítricos, principalmente) hacen de la Comunidad Valenciana un reclamo constante de bienes y servicios intensivos en "Huella Hídrica". Por otro lado, cabe destacar que la Comunidad Valenciana se halla situada en la fachada occidental del mar Mediterráneo, pero a partir de los 40km. de distancia del mar, comienzan a darse rasgos de continentalidad lo que repercute aún más en la demanda de agua y por ende en el precio de la misma (en todos sus componentes).

Tal y como se nos muestra en la Figura 48, nos encontramos ante dos grandes "espacios naturales" dominantes que son la llanura central valenciana y la depresión del Segura-Vinalopó, lo que nos permite analizar dos modelos de redes urbanas; la red urbana monocéntrica de Valencia, donde los precios de "Huella Hídrica" supera los 1.200 €/hm^3; y, el policéntrico de Murcia-Alicante, donde encontramos precios superiores a los 850 €/hm^3 y los 1.200 €/hm^3, todo ello como consecuencia principal de que ambos núcleos urbanos (Alicante y Valencia) y sus municipios colindantes, son los que presentan mayores niveles de "Huella Hídrica".

FIGURA 49. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad Valenciana (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de la C. Valenciana



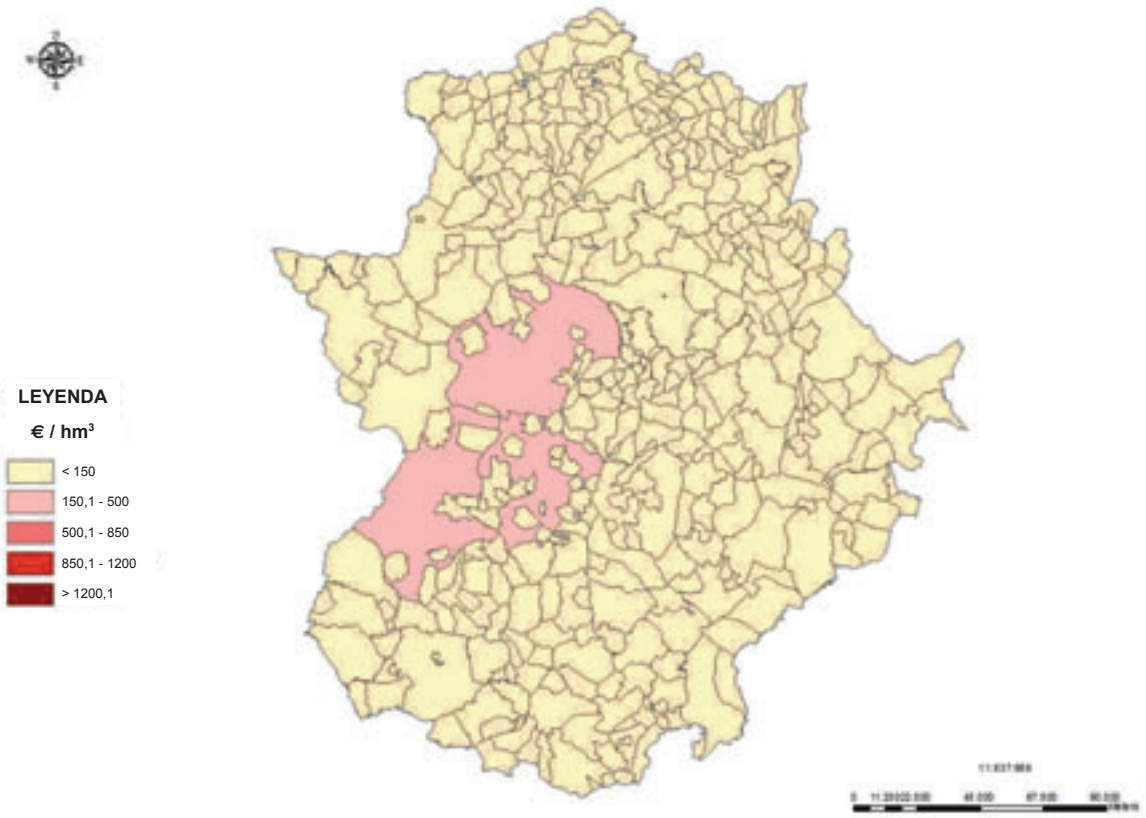
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 49, podemos observar como existen ciertos desequilibrios comarcales, entre los espacios de alto desarrollo económico agrícola, industrial y del turismo; los espacios de expansión reciente del regadío, industrializados y turísticos; los espacios pocos desarrollados de agricultura de secano y áreas de montaña; y, los espacios de industrialización incipiente y con una agricultura de secano en desarrollo.

En los primeros, donde el desarrollo económico es alto, encontramos los mayores niveles de demanda de "Huella Hídrica", tal es el caso concreto de Valencia y Alicante, lo que se ha traducido en unos mayores precios, sobre todo en el sector agrario y doméstico (especialmente en el turismo). Valencia presenta un precio de "Huella Hídrica" muy elevado, de 3.547 €/hm^3 mientras que en Alicante es de, aproximadamente, 1.600 €/hm^3.

a.11. Comunidad Autónoma de la Comunidad de Extremadura

FIGURA 50. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Extremadura (2008). Base de cálculo, el total de España



Fuente: Elaboración propia.

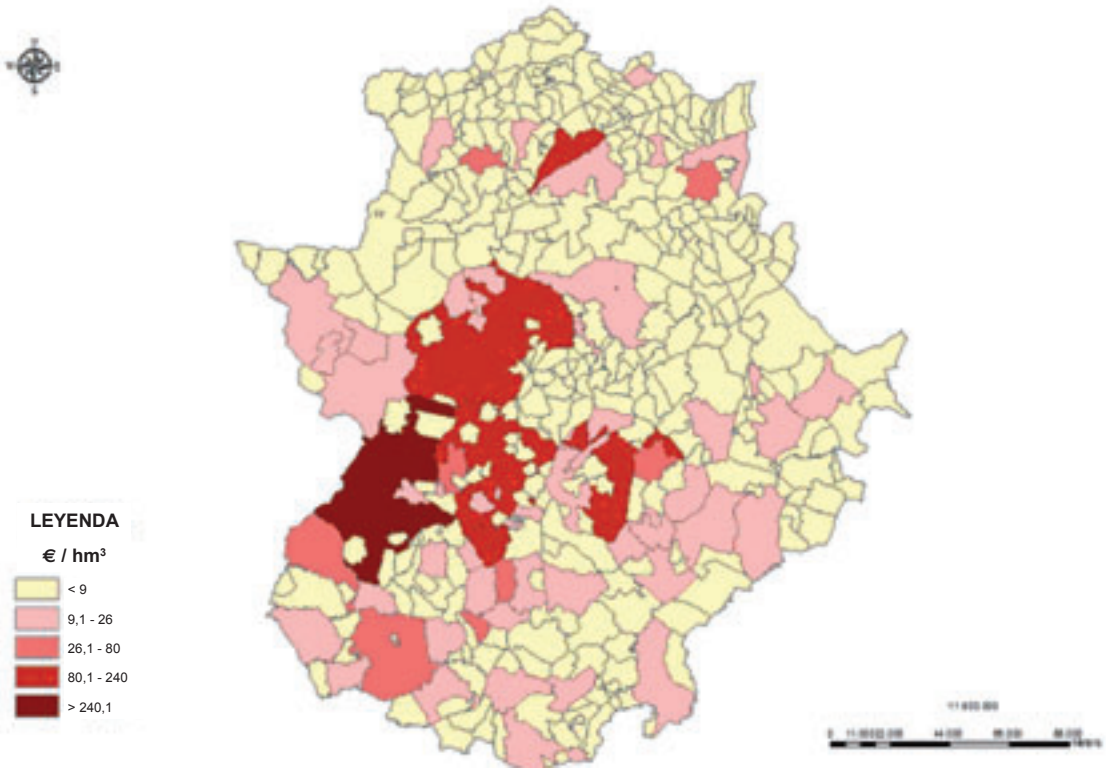
A pesar de encontrarnos en una región en la que el agua es escasa, como consecuencia directa de la irregularidad de sus precipitaciones, donde el Tajo y el Guadiana no son capaces de solventar dicha irregularidad de las precipitaciones (sólo el Sistema Central es un reservorio solvente, pero afecta apenas a su somontano) podemos observar niveles de precios muy bajos, si comparamos los precios de dicha Comunidad con el resto de España. Los precios de la "Huella Hídrica" en Extremadura oscilan entre los 150 y los 500 €/hm^3 en Cáceres (237 €/hm^3), Badajoz (454 €/hm^3) y en Mérida (171 €/hm^3), mientras que en el resto de municipios los precios son inferiores a los 150 €/hm^3.

La economía de la Comunidad Autónoma de Extremadura se centra, fundamentalmente en el sector primario, en el que la agricultura y la ganadería son la base del sistema productivo. En cuanto a la ganadería, las especies dominantes han sido el ovino, bovino, caprino y el de cerda. Mientras que en lo que se refiere a la agricultura, abundan las dehesas (distintivo de dicha región), los paisajes de regadío, lo olivares, viñedos y los policultivos tradicionales. Esto hace que sea una región demandante de grandes cantidades del recurso hídrico, pero no se ve reflejado en el precio.

Una consecuencia de estos bajos precios lo podemos encontrar en los niveles de población. Nos encontramos en un territorio cuyo carácter fronterizo y su posición periférica han evitado históricamente la presencia de un gran número de habitantes, con lo que la demanda de "Huella Hídrica" es relativamente inferior a las Comunidades Autónomas más pobladas. Por lo que la demanda de "Huella Hídrica" proviene, fundamentalmente del sector agrario. Los nuevos planteamientos de la PAC pueden resultar especialmente beneficiosos para un sector de tan profundo arraigo y significación espacial como el de la dehesa; pueden incentivar la producción, elaboración y comercialización de productos de calidad, lo que repercutirá directamente en un aumento del nivel de precios. La reestructuración de los cultivos, la

mecanización del campo, la mejora de los rendimientos y la consecución de mayores cotas de calidad en alguna de las producciones constituyen buenos ejemplos para ilustrar la coherencia evolutiva de un subsector que aún resulta clave en al economía de múltiples comarcas extremeñas (Sotelo,J.A. et alii, 2010).

FIGURA 51. España, precio de la "Huella Hídrica" en Extremadura (2008). Base de cálculo, Extremadura

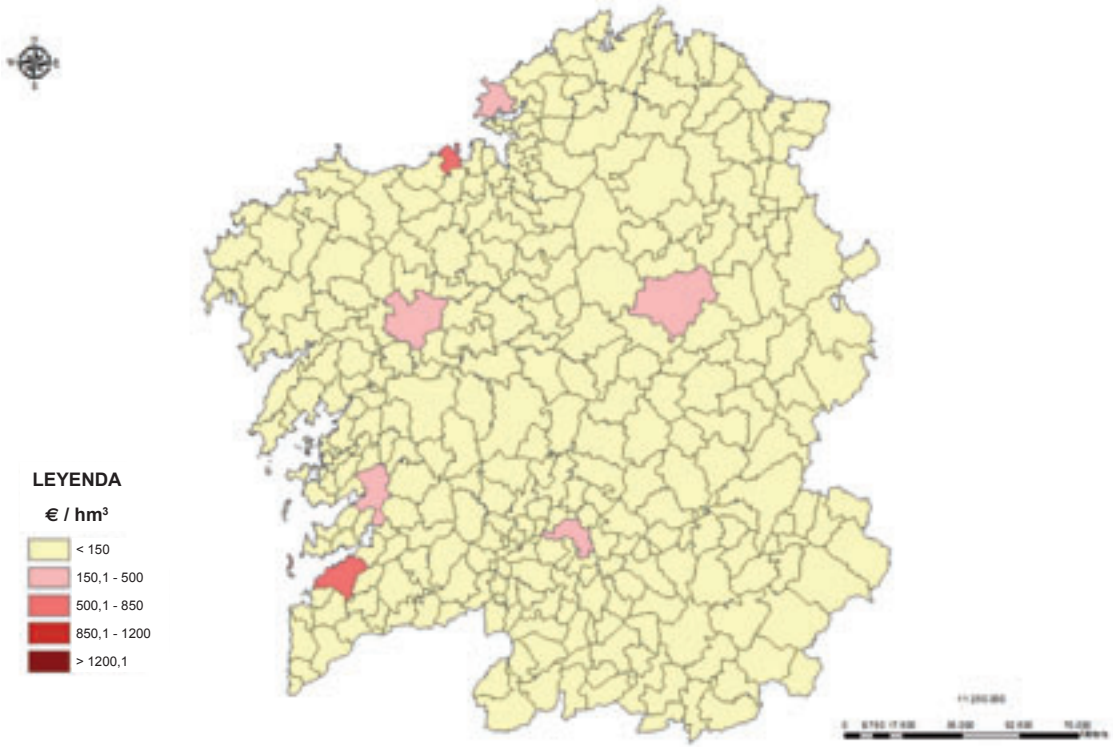


Fuente: Elaboración propia.

Tal y como podemos ver en la Figura 51, al descender a la escala de la Comunidad Autónoma, los precios más altos los encontramos en los municipios de Badajoz, Cáceres, Plasencia, Mérida y Don Benito, donde los niveles de "Huella Hídrica" superan los 1.000 hm^3, y cuyos precios de "Huella Hídrica" oscilan entre los 80 €/hm^3 y los 45580 €/hm^3, seguidos de Olivenza, Zafra, Jerez de los Caballeros y Haba donde los precios rondan los 26 €/hm^3 y los 80 €/hm^3. Con lo que se reconstruye el viejo eje norte-sur, apoyado en Plasencia, Cáceres, Mérida, Almendralejo y Zafra. Los ejes transversales unen las vegas del Alagón y del Tiétar en el norte (Coria y Navalmoral de la Mata), las Altas y Bajas del Guadiana (Villanueva de la Serena –Don Benito y Badajoz) y los ejes de Córdoba (Llerena, Azuaga) y Huelva (Fregenal de la Sierra, Jerez de los Caballeros).

a.12. Comunidad Autónoma de la Comunidad de Galicia

FIGURA 52. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Galicia (2008). Base de cálculo, el total de España



Fuente: Elaboración propia.

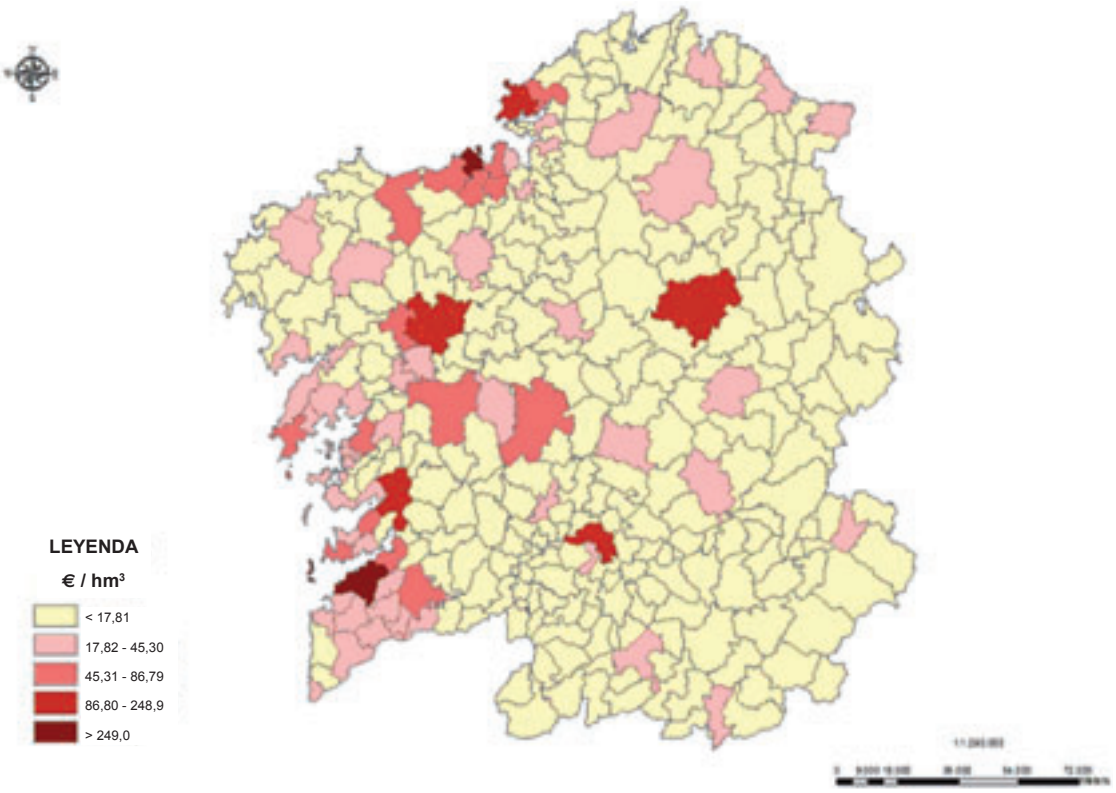
El caso concreto de la Comunidad Autónoma de Galicia, es bastante representativo de la realidad que acontece a esta Comunidad, en la que el recurso hídrico es abundante en la mayor parte del territorio lo que repercute directamente en sus niveles de demanda. La demanda de "Huella Hídrica" en la Comunidad Autónoma de Galicia es diferente, lo que se refleja en su nivel de precios. Nos encontramos ante un terriotio muy dispar, diverso y complejo en el que se distingue con clariada una divergencia entre los territorio más próximos al mar, en los que los niveles de población son mayores, y los municipios del interior, con asentamientos dispersos, despoblados o con densidades de población muy inferiores a los municipios costeros. Sin embargo, a la hora de analizar la Huella no debemos olvidar que la vertebración del territorio tiene más que ver con el poblamiento que con la población. Asumir una "Galicia invertebrada" es admitir que los antepasados desconocían las potencialidades del territorio. Los asentamientos se ajustaban a la capacidad productiva de la tierra.

Los precios de la "Huella Hídrica" en Galicia responden a una realidad compleja, marcada, fundamentalmente por la abundancia del recurso hídrico, lo que hace que los precios sean inferiores si tomamos como base al conjunto de España. Tal y como podemos ver en la Figura 52, tan solo Vigo (compuesta por Vigo, Redondela, Nigrán) y la Coruña (La Coruña, Arteixo, Oleiros, Cambre, Culeredo) son los dos municipios que presentan precios que oscilan entre los 500 €/hm^3 y los 800 €/hm^3. Esto es una consecuencia directa del dinamismo económico de dichos territorios, vinculados tanto al sector primario (principales puertos pesqueros de la Comunidad), como al sector industrial y, del sector servicios (sobre todo ligado al subsector doméstico).

Junto a las ciudades metropolitanas de Coruña y Vigo, encontramos los municipios de Santiago de Compostela con un precio de "Huella Hídrica" de 195 €/hm^3 (ciudad universitaria y turística, con sus prolongaciones por Ames, Teo, Boqueixón y Vedra), Lugo (153 €/hm^3), Pontevedra (245 €/hm^3 –compuesto por Pontevedra, Marín, Poio–), Orense (219 €/hm^3 con sus pequeños municipios limítrofes, como

San Ciprián das Viñas, Barbadas, Toén, Pereiro de Aguiar, Coles) y Ferrol (154 €/hm^3 –compuesto por Ferrol, Fene, Narón, Neda–), donde los precios oscilan entre los 150 €/hm^3 y los 500 €/hm^3. En el resto de los municipios, el precio de la "Huella Hídrica" ronda la gratuidad, 0 €/hm^3, como consecuencia directa de la abundancia del recurso hídrico; con lo que la demanda de "Huella Hídrica" en la Comunidad Autónoma de Galicia es elevada, sin embargo esto no se ve reflejado en su nivel de precios.

FIGURA 53. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Galicia (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Galicia



Fuente: Elaboración propia.

Al desdencer a la escala local, observamos como los precios son inferiores a los 17 €/hm^3 en la zonas del interior; territorios poco poblados, en los que predomina la población envejecida e inmigrante (sobre todo de países africanos). Mientras que las zonas costeras, los precios oscilan entre los 18 €/hm^3 y los 87 €/hm^3. Se trata de áreas rururbanas cuyas características más definitorias son la heterogeneidad morfológica y la pluriactividad de sus habitantes tanto por lo que respecta a los sectores económicos (agricultura, marisqueo, pesca, construcción, industria, comercio, servicios), como por el medio de trabajo (campo, mar, ciudad); es el moderno modus vivendi del "part time" que se funde con la vieja cultura del minifundio tradicional, lo que se refleja directamente en la realidad de la "Huella Hídrica" de la región.

a.13. Comunidad Autónoma de la Comunidad de la Rioja

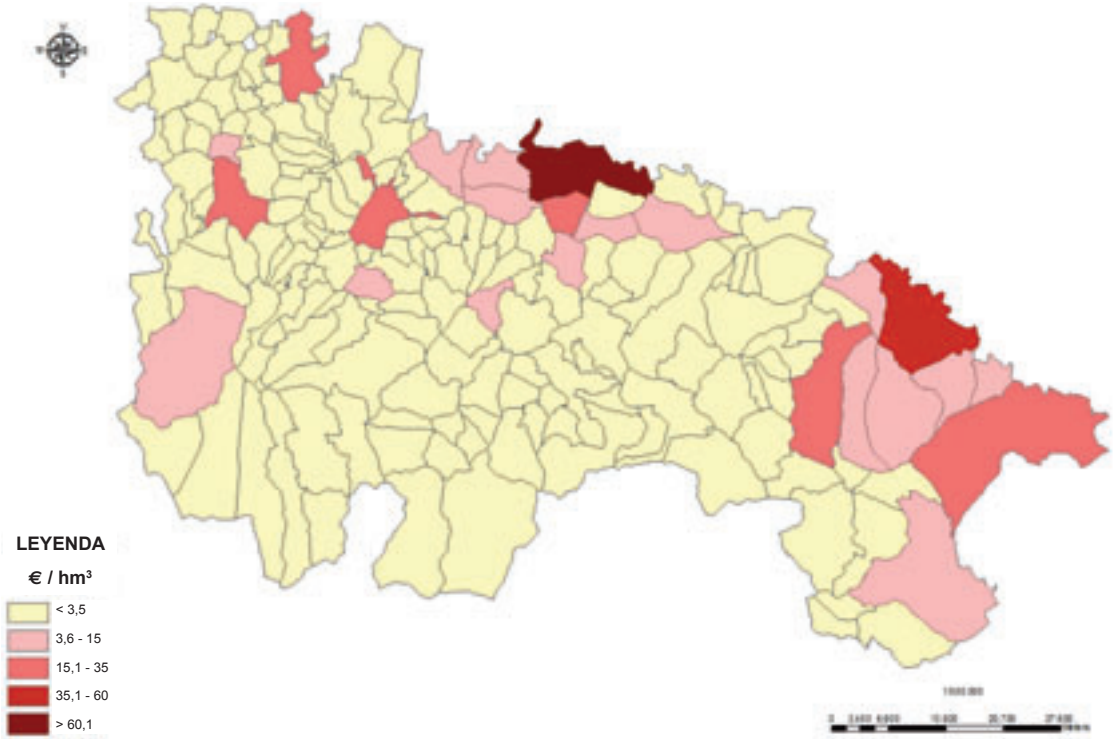
FIGURA 54. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de La Rioja (2008). Base de cálculo, el total de Aspaña

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como nos muestra la Figura 54, los precios de la "Huella Hídrica" en la Comunidad Autónoma de la Rioja, son muy bajos si tomamos como base a España en su conjunto. Tan sólo la capital de provincia, Logroño, presenta precios superiores a los 150 €/hm^3 (en Logroño el precio de la "Huella Hídrica" es de 370 €/hm^3). La Rioja ha seguido un proceso de crecimiento en el que las actividades primarias han ido perdiendo importancia en beneficio de la industria y los servicios. No obstante, la actividad agraria riojana tiene todavía una cierta trascendencia económica, pues una parte de la misma se ha convertido en el soporte de una pujante industria agroalimentaria. Eso ha repercutido en el nivel de precios, sobre todo en lo que se refiere a los precios de "Huella Hídrica" en bienes y servicios vinculados a la producción vitivinícola, como consecuencia de que la Rioja se extiende por las las tierras llanas de la depresión del Ebro y sólo logra penetrar en la montaña meridional por los fondos de los cursos fluviales más desarrollados; pero estos precios no son tan elevados como en otras Comunidades en las que el sector agrario cobra un peso mayor.

La "Huella Hídrica" de La Rioja refleja, mutatis mutandis, la realidad de un territorio que hasta principios del siglo XX había dispuesto de unas actividades económicas diversas de larga tradición histórica. La agricultura, a pesar de las dificultades del terreno, había ocupado extensas superficies para la producción de cereales. La ganadería trashumante y la industria artesanal habían permitido durante siglos la acumulación de capital (Sotelo et alii, 2010). Todo ello ha repercutido, y repercute, en el nivel actual de precios del bien hídrico, junto con las condiciones climáticas, edáficas, antrópicas,…

FIGURA 55. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de La Rioja (2008). Base de cálculo, La Rioja



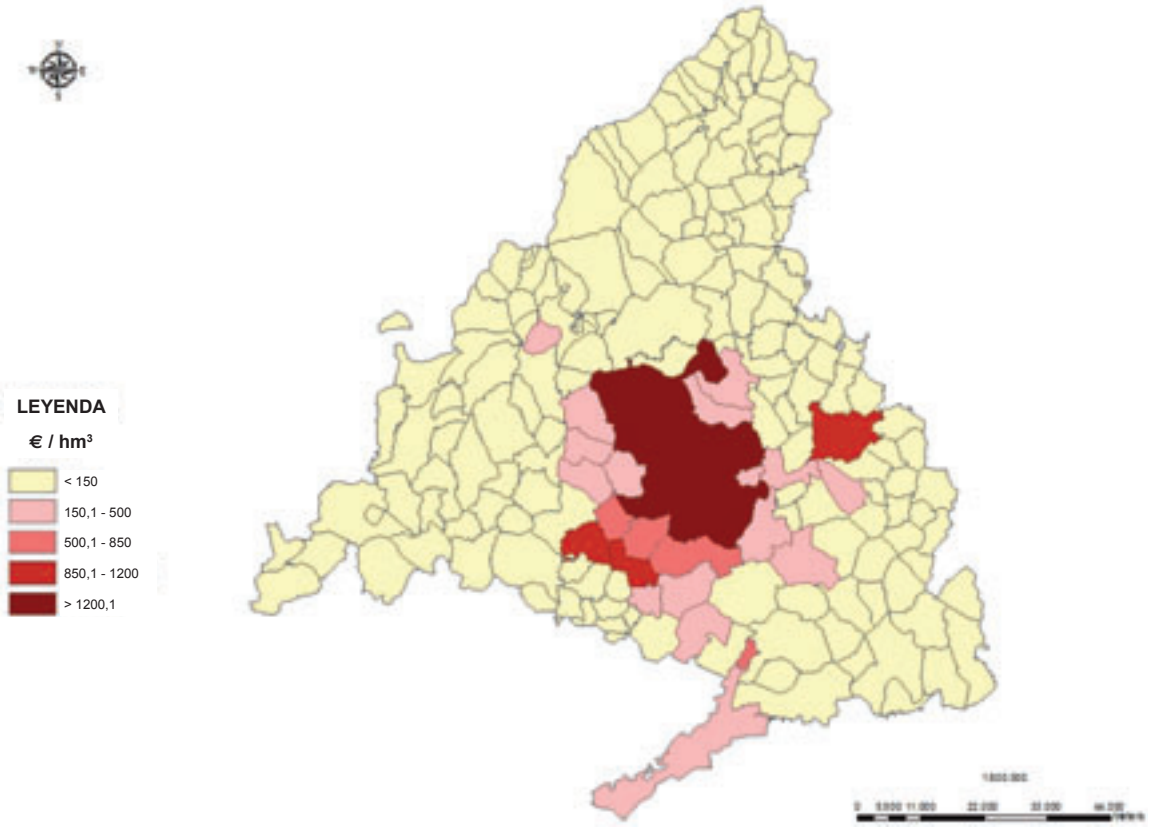
Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala local, podemos observar (Figura 55), como la Rioja, presenta mayores niveles de precios de "Huella Hídrica" en aquellas ciudades y pueblos con mayores niveles de población y que, a su vez, presentan mayores niveles de comunicación entre ellos por proximidad a la AP-68; mientras que los municipios que se encuentras en las zonas de montaña presentan menores precios. Los municipios de Logroño (370 €/hm^3) y Catanorra (60 €/hm^3) son en los que el precio del bien hídrico es mayor, seguidos de Haro (), Santo Domingo de la Calzada (14 €/hm^3), Alfaro (23 €/hm^3), Amedo (35 €/hm^3) y Nájera (20 €/hm^3).

Todo ello es consecuencia de variables muy diversa; un clima de carácter mediterráneo-continentalizado y una pobre vegetación natural que se acantona en los lugares más inaccesibles y menos rentables desde un punto de vista agrícola. El bloque occidental, más elevado y abierto a las influencias atlánticas, registra las precipitaciones más elevadas de la región y las temperaturas más bajas. En la montaña oriental, el régimen de la lluvia pasa a ser equinoccial, con un máximo principal en primavera y otro secundario en otoño. Las carencias hídricas se dejan notar la mayor parte del verano, calculándose que al menos uno de cada tres años dispone de un período seco de duración superior al mes (Sotelo et alii, 2010). Junto a esto, comprender la "Huella Hídrica" y su distribución territorial en esta región va paralela al reparto de la población; en su análisis podemos distinguir dos sectores con un comportamiento muy diferente: la montaña (sistema Ibérico) y el llano (depresión del Ebro). En el sistema Ibérico riojano el despoblamiento ha sido la nota más destacada a lo largo del siglo pasado. El hundimiento de su economía tradicional, apoyada en la ganadería trashumante y en una cierta actividad industrial de carácter artesanal, y el alejamiento de las vías principales de comunicación forzaron unos procesos migratorios que inicialmente fueron moderados para pasar a ser masivos a partir de la década de los cincuenta.

a.14. Comunidad Autónoma de la Comunidad de la Madrid

FIGURA 56. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Madrid (2008). Base de cálculo, el total de España

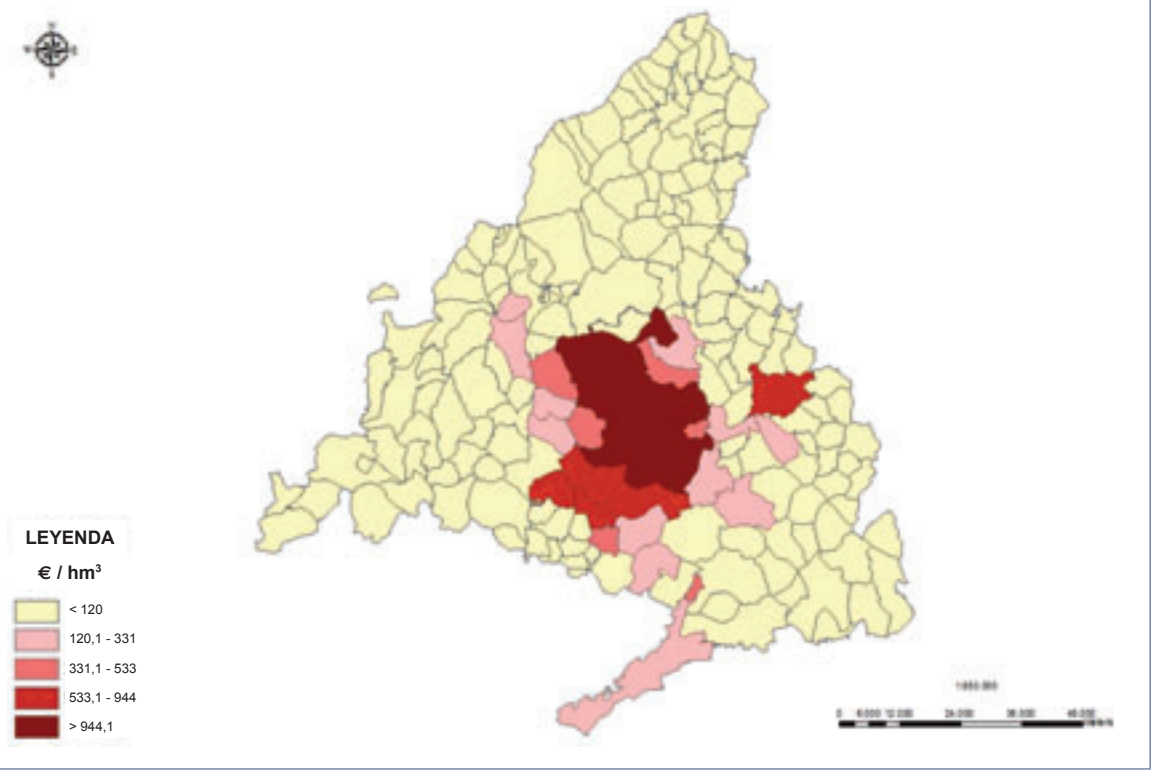


Fuente: Elaboración propia.

En el caso concreto de la Comunidad de Madrid, debemos tener en cuenta que se trata de una de las dos Comunidades que mayores precios de "Huella Hídrica" presenta, muy por encima de los 1.200 €/hm³. Se trata de un territorio de escasa relevancia respecto al resto del país en cuanto a superficie, sin embargo, presenta los mayores niveles de "Huella Hídrica", superando los 5.000 hm³ en la "almendra central", los 100 hm³ en la corona metropolitana donde los precios oscilan entre los 150 €/hm³ y los 1.200 €/hm³ y, el resto de municipios, apenas rondan los 150 €/hm³.

Estos altos niveles de los precios de la "Huella Hídrica" los podemos encontrar, en primer lugar, en que es la capital de España y en ella se concentran la totalidad de las actividades económicas, políticas y sociales del país. Es una Comunidad densamente poblada, donde el crecimiento poblacional es alcista y continuado, no sólo por los incrementos en las tasas de natalidad sino que también por la llegada de inmigrantes (nacionales y extranjeros) para establecer en Madrid su domicilio o su centro de trabajo. De igual modo, el aumento progresivo de la movilidad dentro de la Comunidad y los movimientos pendulares de otras comunidades hacia la capital a lo largo del día, hacen que los niveles de consumo de "Huella Hídrica" sean mayores y, por ende, el gasto sea mayor, con lo que la tendencia de los precios es alcista. Cabe destacar el caso concreto de Alcalá de Henares, donde los precios de la "Huella Hídrica" ronda los 950 €/hm³. Una explicación fundamental la encontramos en el aumento sustancial de la población en dicho municipio, al establecerse como un núcleo universitario muy importante.

FIGURA 57. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Madrid (2008). Base de cálculo, Madrid

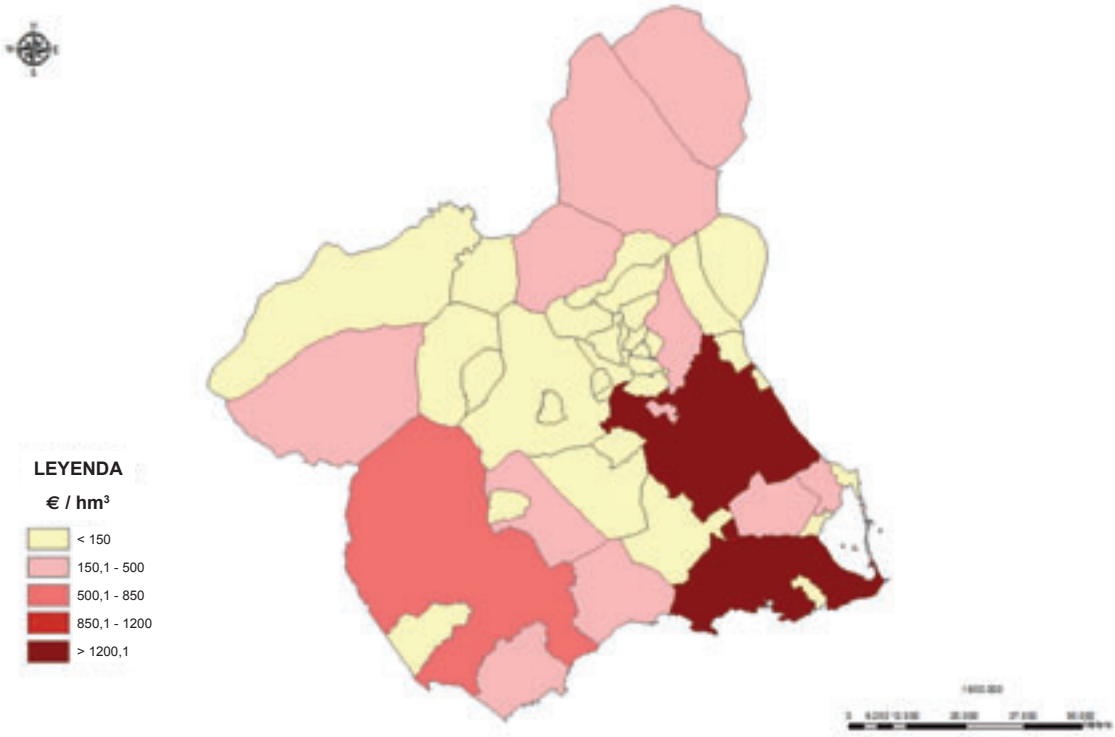


Fuente: Elaboración propia.

Llama la atención como los niveles de precios, tanto si el análisis lo hacemos a escala nacional como regional, son exactamente los mismos (ver figura 57). Los mayores precios los encontramos en la "almendra central" y rondan los 15.000 €/hm^3, mientras que según vamos avanzando en las distintas coronas, los precios van disminuyendo. En la corona metropolitana los precios oscilan entre los 120 €/hm^3 y los 500 €/hm^3, mientras que en el resto de los municipios (a excepción de Alcalá de Henares y Aranjuez) los precios rondan los 12 céntimos de euro y los 120 €/hm^3. Esto es un fiel reflejo de que nos encontramos ante una Comunidad cosmopolita, urbana, e industrial. El crecimiento demográfico, anteriormente expuesto, unido a la especulación inmobiliaria, ha favorecido la expansión de la población a lo largo y ancho del territorio de Madrid. Esto ha incidido en el aumento de la demanda de "Huella Hídrica" en los municipios "no metropolitanos" y, ha ido repercutido en el precio real de "Huella Hídrica". La expansión de la ciudad, ligada al urbanismo ha permitido dotar de recursos hídricos (sobre todo abastecimiento de uso doméstico) a municipios en los que, hasta hace apenas unos años, no disponían –Canal de Isabel II–. De igual modo, no demos olvidar que Madrid es una Comunidad, exportadora de "Huella Hídrica" agraria, no sólo agrícola sino que también pesquera. Podríamos decir que es el centro neurálgico de transacciones económicas nacionales y mundiales, lo que dota a la capital de un gran dinamismo que repercute directa e indirectamente en el nivel de precios.

a.15. Comunidad Autónoma de la Comunidad de Murcia

FIGURA 58. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Murcia (2008). Base de cálculo, el total de España

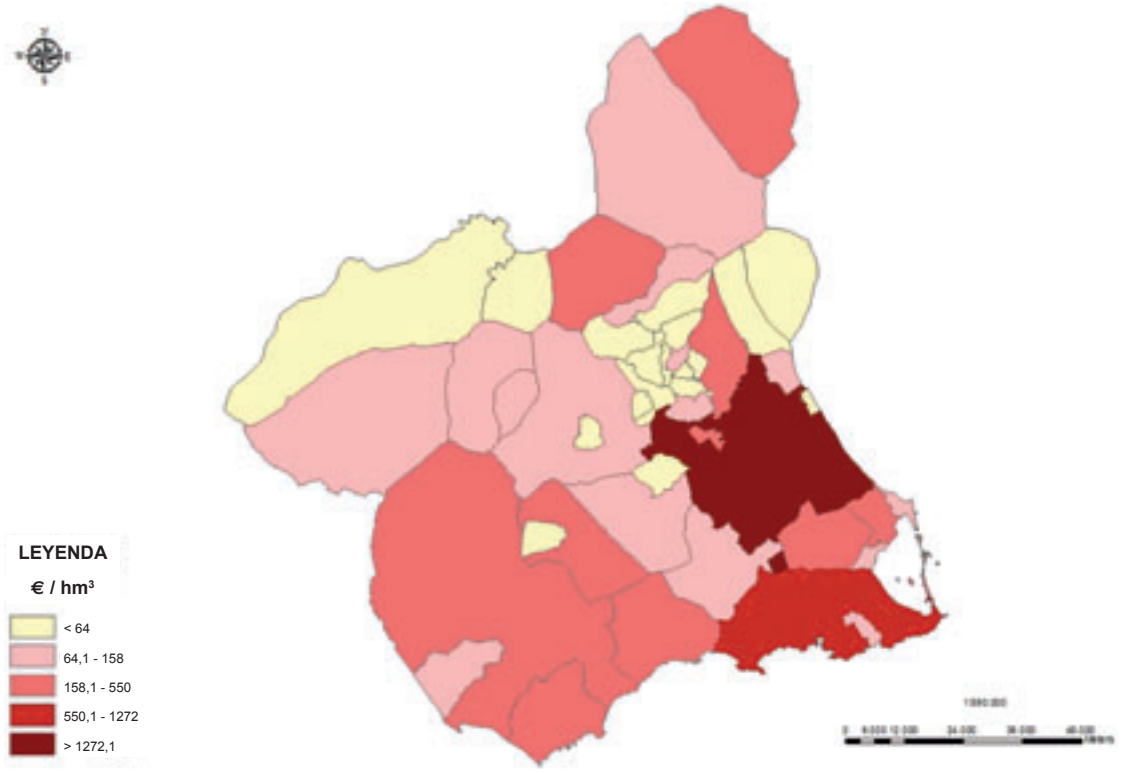


Fuente: Elaboración propia.

La "Huella Hídrica" de la región murciana fue bastante elevada en el año 2008, lo que repercute directamente en el nivel de precios. La mayor parte de los municipios presentan precios de "Huella Hídrica" superiores a los 500 €/hm³; tal es el caso de Murcia capital en el que el precio de los bienes y servicios de "Huella Hídrica" es de los más altos de España, 2.600 €/hm³; la Ciudad de Cartagena en la que el precio de la "Huella Hídrica" es de 1.271 €/hm³ y Lorca en el que el precio es de 550 €/hm³.Una de las principales causas de estos precios tan elevados la encontramos en la escasez de precipitaciones de la Comunidad Autónoma de Murcia, lo que hace del recurso hídrico, un bien muy valorado, lo que se traduce en precios. De igual modo, la Huella y, por ende, la relacion de esta con su nivel de precios, refleja la realidad de los desequilibrios comarcales; un mayor crecimiento de la población residente en torno a Murcia ciudad y los demás municipios cercanos de la Vega Media, además de ritmos rápidos de ascenso poblacional en aquellos otros próximos al mar Menor; todo eso frente a una despoblación y, en el mejor de los casos, una situación de estancamiento, registrada en las restantes áreas (Sotelo et alii, 2010). Las entidades poblacionales, en el ámbito municipal, podemos distinguir: por un lado se ha configurado una extensa área metropolitana en torno a Murcia ciudad, con forma de poblamiento plurales y complejas, pero de indiscutible contenido y organización urbana, cuya población asciende a casi medio millón de habitantes (con municipios como Molina de Segura, Alcantarilla,…). Por otro lado, encontramos los restantes municipios, si consideramos población urbana la residente en núcleos que superen los 10.000 habitantes, nos encontramos; Cartagena, Lorca, Cieza, Yecla Águilas, Jumilla, Totana, Caravaca, Alama, La Unión, Cehegín y Mula.

De igual modo, cabe destacar que los mayores niveles de precios los encontramos en las zonas costeras como consecuencia directa del turismo, no sólo de la población residente sino de la estacional de fines de semana o de verano. Junto al sector servicios, el sector agrario es el principal demandante de "Huella Hídrica" en la Comunidad Murciana y, como consecuencia de la escasez de recursos hídrico en dicha Comunidad, el precio se eleva de manera progresiva.

FIGURA 59. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Murcia (2008). Base de cálculo, Murcia



Fuente: Elaboración propia.

Si descendemos a la escala local, observamos como los precios son similares a los de la escala nacional. La Comunidad Murciana presenta precios relativamente altos, como consecuencia directa de la gran actividad, agraria, industrial y turistica (donde incluimos los servicios domésticos), lo que, junto a la ya mencionada escasez de recurso hídrico, hace que los precios sean elevados. A los ya mencionados municipios de Murcia, Cartagena y Lorca, hay que añadir Cleza cuyo precio de "Huella Hídrica" es de 217 €/hm^3, Yecla (210 €/hm^3), Molina de Segura (377 €/hm^3), Torre Pacheco (183 €/hm^3) y San Javier (185 €/hm^3). La "Huella Hídrica" y, por ende, su nivel de precios es la consecuencia de un marco territorial enormemente complejo en el que se superpone y mezcla un espacio de huerta tradicional, con un centro urbano de tamaño mediano, rodeado de una decena de unidades urbanas, más un número mayor de centros urbanos intermedios. Todo ello envuelto y mezclado con varias áreas de expansión periurbana, junto a urbanizaciones utilizadas tanto para viviendas secundarias como de forma permanente. De igual modo, debemos tener en cuenta la transformación que ha experimentado la región, que ha pasado de ser un espacio rural típico del mundo Mediterráneo (división clásica de secano y regadío) hacia una región orientada a la producción de bienes y servicios especializados, vinculados al comercio exterior (tanto local y nacional como internacional) ha hecho que Murcia haya incrementado progresivamente la demanda de "Huella Hídrica", como consecuencia de los incrementos porcentuales de la producción de bienes y servicios de "Huella Hídrica". De igual modo, el aumento progresivo de la población y el crecimiento económico de la población han favorecido el aumento del nivel de precios, sobre todo, en lo que se refiere al consumo directo e indirecto de agua tanto para regadíos como para mantener negocios como los campos de golf, o el riego de jardines y parques.

a.16. Comunidad Autónoma de la Comunidad de Navarra

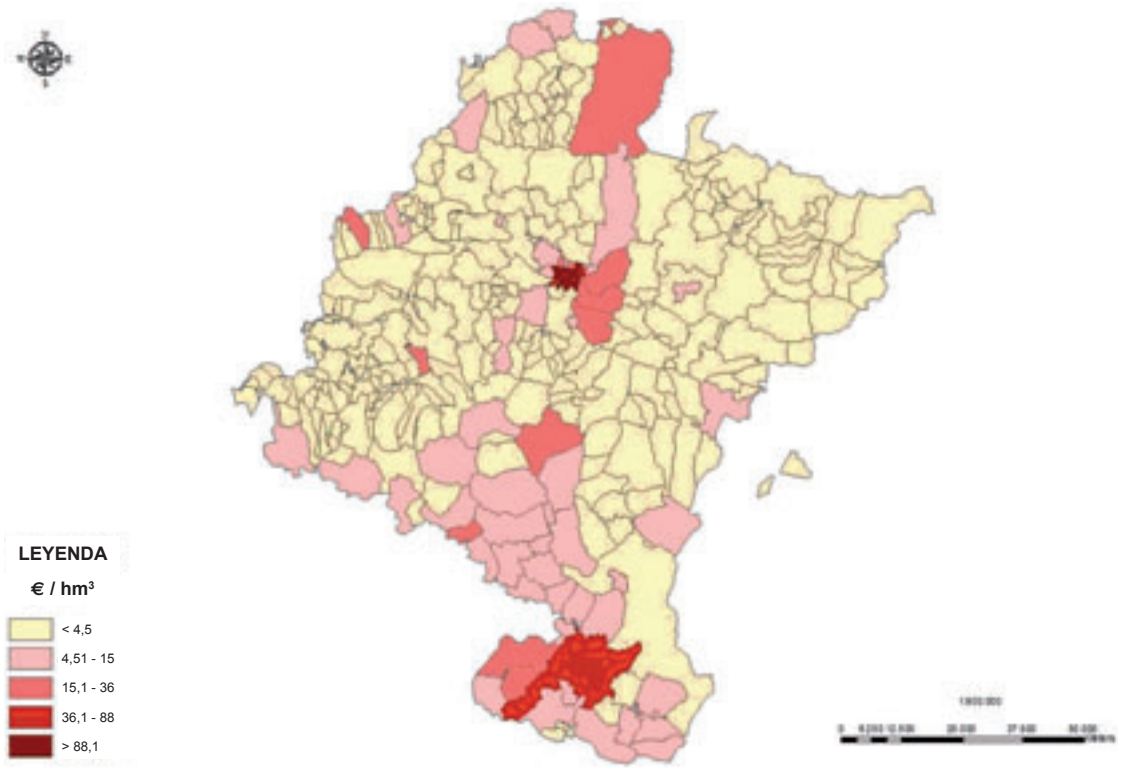
FIGURA 60. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Navarra (2008). Base de cálculo, el total de España

Fuente: Elaboración propia.

Al tratar los precios de la "Huella Hídrica", dentro de Navarra nos encontramos con la misma dinámica del resto de las Comunidades Autónomas; precios muy bajos, inferiores a los 150 €/hm^3 en todos los municipios, a excepción de Pamplona, donde los precios de la "Huella Hídrica" son de 509 €/hm^3. Una consecuencia de que los precios sean más altos en dicho núcleo urbanos la encontramos en que es la capital de la Comunidad, y, por ende, los niveles de población son superiores. Pamplona registra un gran crecimiento poblacional en menos de 50 años, a principios del siglo XX, y que ha ido en aumento, hasta alcanzar los 200.000 habitantes. Todo ello se traduce en un incremento progrsivo de las demandas de "Huella Hídrica" lo que repercute directamente en el precio de la misma. Mientras que el resto de los municipios presenta niveles poblacionales inferiores a los 20.000 habitantes, con lo que las demandas de "Huella Hídria" se reducen considerablemente.

La base económica de Navarra está constituida, en buena parte, sobre esl sector industrial que, a pesar de las crisis industriales vividas resulta vital en la Comunidad Foral. La orientación productiva de esta nueva industria cambia con respecto a la existente hasta comienzo de los años setenta. En los primeros momentos del despegue industrial Navarra cuenta con el legado recibido del sistema tradicional con fuertes especializaciones en alimentación, cuero-calzado-vestido, cerámica-vidriocemento y construcción. A mediados de los años setenta aparece la metalúrgica básica y de transformación, junto con el papel y artes gráficas, entre las nuevas especializaciones de la industria navarra. En el octavo decenio se termina de perfilar la nueva imagen de la actividad industrial en la Comunidad Foral. El sector energético es fuertemente dependiente del sector industrial. La industria alimentaria sigue teniendo gran importancia, sobre todo si es contemplada como la prolongación natural de la actividad rural (Sotelo et alii, 2010), que, a pesar de haber perdido peso en la económia navarra, sigue constituyendo el argumento geográfico de la Comunidad Foral; no tanto por la importancia manifestada de las cifras macro-económicas sino más bien por su impronta paisajística.

FIGURA 61. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Navarra (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Navarra



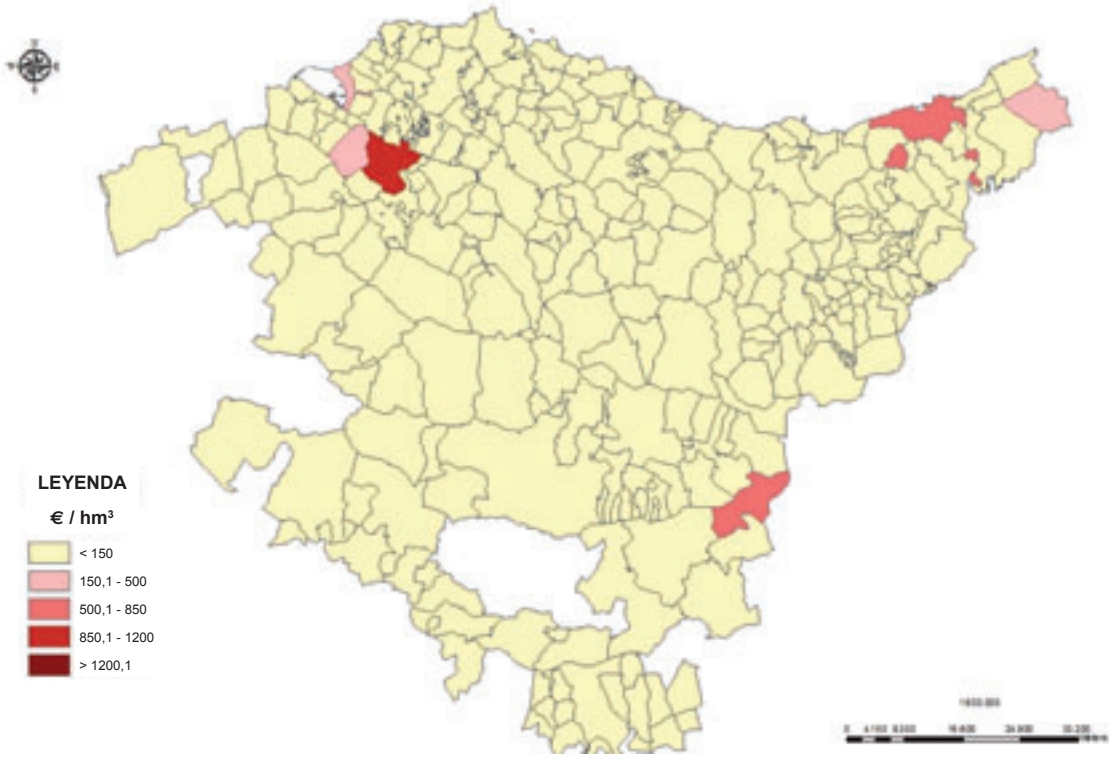
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, si tomamos como base la propia Comunidad Autónoma, podemos observar una mayor diversidad de precios, dependiendo de la zona geográfica en la que nos encontremos. Las zonas semiurbanas, con índices de población superiores como Tudel, Baztán, Esteribar, Egües, Cintruénigo, Corella y Tafalla, muestran precios oscilantes entre los 15 y los 88 €/hm^3, como consecuencia directa de los aumentos poblacionales en la zona sur de la Comunidad; por el incremento de las tierras de regadío por la construcción del canal de Lodosa y el de las Bardenas; por la revolución agraria llevada acabo en estos municipios y sus proximidades; por la expansión de nievos cultivos; y por el desarrollo urbano vinculado a la expansión urbanística de los últimos años.

Esta disparidad en los precios de la "Huella Hídrica" de Navarra la encontramos pues, en que dicha Comunidad posee una trama de doblamiento muy densa y contrastada. La impronta histórica se deja sentir junto a la condición ambiental en esa configuración tan diversa que enlaza la montaña con asentamientos prolijos y de tamaño reducidos con la zona media y rivera de núcleos más grandes y distanciados entre sí. El resto de la Comunidad presenta una "Huella Hídrica" con niveles inferiores a los 10 hm3, los precios tienden a reducirse hasta aproximarse a la gratuidad. Las causas de semejante realidad las encontramos en el hecho de que la Navarra húmeda del noroeste alberga el típico poblamiento disperso con profusión de caseríos entre una densa red de aldeas y pequeñas villas; las cuencas prepirenaicas y el resto de la montaña navarra viene caracterizado por la dispersión de sus habitantes. En un sinfín de aldeas y lugares de estructura laxa sin la presencia ya de los caseríos unifamiliares; por último, la Navarra media y la Rivera concentran su población en núcleos compactos donde se distinguen los barrios históricos y los modernos ensanches (Sotelo et alii, 2010). Sobre esa trama de asentamientos que sigue caracterizando al poblamiento navarro se sobre impone los recientes procesos de crecimiento urbano y abandono rural hasta distorsionar un equilibrio secular a favor de la sobrecarga de la capital regional y su área metropolitana y la ruina de numerosos desolados.

a.17. Comunidad Autónoma de la Comunidad del País Vasco

FIGURA 62. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad del País Vasco (2008). Base de cálculo, el total de España

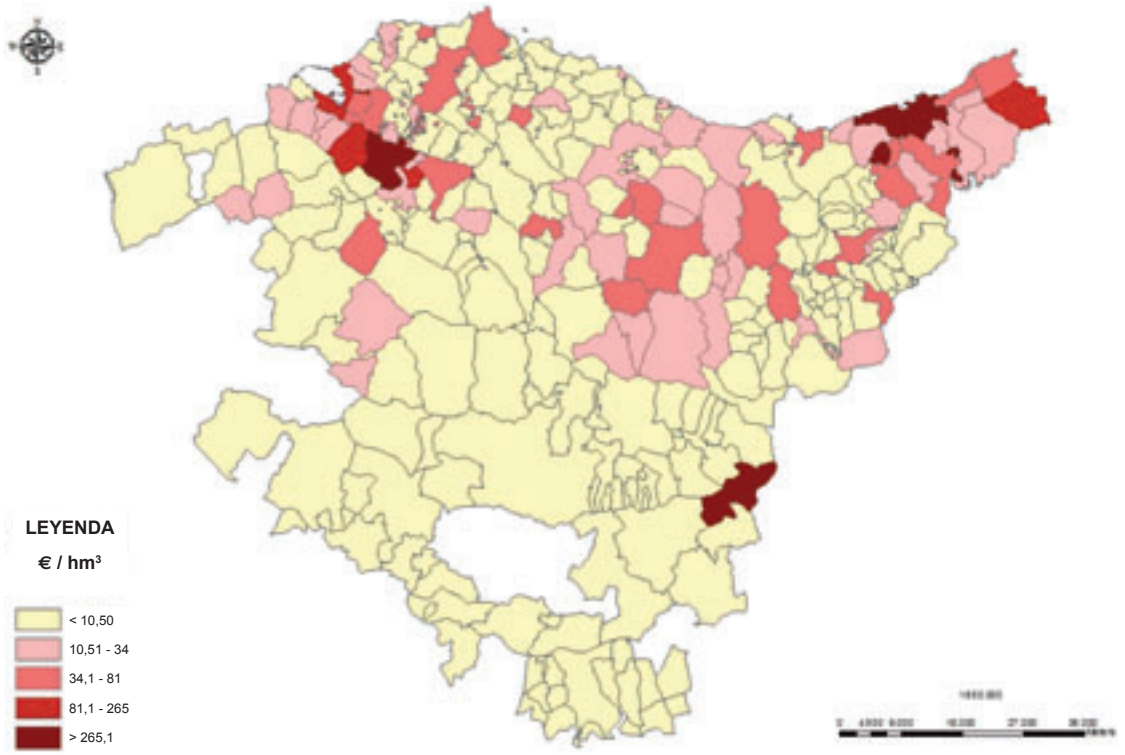


Fuente: Elaboración propia.

En la realidad de la "Huella Hídrica" del País Vasco influye notablemente la elevada humedad ambiental, la frecuente nubosidad y precipitaciones. No podemos olvidarnos, no obstante, que pese a la pequeña superficie de la comunidad, los contrastes pluviométricos, y climáticos en general, son considerables (hecho éste que se plasma, igualmente, en la Huella). En corta distancia se pasa del clima oceánico costero al mediterráneo de interior a través de una matizada gradación de ambientes, impresa en el paisaje por la vegetación y los diversos usos agrarios.

La Comunidad Autónoma del País Vasco muestra claramente uno precios muy bajos, si los comparamos con el resto de España, inferiores a los 150 €/hm^3, en la mayor parte de sus municipios, a excepción de los núcleo urbanos de Bilbao y de San Sebastian donde los precios oscilan entre los 500 €/hm^3 y los 800 €/hm^3. De igual modo, los municipios de Encía, Irún, Getxo y Baracaldo presentan precios entorno a los 150 €/hm^3 y los 500 €/hm^3. La realidad de la "Huella Hídrica" de esta Comunidad, se ve influida por las elevadas precipitaciones anuales que, junto con la elevada humedad ambiental y la nubosidad casi constante hacen del País Vasco una de las Comunidades que mayores niveles de "Huella Hídrica" presentan. Sin embargo la heterogeneidad climática (clima oceánico en la costa y mediterráneo en el interior) y los contrastes pluviométricos hacen del País Vasco un territorio diverso en cuanto a vegetación y usos agrarios, lo que ha favorecido y favorece el desarrollo de actividades económicas del sector primario. Que los mayores precios los encontremos en los núcleos urbanos de Bilbao y San Sebastián es consecuencia de la distribución espacial de la población y del nivel económico (traducido en poder adquisitivo) de la misma. Vizcaya concentra el 55% de la población vasca, mientras que en Guipúzcoa reside el 32% y en Álava el 13%. Estos porcentajes muestran la desigualdad existente entre los espacios costeros de Vizcaya y Guipúzcoa y el territorio de Álava.

FIGURA 63. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad del País Vasco (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma del País Vasco



Fuente: Elaboración propia.

Al descencender a la escala local, los precios son mayores en los municipios más costeros. Se concentran en aquellos núcleos urbanos de Bilbao y del área metropolitana del Bajo Nervión, donde los precios son superiores a los 900 €/hm³, donde la primacía demográfica y económica junto con una pujanza industrial en declive, que se ve sustituida por un incremento de sus funciones comerciales y del sector terciario orientado a la exportación marcan la dinámica económica de dicho territorio. Por otro lado Vitoria y San Sebastián, donde los precios son superiore a los 500 €/hm³, son ciudades capitales de provincia donde predominan las pequeñas villas, donde el poder adquisitivo es bastante alto, podemos observar como dichas ciudades abastecen a los municipios limítrofes (que son los que presentan mayores precios). Y, por último, encontramos los municipios de Hondarribia, Lezo, Astigarraga, Hernani, Urrieta, Irún, Elorrio, Berez y Vergara, donde los precios son superiores a los 40 €/hm³.

4.3.5. Un breve análisis prospectivo

Complementando lo hasta aquí expuesto, a partir del trabajo del profesor Alberto del Villar (2010), Los precios de los servicios del agua. Un análisis prospectivo de demanda sobre los usos domésticos., Estudios de Economía Aplicada., vol 28-2., pp. 333-356., podemos aproximarnos a la prospectiva de los precios del agua, en relación con la "Huella Hídrica". Todo programa hidrológico centra su aplicación en la implantación de una serie de medidas para lograr los objetivos pretendidos. En el marco de los actuales procesos de planificación hidrológicas, regidos por los principios emanados de la Directiva Marco del Agua, se platea alcanzar unos objetivos en términos ambientales (buen estado de las masas de agua) junto con los tradicionales objetivos de la planificación hidrológica (satisfacer las demandas de los usos de agua y otros servicios de bien público, prevención de inundaciones,…).

Para cumplir con estos objetivos, la Directiva establece un sistema de planificación hidrológica basado en la implantación de una serie de medidas en un determinado plazo o periodo de planificación (seis años). Como es lógico, la mayor parte de este programa de medidas tiene una dimensión económica importante. Una parte de estas medidas se centran en la implementación de medidas sobre los

precios y los sistemas de recuperación de costes de los servicios del agua, que coadyuven a mejorar la eficiencia en el uso del agua y controlar la demanda de agua. De hecho, en el caso español, se calcula que sería necesario acometer una serie de inversiones en el marco de los programas que versan sobre materias de aguas (abastecimiento, saneamiento, etc.) cuantificadas en algo más de 42.000 Millones de Euros para cumplir con los objetivos previstos en la Directiva (alcanzar el buen estado de las masas de agua). Se estima que de esta cantidad algo más de la mitad pertenece a actuaciones relacionadas con los usos domésticos o residenciales (24.393 millones de euros). Una gran parte de este coste se ha de repercutir sobre los usuarios.

TABLA 29. Reparto de las inversiones por Comunidad Autónoma, para cada uno de los horizontes de planificación hidrológica

INVERSIÓN ASIGNADA	Horizontes planificación				TOTAL
	2008-2015	2016-2021	2022-2027	2028-2033	
Andalucía	759.016.246	796.401.337	800.905.424	733.962.239	**3.090.285.247**
Aragón	171.875.569	181.061.653	180.358.173	164.347.406	**697.642.801**
Asturias (Principado de)	164.635.581	168.696.822	168.342.939	152.028.657	**653.703.999**
Baleares	149.524.888	160.799.890	160.817.324	148.074.829	**619.216.931**
Canarias	240.379.896	251.506.799	243.700.852	216.808.623	**952.396.170**
Cantabria	127.165.175	131.350.167	125.772.129	110.260.488	**494.547.959**
Castilla y León	294.804.949	310.963.573	307.039.968	278.054.104	**1.190.862.594**
Castilla-La Mancha	315.253.153	306.426.330	332.016.997	312.373.307	**1.266.069.786**
Cataluña	1.049.780.059	1.112.524.279	1.098.010.744	995.754.603	**4.256.069.686**
Comunidad Valenciana	605.860.976	631.266.029	626.848.861	567.532.219	**2.431.508.085**
Extremadura	316.654.896	337.959.180	345.385.147	322.179.130	**1.322.178.352**
Galicia	309.925.041	325.504.571	320.860.549	289.730.493	**1.246.020.654**
Madrid (Comunidad de)	928.523.906	990.598.901	979.358.032	891.489.898	**3.789.970.736**
Murcia (Región de)	280.132.594	281.989.175	283.962.503	256.494.807	**1.102.579.078**
Navarra (Comunidad Foral de)	47.007.403	52.743.823	54.360.833	51.858.433	**205.970.493**
País Vasco	224.919.184	242.324.750	241.140.388	221.359.500	**929.743.823**
Rioja (La)	35.707.071	37.799.268	37.014.031	33.351.359	**143.871.729**
España	**6.021.166.588**	**6.319.916.546**	**6.305.894.893**	**5.745.660.094**	**24.392.638.121**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Grupo de Análisis Económico del Ministerio de Medio Ambiente. Cifras en Euros a precios constantes.

Este montante de inversión sería la necesaria para acometer todas las medidas propuestas con vistas a satisfacer las necesidades de los servicios de agua para los usos domésticos y acometer los procesos de reducción y eliminación de las cargas contaminantes provocadas por estos usos (casi el 58% del coste de las medidas para estos usos son programas de saneamiento y depuración de aguas residuales de usos doméstico o residencial). Estas actuaciones pueden acometerse en distintos plazos a través de cuatro procesos de planificación hidrológicas que se sucederían en los próximos veinticinco años, que tendrán un impacto trascendental sobre los sistemas de precios y la demanda de agua. Cómo afectará a los niveles de precios y a la previsión de demanda es el tema que nos ocupa en este apartado. Para poder ilustrar acerca de los efectos de una repercusión de costes sobre los precios y el resultado que pueden estos definir en un contexto de implementación de incentivos para un uso eficiente del agua, se ha elaborado un modelo de optimización en una aplicación basada en hoja de cálculo para la simulación y el establecimiento de hipótesis sobre diferentes programas, para plantear algunas estrategias de recuperación de costes y traslación a precios. Este modelo desarrolla un algoritmo de cálculo que la aplicación utiliza en su proceso optimizador basado en la idea de igualación de fondos financieros. Un primer fondo que recoge las cuantías de inversión necesarias para completar los distintos programas del Plan Hidrológico (a nivel de Comunidad Autónoma, en nuestro caso), para cada uno de los horizontes temporales o escenarios previstos.

Tomando como referencia el valor actual neto de la inversión a realizar, el número de años en que desea ser recuperada dicha cantidad y la tasa de descuento, se obtiene una determinada cantidad anual constante según el método de amortización francés. A estas cantidades se incorporan los costes

variables correspondientes al incremento experimentado por la demanda de agua. El segundo fondo se constituye a partir de los ingresos estimados a través de la recaudación en función de los volúmenes de demanda de agua a los precios vigentes para ese año, incrementado por un remanente a medida que aumenta el precio de los servicios por unidad de agua facturada. A medida que aumenta el precio se conseguirá un remanente sobre la recaudación del año base, que se constituirá como la serie de flujos monetarios que conformaran el segundo fondo, a partir del cual se obtendrá también una cuantía anual constante.

Por otra parte, señalar que en los próximos años se prevé, el incremento de precios necesario para cumplir con el programa de traslación de costes a los usuarios hace que las tasas de variación interanual sean muy elevadas, por encima del 3% en casi todas las comunidades autónomas analizadas y en los cuatro escenarios de programación de las inversiones del Plan Hidrológico. Esta elevación de precios induce un cambio sustancial en el consumo de agua por parte de los usuarios, reduciéndose de manera considerable los niveles individuales de consumo per cápita, alcanzando en algunos casos, reducciones del consumo per cápita de más del 60%. La tendencia observada a lo largo del presente trabajo en relación con los niveles medios de precios y el consumo de servicios del agua para los usos domésticos y residenciales se explica por dos cuestiones fundamentales. En primer lugar por el volumen de inversión relativo8 necesario para acometer los programas y planes hidrológicos en cumplimiento con la Directiva Marco del Agua, que presenta diferencias considerables entre comunidades autónomas. En segundo lugar por la previsible evolución de la renta y población en cada Comunidad Autónoma, de muy diferente magnitud, según los casos. Y es que, las proyecciones sobre necesidades de agua para los próximos años que han de elaborar los servicios de planificación hidrológica han de estar basadas sobre parámetros definitorios del consumo, jugando un papel fundamental el precio de la “Huella Hídrica”, en un territorio organizado, o no, por las ciudades de nuestro país; detengámonos en su estudio.

5. La "Huella Hídrica" y las grandes ciudades españolas

El desarrollo de las ciudades y regiones depende de la disponibilidad de recursos humanos, naturales y económicos, pero, sobre todo, de los efectos de la interacción entre las fuerzas y mecanismos del desarrollo endógeno y, en particular, entre los efectos económicos que producen la organización flexible de la producción, la difusión de las innovaciones, el desarrollo urbano del territorio, y la dinámica institucional. Todas y cada una de las fuerzas y mecanismos afectan y condicionan los procesos de crecimiento, ya que contribuyen a generar economías, externas e internas de escala y a reducir los costes de producción, y hacen surgir las economías ocultas en los sistemas productivos y urbanos. Cuando los mecanismos y fuerzas que gobiernan los procesos de desarrollo económico actúan sinérgicamente, refuerzan el efecto sobre la productividad y el rendimiento de los factores productivos y, por tanto, sobre el proceso de crecimiento a largo plazo.

La ciudad siempre ha sido, y es el objeto del deseo de la ideología. Toda ciudad conserva la huella de las ideologías, que literalmente hablando, han pasado por encima de la misma. En este sentido, se puede afirmar que la ideología –para entendernos, una determinada concepción del mundo– otorga identidad a la ciudad. En otras palabras: la ciudad, en un proceso de impregnación mutua, vive en la ideología y la ideología en la ciudad.

Llegados a este punto, se plantea la cuestión de cómo mirar la ciudad. Podríamos abordar el asunto a la manera de los filósofos, historiadores, geógrafos, economistas, sociólogos, literatos, ingenieros, etc. A buen seguro que son necesarias para entender el fenómeno urbano y determinar su función, complejidad y sustantividad. Pero, hay otra forma de aproximación y análisis. Los sugería antes: la ideología conforma la ciudad.

Que la ideología –en este caso, la globalización y sus secuelas– sigue conformando hoy la ciudad se constata en el siguiente hecho: Madrid –como otras ciudades– está dejando de ser una metrópolis para devenir una metápolis. De la ciudad que crece alrededor de un centro a la ciudad policéntrica y discontinua que, como una malla va ocupando el territorio gracias a las nuevas tecnologías del transporte, la comunicación y la información, jugando un papel fundamental , el acceso al agua. El primer aviso lo dio el sociólogo francés Marc Augé cuando, hace un par de décadas, advertía que en nuestras ciudades desarrolladas se estaban multiplicando unos "no lugares" o "espacios de anonimato" –aeropuertos, estaciones de ferrocarril, vías rápidas, hoteles, superficies comerciales, hospitales, cajeros automáticos– que únicamente facilitan el tránsito acelerado de personas. El "no lugar", como figura de la sobremodernidad avanzada, sería la expresión de cierta ideología individualista que cuestiona la ciudad como lugar de la relación humana. De esta forma, nos encontramos con el nuevo papel desempañado por conceptos como las "Huellas".

Con el paso del tiempo, la ideología ha ido convirtiendo la ciudad en un "patchwork", en un mosaico de retales diversos que obedecen a intereses distintos y concepciones diferentes del mundo. De igual modo, la ideología, con la inestimable colaboración de la razón instrumental, ha ido desvirtuando la ciu-

dad. El "urbanicidio" acecha. Pero, no todo está perdido. Recuperemos lo aún recuperable. Volvamos la vista atrás, a los orígenes. Instalémonos, de nuevo, en ese espacio de la sociabilidad y el conflicto en donde se manifiestan los anhelos, pasiones, enfrentamientos, compromisos, alegrías y frustraciones de los seres humanos. Reconstruyamos una ciudad adaptada a los nuevos tiempos que siga siendo el lugar de la civilización. El escenario que permite el conocimiento mutuo y facilita el crecimiento personal y la convivencia, ocupando el agua un lugar fundamental.

Desde que el Informe Brundtlan (9) diera carta de naturaleza universal al concepto de economía o desarrollo económico sostenible, se abrió una perspectiva nueva para los estudios que pueden englobarse en metas, entonces llamadas de conservación de la naturaleza, de protección de medio ambiente, cobrando más importancia la preservación del recurso, el mantenimiento y mejora, si es posible, de los niveles de calidad del medio ambiente (en nuestro caso concreto entendido en el ámbito de los ecosistemas urbanos).

No debemos olvidar que dos de las características especiales de los ecosistemas urbanos son, el volumen de energía que viaja por fuera de los organismos vivos, la energía que hace funcionar el sistema y la enorme movilidad horizontal que permite explotar otros ecosistemas a distancias más o menos alejadas. Otra característica de las ciudades es la gran complejidad que llegan a atesorar con la inclusión de multitud de artefactos culturales portadores de información. La mayor parte de la energía endosomática (la que viaja por el interior de los organismos vivos), se extrae de los sistemas agrícolas, que hacen que los sistemas urbanos sean "heterótroficos" desde el punto de vista de la producción, fenómeno que cobra gran importancia a la hora de estudiar la "Huella Hídrica".

De hecho, el mantenimiento de la complejidad de los sistemas urbanos se fundamenta en el ingente consumo de energía exosomática (la que viaja por el exterior del cuerpo), se apoya también en la explotación de recursos ubicados en espacios más o menos lejanos, en la explotación de estructuras en principio menos complejas que verán aumentar su simplicidad, de ahí la utilidad de conceptos como los estudiados bajo los significantes "Huellas". La explotación se concreta, entre otras cosas, en aportación y concentración en el sistema de la materia y la energía necesarias para su reproducción, y si es el caso, en el aumento de su complejidad. El agua, los alimentos, la electricidad, los combustibles fósiles, etc., harán, a veces, recorridos muy lejanos, en ocasiones serán consumidos en la ciudad y en otras serán transformadas antes de su consumo en el propio sistema o en otros diferentes.

Las exigencias de alta energía concentrada por parte del hombre y sus máquinas contrastan con el amplio y diluido campo de la energía luminosa procedente del sol. La explotación industrial y demográfica es fruto de la aceleración de la tasa de consumo de combustibles fósiles. Un análisis interesante, por tanto, es tratar de contemplar las características energéticas de las ciudades basadas en este uso masivo de combustibles fósiles que, sobre todo, generan flujos de energía más concentrados. Tal como pusieron de manifiesto los estudios de Howard y Elisabeth Odum (1980), las áreas urbanas tienen una gran concentración de energía por unidad de superficie comparativamente con un campo de cultivo o un ecosistema natural. Las magnitudes correspondientes de estos nuevos flujos de potencia comienzan a tener suficiente envergadura para alterar los contrapesos y equilibrios del sistema en cualquier lugar donde se concentren.

En las conurbaciones, en general, y en las españolas, en particular, la separación del espacio con funciones diferentes y la segregación social con densidades elevadas de gente con rentas, instrucción, etc., similares, obliga a un aumento del metabolismo externo. No han cesado de desarrollarse, desde todas las ramas del conocimiento técnico y científico, especialmente las que tiene como objeto el medio físico-natural, estudios, procedimientos, apertura de nuevas vías metodologías, todo ello encaminado a unas defensas del medio de que se presentaba con carácter de urgencia. Planes de Protección, Evaluaciones de Impacto Ambientales, Evaluación Ambiental Estratégica, investigación de base, etc., para un mejor conocimiento del medio y sus procesos, con el fin de conocer vulnerabilidades, fortalezas, capacidad de regeneración de los ecosistemas, y un inacabable listado de instrumentos y herramientas, de gran heterogeneidad pero con un elemento común: protección-mitigación de los efectos en los medios naturales de la actividad antrópica.

La complejidad de los sistemas urbanos puede analizarse en parte, haciendo uso del concepto de diversidad (H). Los organismos vivos y sobre todo el hombre y sus organizaciones son portadores de información y guardan en un determinado espacio, y de forma dinámica en el tiempo, características que

nos indican el grado de acumulación de información y también de la capacidad para influir significativamente en el presente y controlar el futuro. Podemos establecer el grado de organización de un territorio así como su potencialidad de intercambio informativo, en parte, a través del análisis de la diversidad para diferentes realidades urbanas. Sabiendo la cantidad de portadores de información diferentes que se dan cita en un espacio concreto, nos permite saber, en momentos temporales sucesivos, si la organización aumenta o disminuye y en qué partes de la ciudad lo hace.

Lo mismo podría decirse de los instrumentos políticos y administrativos. Tanto a nivel mundial, como de los estados, y de la sociedad civil, estas metas han quedado institucionalizadas, hasta el punto de que la mayoría constituciones de los países democráticos amparan derechos básicos vinculados al medioambiente. Incluso la fracasada Constitución de la Unión Europea, definía el derecho al medio ambiente como básico, y mandata una política en materia de medio ambiente: *preservacionista, protectora* y *mejorante* de la calidad ambiental y de los recursos naturales. Los sucesivos Programas Comunitarios en materia de Medioambiente, y sobre todo, la convergencia de estos, con los de política territorial y económica, son notorias pruebas de ello.

No es de extrañar, por tanto, que se haya producido una proliferación de numerosos indicadores de diversos organismos. Indicadores e Índices de Sostenibilidad, como los que se recogen y analizan en la obra: *"La "Huella Hídrica" española en el contexto del cambio ambiental"…* Sotelo Navalpotro et alii (2010), (10) cuyo cálculo de "Huella Hídrica" municipal, punto de partida de datos de la presente investigación.

Es por todos conocidos que la diversidad de indicadores y de jerarquización de los mismos, en diferentes sistemas sectoriales y piramidales, hasta el punto de que resulta un poco enmarañado y complica las comparaciones diferentes ámbitos geográficos, y por supuesto el análisis evolutivo, diacrónico, de los mismos. Quizás se debiera caminar a una armonización de estas medidas, para conseguir una homogeneidad en las cifras evolutivas de las observaciones de calidad medioambiental. Toda esa maravillosa producción, a veces inabarcable, tiene un elemento común, y es que estudia el estado del medio en un ámbito específico, mide las variables de un lugar, donde se desarrollan las actividades supuestamente "impactantes" sobre el medio. Por ejemplo, se estudia el medio ambiente urbano, de los espacios urbanos, pero no se generaron métodos eficaces de "cuanto cuesta" mantener ese medio urbano, no tanto en los efectos antinaturales sobre su propio territorio, sino el coste que el mantenimiento de esos espacios urbanos tiene contra espacios inmediatos, medios, y hasta remotos.

Baste como ejemplos, y sin ánimos de hacer un inventario de todos los sistemas de indicadores los siguientes institucionales: ONU (PNUMA); Modelo PER (OCDE, 1998); Guía europea para la Planificación de las Agendas 21 Locales (ICLEI, 1998), Indicadores Comunes Europeos (Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea y Agencia Europea de Medio Ambiente, 2000), Huella Ecológica (Rees, 1992), Metabolismo Urbano, Diferentes legislaciones en materia de Impacto Ambiental, Auditoria Ambiental, Evaluación Ambiental estratégica, Barómetro Ambiental, etc. En el ámbito español, SEIA, Sistema Español de Indicadores Ambientales, 1996-2003; Banco Público de Indicadores Ambientales, que sigue a la Red EIONET (Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente) Ministerio de Medio Ambiente; Código de Buenas Prácticas Ambientales (Federación de Municipios y Provincias, 2000, y otros), junto con otras iniciativas de CCAA, Diputaciones, fundaciones, o asociaciones ecologistas.

En líneas generales, el proceso ha sido de forma esquemática el siguiente: preocupación ambiental, preocupación ambiental por temas crítico a nivel planetario, preocupación ambiental por los espacios naturales, etc.,…, mientras todo esto crece, la ciudad, las ciudades cada vez empiezan a aparecer mas culpables, ya no solo de no tener un medio de calidad ambiental asumible, si no de ser las "culpables" de los grandes problemas "ambientales globales", y como tales, se comprometen a , desde el marco local y cooperativo, a subsanarlos (Carta de AAlborg, 1994) (11).

Así los grandes problemas ambientales globales o mundiales, tiene una raíz local, y eminentemente urbana, y su huella no tiene una única localización geográfica, pues la impronta puede afectar a su propios espacios, a sus entornos geográficos mas o menos inmediatos, y, a regiones remotas. Otras veces, no son tanto las ciudades como las estructuras territoriales urbanas, especialmente las ciudades desparramadas, los crecimientos suburbanos, al parecer imparable, a los que se les señala como modelos de insostenibilidad mayores. Lo cierto es que en muchos países, el crecimiento del espacio

consumido por la expansión urbana, llega a ser bastante mayor al de la suma de todos los crecimientos, a lo largo de toda la historia urbana precedente. Unas veces acorde con su crecimiento demográfico, pero otras, en franca contradicción, como fue el caso de nuestro país, en las décadas anteriores a la crisis, y al crecimiento demográfico por inmigración. Quizás, la resolución de esa paradoja descanse en el hecho, que muchas crecimientos obedecieron a la más pura "producción de espacio urbano" de carácter especulativo, que a una lógica territorial de la evolución de la población, y de sus expectativas de forma de hábitat urbano.

Es sintomático que en el Reino Unido se propusiera: *"Un residente urbano debería disponer de un espacio de al menos 2 Ha, a menos de medio kilómetro de su casa y las reservas naturales de las áreas urbanas deberían ser de al menos 1 Ha por cada mil habitantes (10 m^2 por habitante). Añaden también que los habitantes deberían tener acceso al menos a 20 Ha, 100 Ha y 500 Ha en un radio de respectivamente 2 Km, 5 Km y 10 Km de sus casas. La zonas húmedas y las sendas al lado de los ríos son especialmente contempladas para estos espacios naturales".* (12)

Ello plantea el dilema sin resolver de cuál es el modelo territorial urbano, que siendo efectivo sea más sostenible, entre los extremos de grandes aglomeraciones, o una red de muchas pequeñas urbes.

Una muestra de muestra de los valores "admitidos", por la comunidad científica actual puede ser la Tabla 30 que muestra el *"Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana, de la Fundación Fòrunambiental, y Generalitat de Catalunya*. (13)

TABLA 30. Indicadores de "Huella Hídrica" y Calidad Ambiental Urbana

Presión sobre los sistemas de soporte por explotación		**Nivel**	**MODELO DE CIUDAD DIFUSA Causa**	**Nivel**	**MODELO DE CIUDAD COMPACTA Causa**
Consumo de materiales	Para la producción y el mantenimiento del modelo urbano	>	La dispersión de la edificación y las infraestructuras. La superficie edificada por habitante es mayor. Tipología edificatoria con mayor mantenimiento.	<	La proximidad entre usos y funciones supone un menor consumo de materiales. La superficie edificatoria con menor mantenimiento.
Consumo de energía	En relación al modelo de movilidad	<	El modelo de movilidad descansa en el vehículo privado.	<	La mayoría de viajes se pueden realizar a pie, bicicleta o en transporte público.
Consumo de energía	En relación al modelo de movilidad	>	Se consume más energía en las tipologías edificatorias unifamiliares.	<	Las demandas energéticas en bloques de apartamentos es menor.
Consumo de energía	En relación a los servicios	>	Dispersión de las redes.	<	Por proximidad de las redes.
Consumo de agua	En relación a las tipologías edificatorias. En relación a la **«Huella Hídrica»**	>	Consumo en jardín, piscina, etc.	<	En edificación plurifamiliar es menor.
Presión sobre los sistemas de soporte por explotación		**Nivel**	**MODELO DE CIUDAD DIFUSA Causa**	**Nivel**	**MODELO DE CIUDAD COMPACTA Causa**
Consumo de suelo y pérdida de suelo llano y fértil		>	Explosión urbana del modelo sin crecimieto demográfico.	<	Consumo restringido, supeditado al crecimiento de la población.
Pérdida de biodiversidad		>	Insularización de los sistemas agrícolas naturales por la expansión de las redes de movilidad.	<	Conservación de los sistemas agrícolas y naturales. Conservación del mosaico agrícola, forestal, pastos y setos, típicos de la Europa templada.
Pérdida de la capacidad de infiltración del agua. Aumento de la velocidad del agua de lluvia hasta llegar al mar.		>	Impermeabilización de la áreas de infiltración y canalización de cauces.	<	Conservación de las áreas de infiltración y los márgenes del cauce.
Emisión de Gases de Efecto Invernadero		>	Por un mayor consumo energético.	<	El consumo energético es menor.
Emisión de contaminación atmosférica		>	Por el modelo de movilidad y el modelo energético.	<	Es menor por un menor consumo de energía y una mayor accesibilidad.

Mantenimiento y aumento de la organización del Sistema Urbano		Nivel	MODELO DE CIUDAD DIFUSA Causa	Nivel	MODELO DE CIUDAD COMPACTA Causa
	Complejidad	<	Las partes del Sistema Urbano se simplifican. Se separan los usos y las funciones en el espacio. En cada espacio sólo contactan los portadores de información de características similares: los obreros son los obreros, en los polígonos industriales, los estudiantes con los estudiantes en el campus universitario…	>	Se consigue mayor diversidad de portadores de información en todas las partes del Sistema Urbano.
	Compacidad y proximidad entre los portadores de información	<	La dispersión de usos y funciones en el territorio proporcionan tejidos urbanos laxos.	>	La concentración edificatoria da lugar a tejidos densos y de usos y funciones próximos entre sí.
	Cohesión Social		Segregar a la población en el espacio según etnia, religión…		La mezcla de personas y familias con características económicas, etnias… supone una mayor estabilidad social porque aumenta el número los circuitos reguladores recurrentes.
Calidad Urbana	Contaminación atmosférica	<	La separación de usos permite obtener niveles de inmisión menores.	>	El uso más intenso del tejido urbano proporciona niveles de inmisión mayores.
Calidad Urbana	Ruido	<	Es menor en ciertos tejidos urbanos y sensiblemente igual o mayor en otros.	>	La concentración de vehículos provoca un aumento de las emisiones ruidosas. La reducción del número de vehículos circulando puede suponer una disminución del ruido urbano.
Calidad Urbana	Espacio Público	<	Se reduce y se sustituye por espacios privados en grandes contenedores urbanos: deportivos, de compra, de transporte, etc.	>	La calle y la plaza constituyen los espacios de contacto y de convivencia por excelencia, que pueden combinarse con el uso de espacios en grandes contenedores.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se refiere a la sostenibilidad del recurso agua:

Enunciado	Unidades	Correspondencia con los flujos del modelo	Escala del indicador	Incidencia en el modelo	Descripción
Porcentaje de apropiación del agua de la cuenca	%		Cuenca	Sistemas de soporte	Es un indicador de apropiación humana del agua. La apropiación de un determinado porcentaje (s epropone no sobrepasar 1/3 del total) debería hacerse teniendo en cuenta las necesidades del resto de ecosistemas.
Áreas de cuenca necesaria para el abastecimiento	Km^2		Cuenca	Sistemas de soporte	Es la superficie de cuenca necesaria para abastecer de agua potable al sistema urbano. El cálculo se realiza para un año normal y un año seco. Consiste en saber el caudal específico (l/seg.*Km^2) que transcurre como agua superficial y que se deriva para abastecimiento urbano.
Superficie impermeabilizada	Ha		Cuenca	Sistemas de soporte	Cantidad de superficie ocupada por edificaciones, infraestructuras y superficies impermeables en el territorio. El cálculo debe hacerse también, en relación al suelo con pendiente <10%.
Aportación de agua para el consumo (A). Uso de agua local (A1)	Km^2/año m^3/hab/año	A = (año)+(w_2)+(d_1)-(d_2)+(p_1)+(p_2)+(1)	Cuenca	Sistemas de soporte	Es la suma de los flujos que entran en el sistema urbano para su consumo.
	Km^2/año m^3/hab/año	((p)+(d_1)+(d_2)+(w_2) +(1)/A-w_2+w)*100	Cuenca	Sistemas de soporte	Indica el porcentaje de agua que evitamos extraer de los sistemas de soporte. Da idea de la autosuficiencia del ssitema en relación a este recurso.
Vertidos al medio (V)	tn/año tn/hab/año	V = (S_1)+(S_2)+(S_3); V = (S_1)+(S_2)+(S_3)+(f)	Cuenca	Sistemas de soporte	Consiste en saber la cantidad de contaminación en peso que se vierte al sistema hídrico.

Fuente: Elaboración propia.

En esta argumentación se basa el hecho de plantear ahora la relación de los sistemas urbanos, de partida como la mayor expresión de la urbanización, con la huella ecológica, y en particular con la "Huella Hídrica".

Es aquí, donde entra el nuevo concepto de "Huella Ecológica", como principal indicador territorializable de sostenibilidad. Desde el propio nacimiento del concepto, la ciudad, ya aparece como la mayor culpable de generar huella ecológica. En ese sentido: *"The total area of land required to sustain an urban región (its "ecological footprint") is tipically at least an order of magnitude greater than that contained whitin municipal boundaries or the associated built-up area*. (Rees, W.E, 1992) (14). Sin embargo las dificultades de aplicación son enormes, aunque no por ello las instituciones y la sociedad civil deban desistir del intento.

Efectivamente, es muy compleja la posible formulación del cálculo de la huella ecológica, incluso de una actividad industrial con nombre propio, o de uno u otro modelo explotación de agraria, o de los hogares, si por huella ecológica entendemos el cálculo de la variable "consumo total de naturaleza" que una actividad requiere. Efectivamente el área de tierra y agua requerida para producir los recursos de una actividad y absorber los desechos generados por ella puede ser calculable, siempre en una aproximación. E incluso puede admitirse que es posible un cálculo por sector de actividad económica, y hacer una contabilidad aproximativa del comercio del agua virtual en un sector determinado, como lo muestra el trabajo de Rodriguez Casado, et Alia (2009)(15).

No resulta tan realizable ese mismo cálculo en desagregaciones o agregaciones regionales. Sin embargo, los errores de esa aproximación es posible que crezca tanto por exceso, como por defecto perdiendo fiabilidad pues aparecen muchos impedimentos de fuentes y de datos, cuando se intenta territorializarla, y universalizar su medida y peso en las diferentes partes de la superficie terrestre, hasta el punto de que estemos asumiendo unas cifras erráticas. También podría dejarse apuntado si no es que estemos tendiendo a un pensamiento "neomaltusianista", en una nueva versión, la ambiental, con la recuperación o el eterno retorno de la idea apocalíptica del agotamiento total de los recursos.

Es tal la variedad del medio natural, de las sociedades y de sus sistemas productivos, de las actividades económicas,…, que no resulta fácil tasar la huella de un mismo producto para todo el mundo con un mismo valor. Por ejemplo. ¿Cómo se puede asignar la huella ecológica de 100 KG de verduras per cápita, o 50 de carne de porcino, si la productividad de verduras por Hectárea o de porcino, a escala mundial, y aún regional es tremendamente desigual? Así, calcula Rodriguez Casado, et alii, que en 2005 se necesitan en España, 4,6 m^3 de agua, por Kilo, de porcino en canal, sin embargo, la exigencia "territorial" no es la misma para el cerdo celta en granja que para el cerdo ibérico en montanera. Y podemos preguntarnos; ¿qué es más sostenible, una cría intensiva, con una supuesta "Huella Hídrica" mayor, o extensiva, en forma de dehesa, con una exigencia territorial más elevada?

Según los últimos Informes "Planeta Vivo", desde finales de los años ochenta, del pasado siglo, la huella ecológica ha alcanzado y excedido la biocapacidad de la tierra. En el año 2003 este exceso se cifra en un 25 %. Los escenarios siguientes pueden ser muy diferentes, pero suponiendo que es medianamente correcta esta evaluación, estaríamos llegando en el presente a la extinción total de los recursos que la "biocapacidad" terrestre es capaz de producir, sin tiempo para su cicatrización. El Informe Planeta Vivo de 2010, señala que la translimitación en 2007 *fue el equivalente a 1,5 planetas.*

5.1. "Huella Hídrica" y sostenibilidad en las ciudades españolas

Vinculado al concepto huella ecológica, surgen, unas veces por extrapolación, otra por componentes más elementales del concepto, y otra por derivación, nuevos elementos para la medición de la sostenibilidad. Por extrapolación, surge *la huella social, o la huella cultural.* Por derivación, podríamos construir una compleja matriz, con componentes, ya suficientemente definidos por la bibliografía científica como: *capital ecológico, ahorro genuino, ahorro neto, agua virtual,* etc.

Por componentes, pueden citarse, *la huella de carbono,* la *huella de residuos,* o, como la que aquí tratamos, la *"Huella Hídrica",* desde su formulación por Dietzenbacher, E. and Velázquez, E. (2007) Analysing Andalusian Virtual Water Trade in an Input-Output Framework. *Regional Studies* 41(2): 185-196.Hoekstra, 2002. "Huella" de aparición mas tardía como indicador ambiental relacionada con el ítem temático de "agua", pero no propiamente indicador del estado del "medio agua" de un territorio, sino la marca que un territorio esta produciendo sobre el medio "agua" de su propio y de diferentes ámbitos

geográficos. De ahí que es mas propio hablar de “Huella Hídrica” de producción, “Huella Hídrica” propiamente dicha, o “Huella Hídrica” de consumo, o “agua virtual”. En realidad podríamos definir tantas modalidades de “Huellas”, como elementos indicadores de la salud ambiental de nuestros territorios podríamos desmenuzar. Los territorios tienen dinámicas naturales, políticas, sociales y económicas muy distintas, y es posible que solo en matemáticas, la suma de la partes den el todo. Sin embargo, la dificultad del reto, no debe impedir avanzar en la aproximación de definir, y sobre todo, territorializar, –“geograficalizar” el coste ambiental que el conjunto de nuestras actividades conlleva, y que nuestro espacio, o terceras regiones deben soportar.

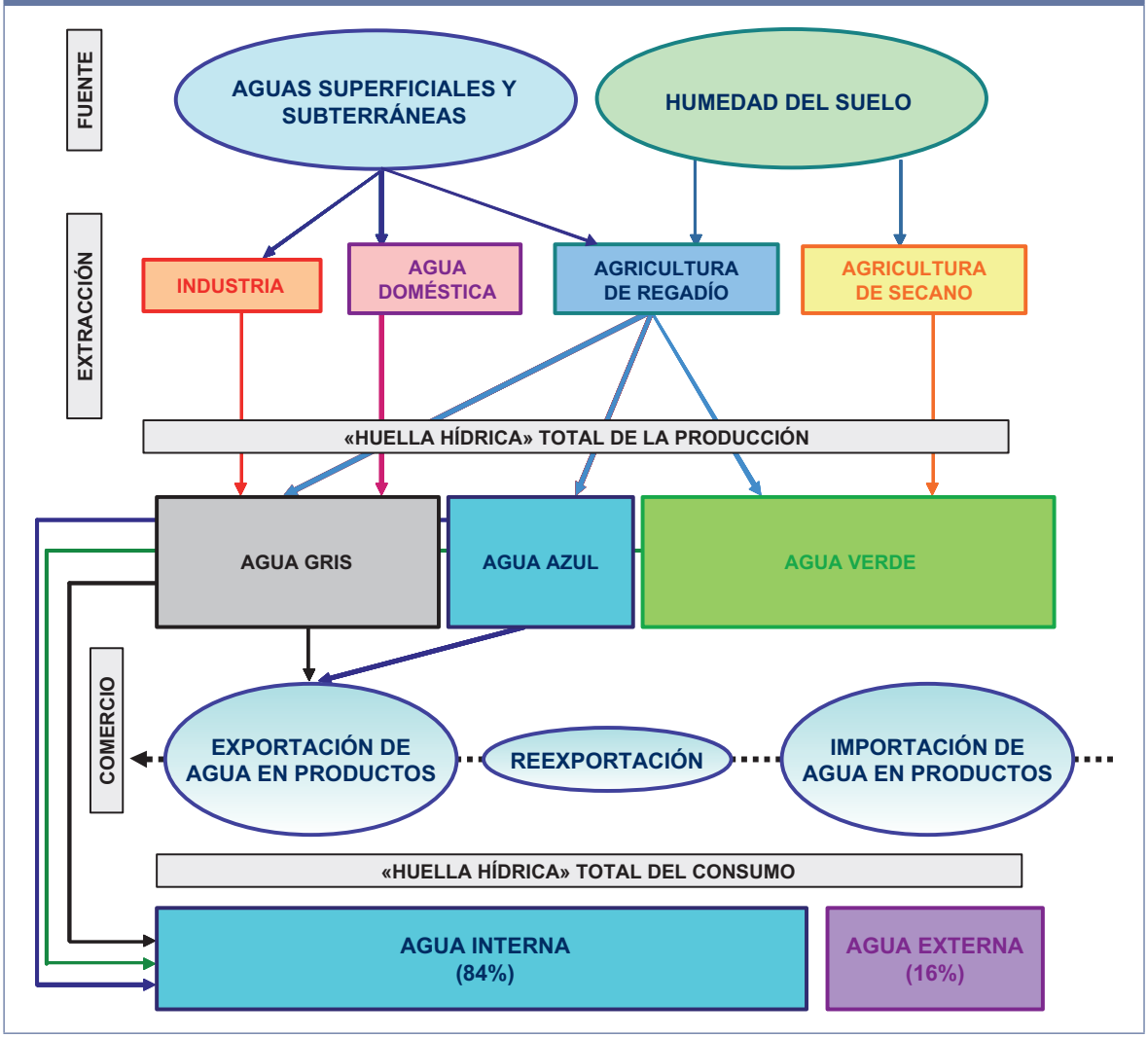
Pero puede convenirse en varios extremos: en primer lugar, que las ciudades constituyen una forma de ocupación de uso más intensivo y diverso en cuanto a tipos de actividades –del espacio geográfico, y que, a todos los efectos, son las regiones urbanas los principales centros de consumo, pero también de generación de bienes y transferencia de servicios hacia otros espacios. Es cierto que el espacio rural se está haciendo, e incluso así se desea, mas multifuncional, y la presencia de actividades industriales es cada vez mayor, y se intentan potenciar por multitud de razones de ordenación territorial de metas y objetivos más o menos finalistas. Pero hoy por hoy la mayor parte de la producción industrial tiene lugar en las grandes aglomeraciones urbanas, sea en la periferia de éstas o en polígonos industriales vinculados a las mismas.

En segundo lugar, destacar que las materias primas de ese consumo y de esos productos que se exportan, no se producen en su integridad en el mismo territorio de la urbe, y en la mayoría de los casos, ni su entorno inmediato, en consecuencia, parece que son las ciudades las mayores generadoras de huella ecológica para sí mismas y para terceras regiones. No existe ningún uso de suelo, por sus dimensiones y extensión, diferente al urbano, que más intercepte los procesos y dinámica naturales, a pesar de las buenas intenciones de tendencias como la sostenibilidad urbana, las buenas prácticas urbanas, la arquitectura biológica… Las ciudades modifican, entierran cauces naturales, estrangulan los procesos edáficos mediante pérdida de suelo por sellado urbano, cambian las condiciones microclimáticas, los grandes movimientos de tierra de las urbanizaciones sustituyen topografías naturales por artificiales, etc. Y, además, no solo es eso, si no que “mantener a raya” a los procesos naturales, que se quieren volver a cobrar esos espacios naturales robados, esto, el mantenimiento de ese medio artificial, a su vez requiere más costes de trabajo, financieros, y actividades, a su vez generadores de huella ecológica.

En tercer lugar, destacar el agua, como parte del capital natural de toda región, es absolutamente imprescindible, como lo prueba que el restablecimiento de su suministro es una de las acciones más urgentes que se requieren en las situaciones de postcatástrofe, que no hay desarrollo posible en su ausencia, y que por lo tanto, el recurso debe ser administrado y gestionado como bien de primer orden. Las buenas prácticas urbanas, la arquitectura bioclimática, y otros nuevos planteamientos, pueden tener un efecto mitigador de huella ecológica por que a nuevos desarrollos urbanos se refiere, pero ¿qué hacer con la ciudad consolidada donde los procesos inerciales y la naturaleza obligadamente conservadora de plano y edificación no permiten grandes reformas?

En cuarto y último lugar, señalar que precisamente, en un mundo cada vez más rico en indicadores y exigente en la armonización de éstos, y de fiabilidad creciente, el relativo al “agua”, se caracterizan, bien por ausentes de sistemas normalizados, por fuentes dispares, por la dispersión de la generación de esa información o por su consideración en muchas instancias de datos confidenciales. Con relación a la “Huella Hídrica”, quizás, por la relativa novedad del concepto, el problema es aún más severo. Efectivamente, desde la emisión de los Informes de Planeta Vivo, en 1998, no es hasta 2008 que se incluyen datos de “Huella Hídrica” con una desagregación máxima a nivel de país. Quizás sea mucho pedir, por el momento, que el valor “Huella Hídrica” pase a formar parte de un sistema armonizado de indicadores del agua, georeferenciado, cuando aún no tenemos disponibilidad de otros datos más ordinarios y factibles, como consumos, facturaciones, precios del agua, pues tal es la dispersión competencial, de gestión y de gobernanza en nuestro país, y sobre todo en países de menores libertades y recursos. Dicho informe ofrece una serie 1997-2001 de la “Huella Hídrica” de Consumo, Interna y externa, y de la “Huella Hídrica” de Producción (pp. 18-21), con un esquema de componentes como los que se recogen en la Figura adjunta:

FIGURA 64. Componentes de la "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia.

En referido Informe se asigna a nuestro país una "Huella Hídrica" de producción, total anual de 94 Km^3, y una "Huella Hídrica" per cápita de 2.325 m^3/hab/año. Del mismo informe se desprende que el origen de la procedencia del agua virtual en España, es de una proporción de 64% interna y 36% externa, o lo que es lo mismo, suponer que por termino medio, nuestro país tiene una translimitación con el resto de los países del 34%. Cifra muy alejada de países donde la translimitación de sus recursos hídricos superan con creces el 75%, como Chipre, Malta, Bélgica, Luxemburgo, Suiza, entre los países europeos de mayor biocapacidad, más Omán, Líbano, Israel o Jordania, entre los de menor (quizás este empeño no sea alcanzable, hasta conseguir una madurez metodológica y de estudios previos, como los muchos que se viene realizando, especialmente desde 2008 (16).

Sean por lo tanto, estos los valores de referencia, para intentar una aproximación al papel que las mayores ciudades de nuestro país juegan en este comercio de agua virtual, y sobre todo en la "Huella Hídrica" que pueden generar a terceros espacios. El principal problema metodológico consiste en la ausencia de datos a cualquier nivel inferior al nacional hasta el momento sobre estas manifestaciones de "Huella Hídrica" y comercio del agua virtual. Sotelo, et alii, en *La "Huella Hídrica" española en el contexto del cambio ambiental,* es el primer caso en nuestro país, que se desciende a nivel infraestatal en la estimación de la "Huella Hídrica", llegando hasta el nivel municipal.

El agua consumida por y en las ciudades es solo una parte de la "Huella Hídrica" que generan las mismas, y en principio la que perece tener una mayor fiabilidad de las fuentes, sin que sea del todo exacto, ya que no toda el agua consumida es facturada y medida en "fontanería". Según la Tabla ante-

rior, los cuatro componentes de la “Huella Hídrica” son las “industriales”, “la domestica”, “la de riego” y “la de secano”. Parece que los mayores componentes de la “Huella Hídrica” urbana deberían ser la industrial y la doméstica, ya que el sector servicios es de esperar que su facturación corra entre en el capítulo de “doméstica”. La dificultad de medida, y la diferencia entre el agua distribuida por las redes públicas de abastecimiento, y los recursos hídricos “empleados efectivamente”, complican mucho esta aproximación a la “Huella Hídrica” urbana. Por ejemplo, el agua de riego de jardines, y de policía urbana, no está contabilizada, o por ejemplo la utilizada en el sector de la construcción, el llamado agua de “obra”, también deja fuera de contabilidad muchos metros cúbicos, que no son facturados, o al menos no lo son en la misma medida que el agua domestica, industrial o de empresas de servicios.

En conjunto, según la encuesta sobre los usos del agua de 2005, las redes públicas de abastecimiento sirvieron al abastecimiento urbano 4.873 hm^3 de agua, estimándose en cerca de un 18% las perdidas por averías, errores de medida o fraude. En el 2007, la distribución alcanzó los 4.969 hm^3, el agua perdida por avería, fraude o errores de medida asciende al 21%, por que si bien el consumo de hogares y empresas descendió, el resultado final es un importante incremento del volumen total de agua distribuida. De su análisis e interpretación se coligen las siguientes cuestiones:

1.- Que toda el agua distribuida, y consumida por hogares y empresas, apenas si llega a suponer un 16% de la que consume el sector agrario en régimen de explotación de regadío. Por lo tanto, las ciudades no son ni el primero, ni el principal lugar de consumo de recursos hídricos.

2.- Que sigue siendo un porcentaje muy elevado la cantidad de agua potable distribuida que se pierde por fugas averías, roturas, así como la no contabilizada por fraude y errores de medida.

3.- Que el agua distribuida por redes públicas de suministro es solo una parte de los recursos hídricos necesarios para sostener el conjunto de las actividades humanas, y por lo tanto, la única mejor cuantificada, a pesar de sus abultados errores. Pero, sin lugar a duda, es la que nos permite la mejor aproximación a lo que en término de agua “controlada y tratada” cuesta una ciudad.

Resulta por tanto, que si estos datos son aproximados, solo una forma de explotación del sector agrario, concretamente el regadío, tiene un consumo de agua casi cuatro veces superior, a de todos los hogares, empresas y entidades de consumo.

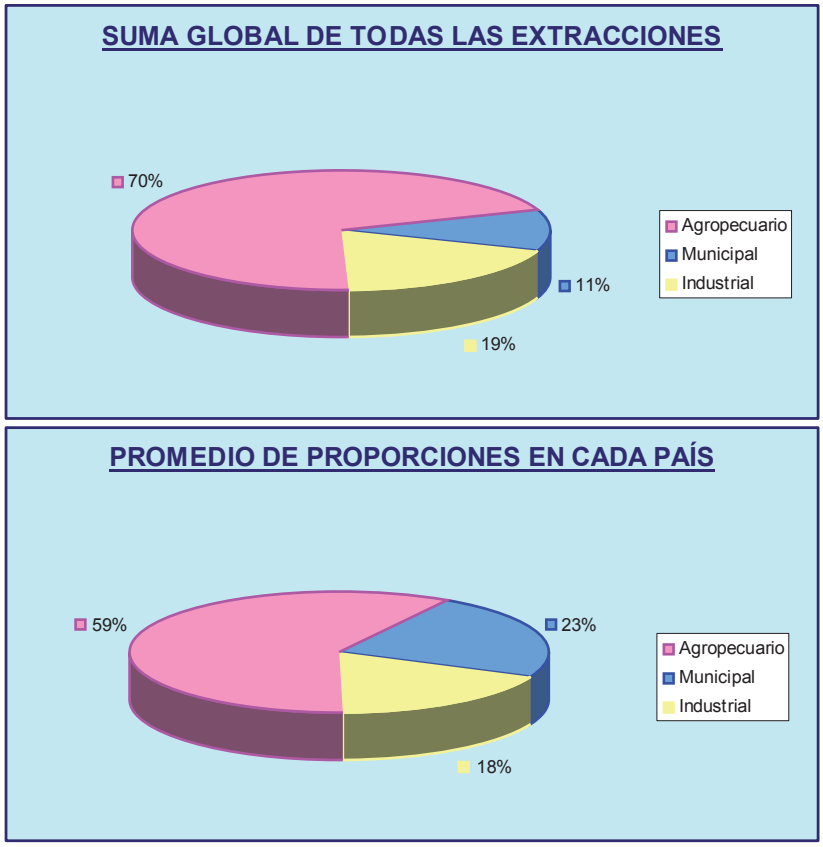
TABLA 31. Composición del consumo del agua distribuida en España

Agua Distribuida (hm^3)	hm^3	% sobre Total
Hogares	2.544	51,5084
Sectores económicos (menos regadío)	822	16,64305
Consumos Municipales y otros	382	7,734359
Pérdidas	790	15,99514
Agua distribuida no registrada	401	8,119052
Total	**4.939**	**100**
Agua de Regadío	16.211	

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Encuesta sobre el Suministro y Tratamiento del Agua. Encuesta de Uso del Agua en el Sector Agrario. MARM (2007).

Parece ser que es así, pues a pesar de las diferentes evoluciones del consumo por estas partidas varíen según los años, se mantienen en unos márgenes muy similares. Por otro lado, estos datos son conformes a la composición de los recursos hídricos, a nivel global y regional Esto en mundo, y mundo mediterráneo.

FIGURA 65. Composición de los Recursos Hídricos



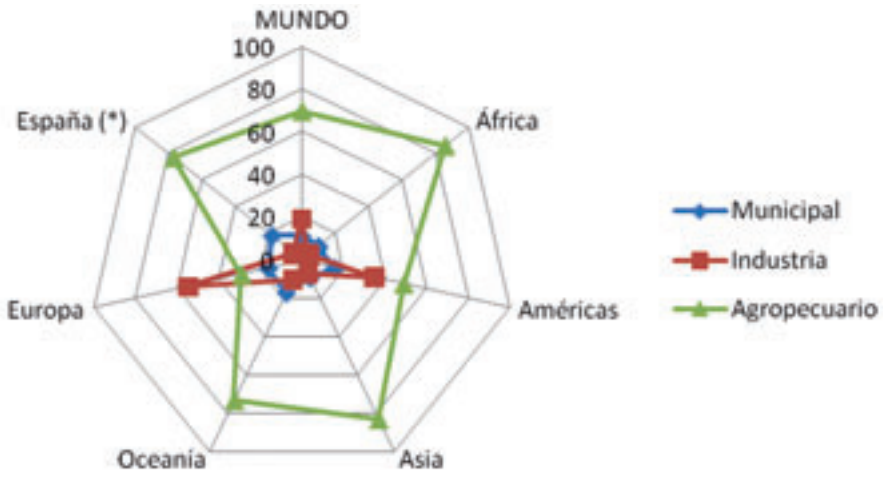
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Aquastat-FAO (2003).

TABLA 32. Extracción de agua por sectores

	Municipal (%)	Industrial (%)	Agrícola (%)
TOTAL EN EL MUNDO	**11**	**19**	**70**
ÁFRICA	10	4	86
Septentrional	9	6	85
Subsahariana	10	3	87
AMÉRICA	16	35	49
Septentrional	15	43	43
Central y Caribe	26	11	64
Sur	19	13	68
ASIA	9	7	83
OCEANÍA	17	10	73
EUROPA	16	55	29
Europa Occidental y Central	16	56	28
Norte	26	61	12
Oeste	16	77	8
Central	14	78	8
Mediterránea	16	24	61
España (*)	18	5	77
Europa oriental	18	51	32
Oriental	14	37	49
Fed. Rusa	20	60	20

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Base de datos de Aquastat-FAO. MARM (2003).

FIGURA 66. Perfil del consumo de agua, por grandes sectores y conjuntos regionales



Fuente: Elaboración propia.

Queda en evidencia la enorme variedad continental-regional del destino del agua extraída por grandes sectores, que genera perfiles muy diferenciados, tanto entre continentes como ente conjuntos subcontinentales. Interesa resaltar aquí, por un lado el modelo africano, caracterizado por un enorme sobrepeso porcentual del consumo agropecuario, y un valor muy bajo del correspondiente a actividades industriales. La diferencia es este sentido entre el África septentrional y el África subsahariana, radica esencialmente en el consumo industrial.

Por otro, la enorme diferencias de los perfiles europeos. Si por un lado, la Europa Occidental y Central, presenta valores casi idénticos, a los del perfil global de Europa, si se desciende a regiones las diferencias son muy acusadas, entre los del Norte, Oeste, Central y Mediterránea. Aunque no es ésta la ocasión de analizar esa variabilidad geográfica, si que podemos dejar señalado que este aspecto está traduciendo una variedad de medio natural, pero también de estructuras económicas enormes, en asintonía con un los supuestos objetivos de consecución de espacio común europeo.

La región mediterránea europea, se aleja del perfil europeo tanto en consumo industrial de agua, como en el agropecuario, el primero por defecto, el segundo por exceso.

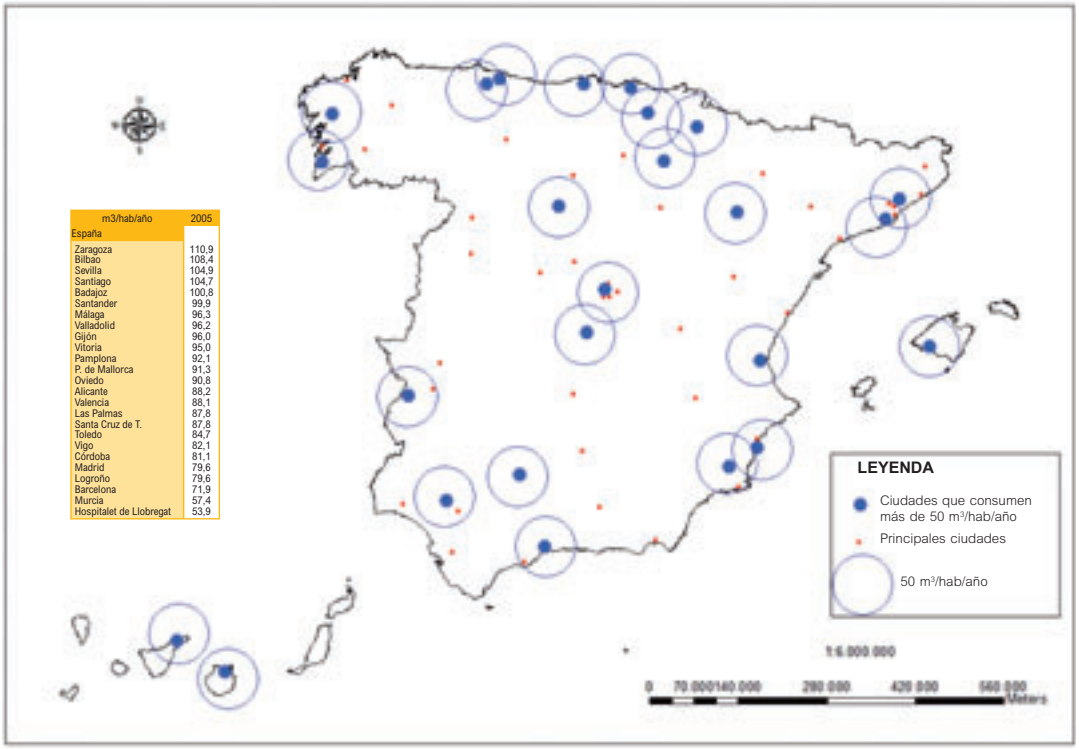
Puede concluirse con que España, parece tener un consumo tipo europeo, en consumo urbano, y africano en industrial y agropecuario. Si duda, nuestra pérdida de peso de la actividad industrial, frente a la de servicios –ya que estos en la fuente tratada, se factura como "municipal"– y la importancia del regadío en la región mediterránea, y en España, puede explicar la "mixticidad" de este perfil de consumo. Y no se trata solo del uso actual del agua, sino también en futuros escenarios, donde la "Huella Hídrica", y el comercio del agua virtual, aspectos ambos en el que debemos adquirir más y mejor conocimiento a fin de actuar correctamente en los actores y factores de este ítem ambiental, pero también económico, a la hora de establecer objetivos y metas que tiendan a un desarrollo ambientalmente sostenible. Es interesante al respecto, lo que señala el *Tercer Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: El agua en un mundo en cambio,* (2009) sobre las tendencias y situación del uso del agua en la agricultura:

"La agricultura representa el 70% de las extracciones de agua dulce procedente de ríos, lagos y acuíferos. En algunos países en vías de desarrollo este porcentaje alcanza hasta el 90%. … La creciente demanda de alimentos de origen animal es en parte responsable de la actual presión sobre los recursos hídricos. La producción de carne requiere una cantidad 8 a 10 veces mayor de agua que la utilizada en la producción de cereales. Los últimos pronósticos disponibles predicen un aumento medio de la superficie de regadío del 0,6% anual entre 1998 y 2030 frente al 1,5% del período comprendido entre las décadas de 1950 y 1990. En el mismo período (1998-2030), se producirán un 36% más de alimentos con un 13% más de agua por el aumento constante de la productividad agrícola."

No todas las actividades de servicios e industriales se dan en las ciudades, pero si se dan en ellas la mayor concentración de las mismas, por lo que adjudicar a las ciudades todo el caudal hídrico que consume industria y servicios, no sería del todo justo, aunque sí aproximado, aunque por el momento no tenemos fuentes para despejar esta variable para todo el territorio del estado. En cuanto al agua virtual, sí que podemos decir que las ciudades son las consumidores por excelencia de esa agua virtual generada, por las actividades citadas en el dicho Tercer Informe. Efectivamente, pues la población urbana es algo más de la mitad de la población total, y en nuestro país está en un setenta por ciento. De manera que podemos afirmas que las ciudades son de las menores consumidores per cápita de recursos hídricos suministrados, pero es también son las mayores consumidoras de agua virtual. Esto sería plenamente cierto si el final del comercio del agua muriera en las ciudades. La idea es hacer notar que las ciudades a su vez exportan el agua virtual; ¿cuanta, como y hacia donde? Estos son preguntas que queremos dejar planteadas, pero resolverlas no es factible por el momento.

Este planteamiento parece encajar con la variabilidad de consumo de agua virtual externa, o translimitación de sus propios recursos hídricos. Así, los países de mayor translimitación de recursos hídricos en el comercio del agua virtual, son, en general aquellos de mayores tasas de población urbana. Si bien este aspecto merecería un estudio aparte que analizara con precisión la correlación nivel de urbanización, modelo territorial urbano y "Huella Hídrica". Las ciudades españolas, al menos las que contempla como principales la base de datos del Eurostat, muestran un comportamiento muy desigual en el consumo doméstico per cápita del agua.

FIGURA 67. Consumo de agua en las principales ciudades españolas



Fuente: Elaboración propia, a partir de "Urban Indicator for Core Cities". Eurostat.

TABLA 33. Consumo de agua en otras ciudades europeas

CIUDAD	POBLACIÓN	m³/hab/año	PRECIO €/m³	Km²
Bruxelles	999.899	61,3	2,1	161,4
Sophia	1.138.950	125,4	0,4	sd
København	501.664	63,6	2,1	89,1
Berlin	3.387.828	59,5	2,1	892
Tallinn	392.306	56,2	1,2	148,2
Athina	796.442	57,6	1,0	38,9
Paris	2.181.374	97,6	2,3	105,4
Roma	2.542.003	120,4	0,4	1285,3
Lisboa	529.485	123,1	0,8	84,8
Stockholm	810.120	131,8	0,6	188,1
Oslo	521.886	178,8	0,6	426,2

Fuente: Elaboración propia, a partir de "Urban Indicator for Core Cities". Eurostat (2008).

Sin duda, el consumo hídrico, como otros tantos, es una función de la población, y por tanto, vinculado al tamaño de ésta. El volumen total de agua consumida deberá estar en estrecha relación con el tamaño de la población, sin embargo, no existe una correlación perfecta entre el volumen de población y el gasto per cápita de agua. Quizás, este segundo indicador se muestra más útil como indicador de lo que nos cuesta el mantenimiento de las ciudades en lo relativo a este recurso natural que es el agua.
Pues bien, dicho consumo parece no estar relacionado –al menos estadísticamente– con la mayoría de los indicadores básicos urbanos contemplados, y que son los más al uso en numerosos trabajos de sostenibilidad ambiental urbana. Así, la densidad de población, la extensión territorial, el tamaño medio de las viviendas, y las tasas de desempleo, no parecen incidir de manera directa sobre este consumo. En todos ellos, y en el conjunto de las veinticinco ciudades que nos ofrece la fuente, hemos obtenido unos coeficientes de correlación muy débiles. Por otro lado, tampoco las condiciones de disponibilidad del recurso de forma natural parecen importar. Puede verse en la Figura 67, que ciudades en ámbitos semiáridos o secos, unas consumen más por habitantes que otras en ambientes húmedos, y viceversa.

Si hubiera sido interesante ver la asociación con la variable "ratio empleo/residencia", si bien ese valor no ha podido ser encontrado para las ciudades y el año de referencia, pues no daría una aproximación para distinguir el consumo "domiciliario u hogares" del referido a "las actividades económicas o instituciones". Sin bien hay bastante disponibilidad de fuentes para conocer el consumo por distintas ramas de producción económica, a nivel de país o comunidades autónomas, no sucede lo mismo para las áreas metropolitas, ni para los municipios.

Esto tiene dos reflexiones, a nuestro juicio, interesantes, la primera, y más importante es la desigualdad del patrón de consumo en nuestro medio urbano, y que da la impresión que nada tiene que ver con en que variedad de clima vivamos, o que modelo de ciudad habitemos, siempre y cuando los modelos posibles de variedad urbana sean los que aquí, en este país se muestran. Quizás, el problema radique en que la estructura de nuestros sistemas metropolitanos sea muy similar entre sí, hecha la salvedad de las dimensiones. Efectivamente, en este estudio solo hemos dispuesto de indicadores relativos a las ciudades en su término municipal, esto es, el de la ciudad central, pero no se renuncia a poder disponer en otra ocasión, del retrato completo de las áreas metropolitanas.

Nótese cómo las cinco ciudades más consumidoras, las que encabezan la lista, Zaragoza, Bilbao, Sevilla, Santiago de Compostela y Badajoz. No pueden ser más diferentes entre sí en cualquier aspecto geográfico que pongamos la mira: clima, estructura económica, tamaño, modelo de ciudad, etcétera. Si es interesante, por otro lado, destacar que las mayores ciudades, Madrid o Barcelona, se encuentra a la cola del consumo de agua per cápita. Aunque hay que tener en cuenta que en ambos casos se refiere a los municipios respectivos, y no al conjunto de su áreas metropolitanas. A este respecto puede servir como ejemplo, Hospitalet de Llobregat, en el área metropolitana de Barcelona, que aún arroja un consumo por habitante inferior, no sola al de Barcelona, si no al de todo el conjunto de las veinticinco ciudades. La única variable con la que el consumo parece tener una cierta relación, aunque tampoco resulta determinante es el precio. Como quiera que el dato del precio es el valor unitario, la facturación final resulta más abultada por otros conceptos que por el mismo precio del metro cúbico servido.

Igualmente, es importante destacar que hay que estudiar mucho más cómo valorar la extensión de la ciudad, la densidad de población, el tamaño de ésta, como parámetros de medida de sostenibilidad urbana, porque por lo aquí expuesto, en lo que al consumo de agua se refiere no parece tener una incidencia directa. Sería necesario descender a la estructura productiva de cada ciudad para tratar de encontrar la relación existente, con la "Huella Hídrica", que intuimos si tendrá relación. Pero su conocimiento total solo sería posible a partir de un inventario de actividades económicas, y un análisis de la facturación en los diferentes procesos productivos. Mientras tanto solo se puede tener un acercamiento, en la base se lo señalado por Sotelo Pérez, M, de que *"Una determinada "Huella Hídrica" siempre puede estar asociada con la creación de un determinado valor económico"*. (17) Puesto en reciprocidad, un valor monetario, producto de una rama de actividad, se le puede asociar a un valor de "Huella Hídrica". La tabulación de esa contabilidad final es posible que aún esté realizada para el conjunto de nuestro sistema productivo y contable. Siempre teniendo en cuenta que empresas de una misma actividad pueden tener un uso mas eficiente o menos de los recursos hídricos, podría ponerse en relación las magnitudes de la producción con la "Huella Hídrica". Ya no es tanto, los litros de agua de *1 Kilo* de vacuno, como el volumen de agua de *N* euros de producción final ganadera, o vegetal, o industria alimentaria.

Un fundamental es, sin duda, la gestión del agua, y ante todo el patrón del comportamiento consumidor, tanto de hogares como empresas, así como la eficiencia de nuestros sistemas de suministros, y otras claves políticas, donde hay que rastrear para definir y esperar éxito en las estrategias de desarrollo sostenible. No es sólo un problema de obsolescencia o deficiencia técnica, como señala en Prof. Cabrera (18), por que de ser así, las soluciones serían fácilmente alcanzables.

Otro aspecto interesante es el diferencial del consumo de estas ciudades con relación a sus respectivos territorios en los que se enmarcan. Salvo el caso de Murcia, donde el consumo per cápita urbano está ligeramente por debajo del de su Comunidad Autónoma, en el conjunto de las ciudades seleccionadas, éste es superior, aunque el diferencial es altamente variable, pues el cociente entre el consumo per cápita de la ciudad y su Comunidad Autónoma correspondiente varia entre, 1,9, (Caso Zaragoza, Aragón) y 0,97, caso Murcia, Comunidad Autónoma de Murcia.

¿La lectura es que los "urbanitas" son más derrochadores que los paisanos regionales? A la vista de estos datos, parece que sí. Pero téngase en cuenta que estos valores son de solamente a nivel de agua suministrada por la red pública de abastecimiento. Lo único que podemos señalar es que en las ciudades el agua está mejor medida. No obstante, si llama la atención de la desigualdad de esta relación entre comunidades autónomas. Sin entrar en un análisis detallado de esta relación por la falta de información verídica, ciudades/Comunidad Autónoma, sí pueden señalarse algunos aspectos interesantes, como por ejemplo, que ciudades como Barcelona y Madrid, y Valencia, están muy próximos a los consumos de su territorio regional. Por el contrario, ciudades como Zaragoza, Vitoria, Bilbao, Valladolid Palma de Mallorca, o Sevilla, se separa notablemente al alza, sobre el consumo de sus territorios de influencia. En las regiones que tienen más de una ciudad en esta selección, tampoco hay un comportamiento homogéneo. Por ejemplo en el País Vasco, Vitoria y Bilbao; en Cataluña, Barcelona y Hospitalet de Llobregat, están a la misma distancia de sobreconsumo respecto a su región. Sin embargo, en los casos del País Valenciano, Alicante está en cabeza, y Valencia en cola, en Asturias, Gijón y Oviedo están también distanciadas en la Tabla 34. En tanto no hay referencia de más de una ciudad para cada Comunidad Autónoma, no puede hacerse una afirmación generalizada.

TABLA 34. ¿Los "urbanitas" consumen más agua que los "regionales"?

	Ciudad m³/hab/Año	C.Autónoma m³/hab/Año	Comunidad Autónoma	Cociente Ciudad/CA
ZARAGOZA	110,9	58,035	ARAGON	1,91
VITORIA	95	50,735	P VASCO	1,87
BILBAO	108,4	59,13	P VASCO	1,83
VALLADOLID	96,2	52,925	C. LEÓN	1,82
BADAJOZ	100,8	55,845	EXTREMADURA	1,8
ALICANTE	88,2	48,91	C VALENCIANA	1,8
P.DE MALLORCA	91,3	51,1	BALEARES	1,79
SEVILLA	104,9	62,415	ANDALUCIA	1,68
PAMPLONA	92,1	55,48	NAVARRA	1,66
GIJON	96	58,4	ASTURIAS	1,64
MALAGA	96,3	59,13	ANDALUCIA	1,63
VIGO	82,1	51,1	GALICIA	1,61
TOLEDO	84,7	52,925	C. MANCHA	1,6
SANTIAGO	104,7	71,175	GALICIA	1,47
LOGROÑO	79,6	55,48	RIOJA	1,43
SANTANDER	99,9	71,175	CANTABRIA	1,4
STA CRUZ DE T	87,8	63,145	CANARIAS	1,39
LAS PALMAS	87,8	63,51	CANARIAS	1,38
OVIEDO	90,8	65,7	ASTURIAS	1,38
MADRID	79,6	62,415	C MADRID	1,28
VALENCIA	88,1	69,715	C.VALENCIANA	1,26
CORDOBA	81,1	71,175	ANDALUCIA	1,14
BARCELONA	71,9	65,7	CATALUÑA	1,09
HOSPITALET DE LL	53,9	52,925	CATALUÑA	1,02
MURCIA	57,4	59,13	C. MURCIA	0,97

Fuente: Elaboración propia, a través de la Base de datos de Aquastat-FAO y la Encuesta sobre Suministros y Tratamiento del Agua (INE).

El conjunto de estas ciudades viene a suponer un 25% del total de agua "domiciliaria" servida por las redes públicas de suministro. La teoría del crecimiento endógeno ha dado un paso adelante para entender el comportamiento de la productividad, ya que considera que los rendimientos decrecientes son tan solo uno de los resultados posibles del funcionamiento del proceso de acumulación de capital. Existen otras vías de crecimiento económico cuando las inversiones en bienes de capital, incluido el capital humano, generan rendimientos crecientes, como consecuencia de la difusión de las innovaciones y del conocimiento entre las empresas y la creación de economías externas (19).

La interpretación del desarrollo endógeno, o si se prefiere la visión territorial del desarrollo, a su vez, se caracteriza por rasgos muy específico, que BOISIER (2003) sintetiza al conceptualizar lo que el denomina la "endogeneidad". En primer lugar señala que la "endogeneidad" se entiende como la capacidad del territorio para ahorrar e invertir los beneficios generados por su actividad productiva en el propio territorio y promover el desarrollo diversificado de la economía; además, la "endogeneidad" se refiere a la capacidad del territorio para estimular e impulsar el progreso tecnológico del tejido productivo a partir del sistema territorial de innovación; por otro lado, la "endogeneidad" se entiende como la capacidad de las ciudades y regiones para adoptar su propia estrategia de desarrollo y llevar a cabo las acciones necesarias para alcanzar los objetivos que la sociedad se ha marcado, lo que está asociado a los procesos de descentralización. Por último, Boisier sostiene que todo ello sólo es posible cuando existe una cultura de identidad territorial que permite potenciar la competitividad de las empresas y de la economía local estimulando los activos intangibles (como son las marcas, los derechos de propiedad, la denominación de origen, la calidad organizativa), NELSON (1999) señala, por su parte, que los modelos de crecimiento endógeno no permiten identificar las fuerzas que determinan el funcionamiento de la productividad de los factores ni, por tanto, los procesos que explican el desarrollo. El crecimiento económico es un proceso caracterizado por la incertidumbre y el azar, que está condicionado por el

cambio de las características del mercado y las decisiones de los actores, por lo que debería de entenderse como un proceso evolutivo. No es posible, por tanto, comprender los procesos de desarrollo económico si no se acepta que el comportamiento de la productividad depende también del resultado de las fuerzas y de los fenómenos que no recoge de forma explícita la función de producción.

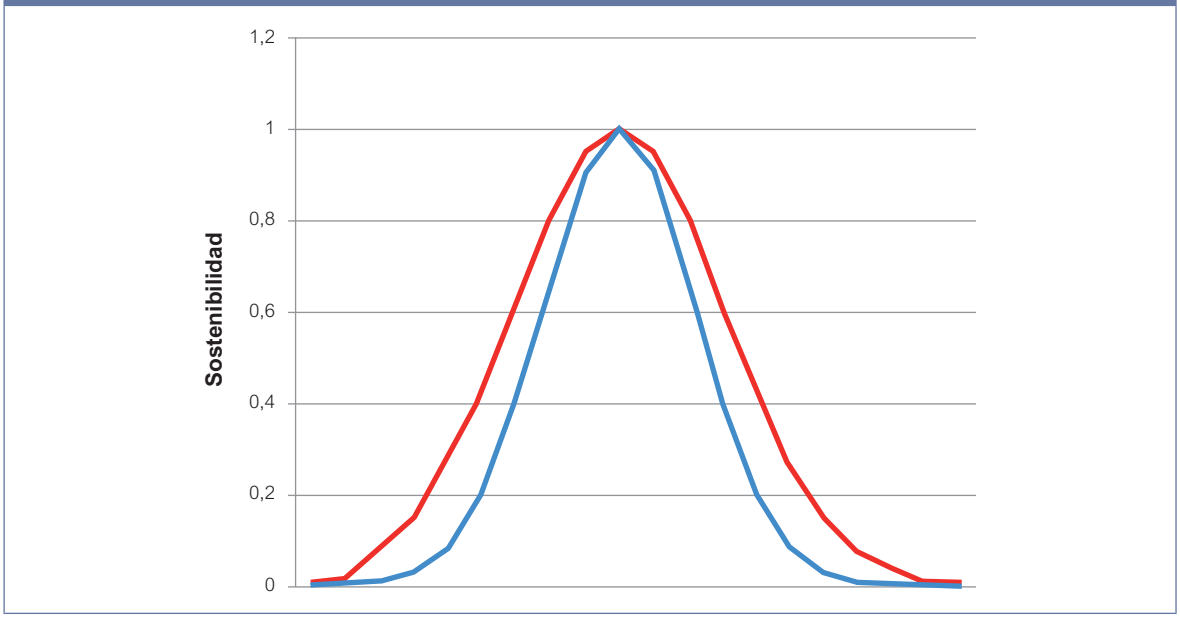
Para comprender lo hasta aquí expuesto, a la hora de relacionar la "Huella Hídrica" de las ciudades españolas y la sostenibilidad vamos a utilizar un interesante trabajo de los profesores Rivero Pallarés, Francisco, Rodríguez Mellado, Josefa María. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España", en AA-VV. (2009). "Sostenibilidad local: una aproximación urbana y rural" del Observatorio de Sostenibilidad de España, y, más concretamente, en el capítulo "Guía de aplicación para un sistema integrado de indicadores urbanos" desarrollado por el Observatorio de Medio Ambiente Urbano de Málaga (OMAU) junto con la oficina de cooperación de la Comisión Europea (EUROPEAID) y Naciones Unidas (UNHABITAT), al tratar de las Huellas de nuestras ciudades, en relación con la sostenibilidad se afirma los valores de sostenibilidad alcanzados por las ciudades españolas son bajos para la mayoría de los indicadores. La metodología al uso nos presenta una función de sostenibilidad sensu stricto (1) y sensu lato (2), en relación con la "Huella Hídrica" de las ciudades españolas, que vienen dadas por las expresiones:

$$S = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I-IO}{IO}\right)^2} \quad (1)$$

$$S = e^{-5{,}3*\left(\frac{I-IO}{IO}\right)^2} \quad (2)$$

En la figura adjunta se muestra el aspecto de la función de sostenibilidad considerando ambas expresiones (la función de sostenibilidad sensu stricto –línea azul– y sensu lato –línea roja–):

FIGURA 68. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España"



Fuente: Rivero Pallarés, Francisco, Rodríguez Mellado, Josefa María.

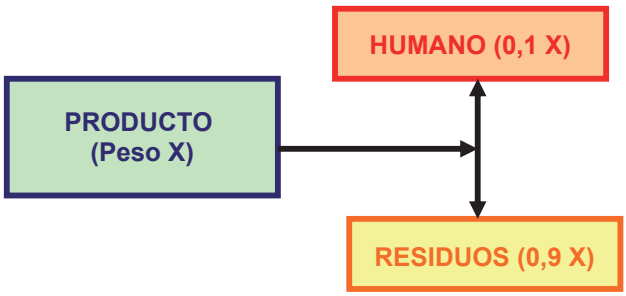
En la referida figura 68, se muestra cómo el valor de sostenibilidad presenta un máximo cuando el valor del indicador es IO, y cómo la sostenibilidad va disminuyendo conforme el valor del indicador se aleja de este valor IO tanto hacia la derecha como hacia la izquierda. El indicador puede estar definido de tal modo que se use sólo la rama de la izquierda o la rama de la derecha de la función. El primer caso se produce si la sostenibilidad varía entre cero y uno cuando I<IO, y la sostenibilidad permanece con el valor de 1 para valores de I>IO, mientras que el segundo caso se produce si el indicador alcanza la sostenibilidad de 1 cuando I<IO, y la sostenibilidad disminuye para valores de I>IO.

Puede plantearse la situación que un determinado indicador tenga como valor óptimo cero, es decir que la sostenibilidad sea máxima cuando Io = 0. En este caso hay que definir un valor máximo del indicador (IM) que produce una sostenibilidad de cero. Se demuestra que las expresiones (1) y (2) se transforman, respectivamente, en las expresiones (3) y (4):

$$S = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I}{IM}\right)^2} \quad (3)$$

$$S = e^{-5{,}3*\left(\frac{I}{IM}\right)^2} \quad (4)$$

Generación de residuos urbanos (GRU). Se mide en Kg. residuos/habitante y día (kg/hab día). Se considera que los residuos urbanos (RU a partir de ahora) son la materia no aprovechada al pasar de un nivel trófico a otro en los ecosistemas. Si se aplica la regla del 10 %, la cantidad de residuos debe ser la indicada en la siguiente figura:



Se concluye que la relación peso RU/peso humano debe ser de 9. Es decir, un humano debe producir nueve veces su peso en RU para que sea ecológicamente sostenible. Hay que conocer el peso medio de los ciudadanos, que denominaremos Pm. El peso medio se ha obtenido combinando los pesos teóricos que deben tener las personas según edad y sexo y la distribución de edades y sexo de cada ciudad. Hay que considerar la materia seca, que se acepta es un 30% en el cuerpo humano. Por lo tanto se concluye que el valor que se considera óptimo para este indicador es:

$$Io = 9 * 0{,}3 * Pm / 365 \quad (5)$$

Es decir:

$$Io = 0{,}0074 * Pm \quad (6)$$

Que viene dado en kg/hab día, por lo que la función de sostenibilidad queda:

$$S = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I-0{,}0074*Pm}{0{,}0074*Pm}\right)^2} \quad (7)$$

ó

$$S = e^{-5{,}3*\left(\frac{I-0{,}0074*Pm}{0{,}0074*Pm}\right)^2} \quad (8)$$

Para valores de GRU>0,0074 x Pm. Para valores de GRU < 0,0074 x Pm se considera que la sostenibilidad es igual a 1. SGRUss y SGRUsl representan la sostenibilidad para la producción de residuos sensu stricto y sensu lato respectivamente. Tal y como está definido el indicador se considera sólo la rama derecha de la función de sostenibilidad.

Consumo de agua en los hogares (CAH). Se mide en litros/habitante y día (l/hab día). Se considera que el agua disponible es la diferencia entre la precipitación (P) y la evapotranspiración (ET) y viene dado en mm, o, lo que es lo mismo, l/m2.

Es decir:

$$Adis = P - ET \quad (9)$$

La evapotranspiración se calcula según el método de Thornthwaite según la expresión:

$$ET = 1{,}6 * \left(\frac{10 * t}{I} \right)^{a} \quad (10)$$

Donde: -ET es la evapotranspiración potencial (mm/mes)
(t) es la temperatura media mensual, medida en grados centígrados
(I) es el índice de calor anual
(a) se obtiene según la expresión:

$$a = 0{,}492 + 0{,}0179 * I + 0{,}0000771 * I2 + 0{,}000000675 * I3$$

El índice de calor anual se calcula a partir de las temperaturas medias de los doce meses según la expresión:

$$I = \Sigma_{i=1}^{12} \left(\frac{ti}{5} \right)^{1,5} \quad (11)$$

Donde ti es la temperatura media del mes i.

Hay que definir una superficie que recoja el agua disponible. Este trabajo considera que esta superficie debe ser la superficie urbana que debería tener la ciudad supuesto que es totalmente sostenible. Una ciudad puede tener una gran superficie urbana porque tiene una baja densidad de viviendas, situación sobre la que hay un común acuerdo que no es demasiado sostenible. Hay que considerar la superficie que debería tener la ciudad si tuviera una densidad de viviendas sostenible. Más adelante se define un indicador que se denomina Densidad Urbana. En dicho indicador se razona que un valor óptimo puede ser 217,5 hab/Ha. Para deducir cual es la superficie que debería tener la ciudad se realiza el cociente:

$$SU' = Total_habi\tan tes / 217{,}5_hab / Ha \quad (12)$$

Que viene dado en hectáreas. El total de litros de agua disponible será:

$$Total_agua = Adis * SU' * 104 \quad (13)$$

El valor óptimo del indicador viene dado por la expresión:

$$SU' = (Adis * SU' * 104) / (Total_habi\tan tes * 365) \quad (14)$$

Que queda: $Io = 0{,}126 * Adis$ (15)

Que viene dado en l/hab día, por lo que la función de sostenibilidad queda

$$SCAss = e^{-9{,}9035 * \left(\frac{I - 0{,}126 * Adis}{0{,}126 * Adis} \right)^2} \quad (16)$$

ó

$$SCAsl = e^{-5{,}3 * \left(\frac{I - 0{,}126 * Adis}{0{,}126 * Adis} \right)^2} \quad (17)$$

Para valores de CA>0,126 * Adis. Para valores de CA<=0,126 * Adis se considera que la sostenibilidad es 1. Donde SCAss y SCAsl representan la sostenibilidad del consumo de agua sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Tal y como está definido el indicador se considera sólo la rama derecha de la función de sostenibilidad. Consumo de energía eléctrica por habitante estimado (CEHe). Se mide en Megavatioshora/habitante y año (Mwh/hab año).

Sea Eh la cantidad de kilocalorías necesarias para el mantenimiento del cuerpo humano en un día. Para transformarlas en Mwh/hab año se tiene:

$$Eh \frac{Kcal}{hab_día} * \frac{4{,}187J}{1Kcal} * \frac{1Kwh}{3{,}6 * 10^3 KJ} * \frac{1Mwh}{10^3 Kwh} * \frac{365días}{1año} = Eh * 0{,}000425 \frac{Mwh}{hab_año}$$

Si consideramos la regla del 10%, la energía que necesita una persona para que sea ecológicamente sostenible será

$$Io = Eh * 0{,}00425 Mwh / hab_año \quad (18)$$

El valor de Eh se ha obtenido combinando los valores energéticos que necesitan las personas según edad y sexo y la distribución de edades y sexo de cada ciudad. La función de sostenibilidad queda:

$$SCEHEss = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I-Eh*0{,}00425}{Eh*0{,}00425}\right)^2} \quad (19)$$

ó

$$SCEHesl = e^{-5{,}3*\left(\frac{I-Eh*0{,}00425}{Eh*0{,}00425}\right)^2} \quad (20)$$

para valores de CEHe>Eh*0,00425 Mwh/hab año. Para valores de CEHe<Eh*0,00425 Mwh/hab año se considera que la sostenibilidad es igual a 1. Donde SCEHess y SCEHesl representan la sostenibilidad del consumo de energía sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Tal y como está definido el indicador se considera sólo la rama derecha de la función de sostenibilidad.

Los datos que aporta el estudio sobre energía consumida en un año son: energía eléctrica (Mwh/hab), gases licuados del petróleo (Tm/hab), gas natural (Gcal/hab), hidrocarburos totales (Tep/hab) y Renovables (Tep/100 hab). Para calcular el consumo total de energía se transforman estas unidades a Mwh/Hab año.

Superficie de zonas verdes (ZV). Se mide en metros cuadrados por habitante (m2/hab).

La OMS recomienda el intervalo 10-15 m2/hab. El estándar europeo deseable es de 25 m2/hab. Se considera Io = 20 m2/hab. La función de sostenibilidad queda:

$$SZVss = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I-20}{20}\right)^2} \quad (21)$$

ó

$$SZVsl = e^{-5{,}3*\left(\frac{I-20}{20}\right)^2} \quad (22)$$

Para valores de SZV < 20 m2/hab. Para valores de SZV > 20 m2/hab se considera que la sostenibilidad es igual a 1. Donde SZVss y SZVsl representan la sostenibilidad para la superficie de zonas verdes sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Tal y como está definido el indicador se considera sólo la rama izquierda de la función de sostenibilidad.

Concentración de PM10 (PM10). Se mide en µg PM10/m^3 de aire. El parámetro más utilizado es el número de días, en un año, en que se supera la concentración de 50 µg PM10/m^3 de aire. Se considera que el valor ideal es cero días (Io = 0), el valor de IM es el valor máximo permitido por la ley, que son 35 días. La función de sostenibilidad queda:

$$SPM10ss = e^{-9{,}9035*\left(\frac{t}{035}\right)^2} \quad (23)$$

ó

$$SPM10sl = e^{-5{,}3*\left(\frac{t}{35}\right)^2} \quad (24)$$

Para valores de PM10<35 días. Para valores de PM10>35 días la sostenibilidad es igual a cero. Donde SPM10ss y SPM10sl representan la sostenibilidad para la concentración de PM10 sensu stricto y sensu lato respectivamente: Tasa de paro (TP). Se mide en porcentaje de la población apuntado al INEM.

Lo ideal es que la tasa de paro sea cero, Io = 0%. Hay que definir IM. Se considera que, como máximo, puede haber un parado en cada unidad familiar, ya que más de un parado por unidad familiar puede

resultar bastante insostenible socialmente. Por lo tanto, el valor de IM será el cociente entre el número de unidades familiares (UF) y la población en edad laboral, es decir:

$$IM = UF / Población_edad_laoral$$

Las unidades familiares se pueden estimar, a falta de mayor información, dividiendo la población total entre 2,9, ya que según los datos del INE hay 2,9 individuos en cada unidad familiar como promedio. La población en edad laboral será la que se encuentra en el intervalo de edad entre 16 y 65 años. El valor de IM queda:

$$IM = Población_total / (2{,}9 * Población_edad_laboral)$$

La función de sostenibilidad queda:

$$STPss = e^{-9{,}9035*\left(\frac{t}{IM}\right)^2} \quad (25)$$

ó

$$STPsl = e^{-5{,}3*\left(\frac{t}{IM}\right)^2} \quad (26)$$

Para valores de TP<IM. Para valores de TP>IM la sostenibilidad vale cero. Donde STPss y STPsl representan la sostenibilidad para la tasa de paro sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Evidentemente puede existir mucha variación del número de unidades familiares de una ciudad a otra. Índice de motorización (IM). Se mide en vehículos por cada 100 habitantes. Se propone como indicador el número de habitantes por vehículo (HV), es decir el inverso del valor que da el trabajo analizado. Cuando se habla de VAO se considera que el vehículo debe tener una ocupación mínima de tres personas, por lo que se propone este valor como valor óptimo, es decir IO = 3 hab/veh., por lo que la función de sostenibilidad queda:

$$SIMss = e^{-9{,}9035*\left(\frac{I-3}{3}\right)^2} \quad (27)$$

ó

$$SIMsl = e^{-5{,}3*\left(\frac{I-3}{3}\right)^2} \quad (28)$$

Para valores de IM<3 hab/veh. Cuando IM=>3 la sostenibilidad vale 1. Donde SIMss y SIMsl representan la sostenibilidad para los habitantes por vehículo sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Tal y como está definido este indicador, se considera sólo la rama de la izquierda de la función de sostenibilidad.

Densidad urbana (DU). Se mide en habitantes por hectárea.

Tal y como está definido el indicador, no da mucha información sobre la sostenibilidad de una ciudad. No está definido cuál es el valor óptimo de densidad urbana que produce un máximo de sostenibilidad.

No existen unos criterios objetivos que permitan definir el valor óptimo de la densidad urbana, ya sean viviendas o habitantes, que produce un máximo de sostenibilidad. El único acuerdo es que la ciudad debe ser compacta.

De los valores de densidad de viviendas señalados en diferentes documentos se toma como valor más próximo a la ciudad compacta el de 75 viv/Ha, que es el recogido en la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía como valor máximo posible.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística hay 2,9 individuos en cada unidad familiar como promedio y cada unidad familiar tendrá una sola vivienda, por lo que el número máximo de habitantes por hectárea será

75 * 2,9 = 217,5. Tenemos que Io = 217,5 hab/Ha.

La función de sostenibilidad queda:

$$SDUss = e^{-9,9035*\left(\frac{I-217,5}{217,5}\right)^2} \quad (31)$$

ó

$$SDUsl = e^{-5,3*\left(\frac{I-217,5}{217,5}\right)^2} \quad (32)$$

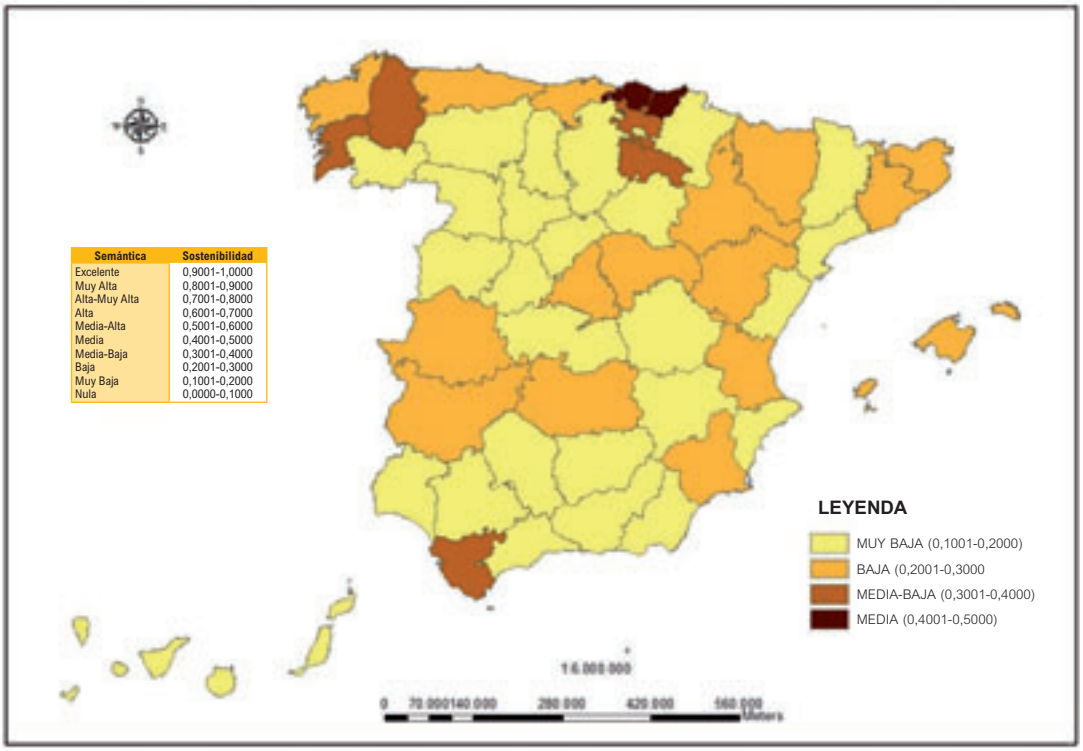
Para valores de DU<217,5 hab/Ha. Para valores superiores a 217,5 hab/Ha la sostenibilidad vale cero. SDUss y SDUsl representan la sostenibilidad para la densidad urbana sensu stricto y sensu lato respectivamente.

Tal y como está definido el indicador se considera sólo la rama izquierda de la función de sostenibilidad. Otros indicadores utilizados en el documento analizado se han descartado para este primer estudio:

– Concentración media anual de NOx: No hay datos de muchas ciudades por lo que se perdería capacidad de comparación.

– Índice de actividad económica: Es un indicador que parece un tanto sesgado ya que no recoge las actividades agrícolas ni ganaderas. Las ciudades con amplias superficies agrícolas a su alrededor van a presentar valores más pequeños que las ciudades con menos territorio agrícola.

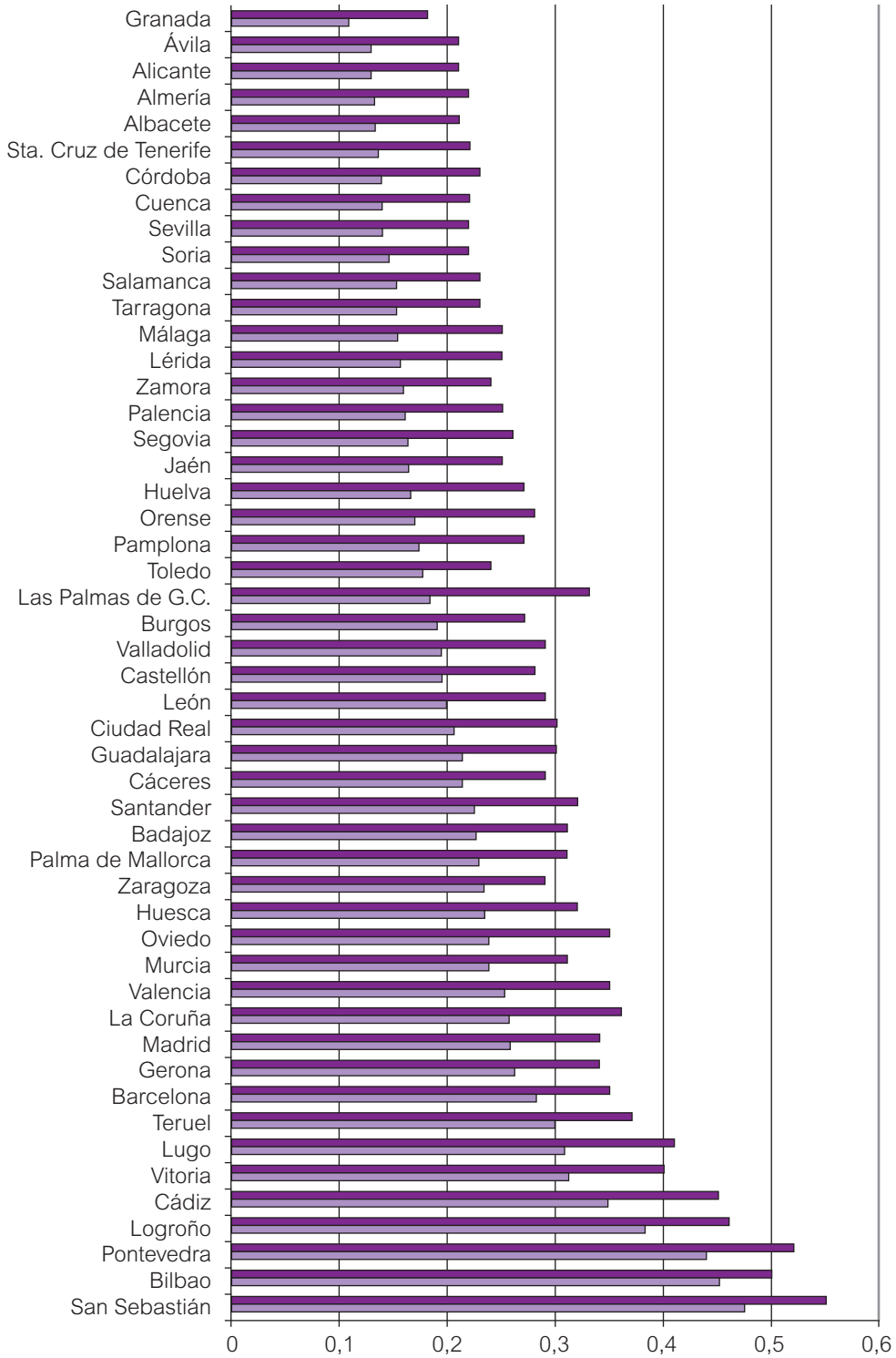
FIGURA 69. Resumen de los datos de sostenibilidad media sensu stricto obtenidos para cada capital de provincia



Fuente: Elaboración propia, a partir de Rivero Pallarés, Francisco, Rodríguez Mellado, Josefa María. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España".

La figura 70 (página siguiente) es una gráfica-resumen con los valores de sostenibilidad media sensu stricto (azul) y sensu lato (rojo) de cada una de las capitales de provincia.

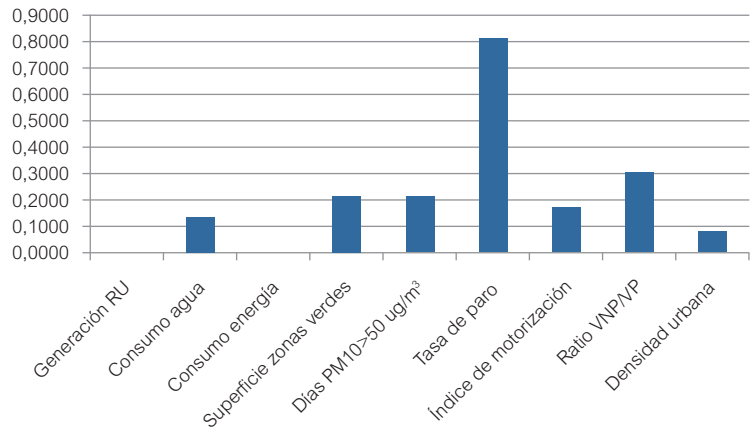
FIGURA 70. Gráfico-resumen de los datos de sostenibilidad media sensu stricto obtenidos para cada capital de provincia



Fuente: Rivero Pallarés, Francisco, Rodríguez Mellado, Josefa María. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España".

La figura 71 muestra los valores medios de sostenibilidad que obtiene cada indicador en el conjunto de las capitales de provincia.

FIGURA 71. Valores medios de sostenibilidad que alcanzan los diferentes indicadores analizados



Fuente: Rivero Pallarés, Francisco, Rodríguez Mellado, Josefa María. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España".

Puede observarse como la inmensa mayoría de las capitales de provincia de España (43 de 50) presentan una sostenibilidad baja (intervalo 0,2000-0,3000) o muy baja (intervalo 0,1000-0,2000), y que ninguna supera el valor de sostenibilidad de 0,5000 (sostenibilidad sensu stricto).

Los indicadores analizados que presentan sistemáticamente valores de sostenibilidad muy bajos, incluso el valor 0,0000, son los relacionados con el metabolismo urbano: Generación de residuos urbanos, Consumo de agua y Consumo de energía. Este resultado está en consonancia con los planteamientos establecidos en diferentes foros internacionales y que se resume en la frase "La batalla por la sostenibilidad se ganará o se perderá en las ciudades". Los resultados obtenidos inciden en el comportamiento de las ciudades como consumidoras insaciables de recursos, al tiempo que se abre la posibilidad de realizar unos planteamientos más ecológicos como base para futuras estrategias de sostenibilidad.

La generación de residuos urbanos y el consumo de energía alcanzan unos niveles claramente insostenibles. Se puede realizar la crítica fácil de que son una muestra de la sociedad consumista en la que estamos inmersos. La concienciación ciudadana es fundamental para reducir el valor de ambos indicadores, y que se aproximen a los valores considerados óptimos en este trabajo. Los ayuntamientos deben colaborar en todos los procesos que aumenten dicha concienciación. La Administración Central y la Autonómica deben legislar, y hacer que se cumpla la ley, para reducir tanto envase inútil que inunda los supermercados y las grandes superficies, que los cargamos los ciudadanos y termina siendo un Residuo Urbano. Hay que considerar que el mejor residuo es el que no se produce. Resulta totalmente absurdo que se considere un signo de desarrollo la producción de residuos urbanos. Es fundamental reducir en el origen.

El consumo de agua presenta unos valores ligeramente mejores de sostenibilidad. La distribución geográfica de los valores de este indicador se aproxima bastante a la clásica división entre España Húmeda y España Seca. La mayoría de las ciudades españolas presentan valores bajos de sostenibilidad a causa de las características climatológicas de la mayor parte de la Península Ibérica. Puede parecer que el indicador está definido de tal modo que el valor lo resulta un tanto irreal. Consideramos que los postulados establecidos para el indicador Consumo de Agua ponen de manifiesto que el agua es un bien escaso. El valor de lo definido para cada capital resalta la escasez de agua que hay en gran parte del territorio español. Los ayuntamientos deben fomentar todas las medidas de ahorro y, sobre todo, dar ejemplo evitando malgastar el agua de forma indiscriminada. Es fundamental, también, que las EDAR realicen el tratamiento terciario que permita reutilizar el agua depurada ya sea para usos industriales como para usos agrícolas.

La mayoría de las ciudades españolas presentan un claro déficit de zonas verdes, y, evidentemente, es el ayuntamiento quien debe establecer dichas zonas verdes. Hay que hacer una aclaración; las zonas

verdes deben ser zonas verdes próximas a los ciudadanos; es absurdo considerar los grnades parques periurbanos como zonas verdes ya que, normalmente, están lejos de la mayoría de los ciudadanos.

Los niveles de contaminación atmosférica de las ciudades españolas está directamente relacionado con el tráfico rodado. El gran número de vehículos circulando es una de las causas de la presencia de partículas en la atmósfera (PM10) y contribuye a que este indicador presente valores bajos de sostenibilidad en la mayoría de las ciudades.

Relacionado con la morfología urbana y con el consumo de energía está el Índice de motorización. Los Ayuntamientos deben procurar que la ciudad resultante tras la correspondiente revisión del Plan de Ordenación Urbana sea una ciudad más compacta, que prime el transporte público y el uso de la bicicleta. La conclusión a la que se llega es que hay demasiados vehículos privados moviéndose casi todos a la vez.

Las viviendas no principales (VNP) contribuyen a que la ciudad sea algo menos compacta. Existen demasiadas VNP en las ciudades españolas. En algunos casos pueden ser el resultado de la pérdida de población por migración, en muchos casos son el resultado de aspectos relacionados con el turismo; en otros muchos casos son el resultado de una especulación urbanística que nadie ha sabido o querido parar. La propia administración pública favorece este crecimiento del número de viviendas. Sólo por citar un ejemplo, el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía admite un crecimiento máximo de la población del 30% cada 8 años que equivale a decir que la población andaluza se duplicará en unos 20 años y, por tanto, habrá que construir las correspondientes viviendas. ¿Alguien en su sano juicio cree que en 20 años se va a duplicar la población andaluza?

La Densidad urbana es otro indicador con valores muy bajos de sostenibilidad. Este indicador está relacionado con la morfología urbana y, en cierta manera, mide el grado de compacidad de la ciudad. Se habla mucho de la ciudad compacta, mediterránea, etc., pero la realidad es que muy pocas capitales de provincia son realmente ciudades compactas, tal y como se deduce de los valores de sostenibilidad obtenidos. No conocemos ningún estudio que deduzca la densidad de viviendas a partir de unos postulados objetivos, ni que defina claramente qué se entiende por ciudad compacta. Los trabajos previos realizados por los autores mostraban cómo los barrios de Sevilla que se relacionan intuitivamente con una ciudad compacta y mediterránea alcanzan valores bajos de sostenibilidad para el indicador Densidad Urbana. Parece como si el concepto de ciudad compacta y mediterránea no cuadrara con la ciudad considerada “típicamente” mediterránea. Hay que plantear claramente que los ayuntamientos deben procurar que la ciudad resultante tras la correspondiente revisión del Plan de Ordenación Urbana sea una ciudad más compacta. Hay que estudiar con más La tasa de paro parece muy sostenible. No hay que olvidar que los datos son anteriores a la actual crisis económica y la tasa de paro era muy inferior a la actual. Una estimación actualizando datos produce un valor medio de sostenibilidad aproximado de 0,2000, y bajaría aún más el valor de sostenibilidad medio de las capitales de provincia.

5.2. ¿Las ciudades las más translimitadoras en recursos hídricos?

Cabe ahora intentar conocer el papel que juegan las ciudades en el conjunto del consumo hídrico, una vez incorporado el agua virtual, haciendo uso, por un lado de la muestra de ciudades que la fuente selecciona como “core cities in Spain”, a efectos de indicadores ambientales, y los datos ofrecidos por la publicación *“La “Huella Hídrica” española en el contexto del cambio climático”* (Mapfre 2010).

TABLA 35. La «Huella Hídrica» per cápita en España (2007).

	Población	hm³	m³/per cápita	España/municipio
ESPAÑA	45.197.684		2.325	
MADRID	3.099.834	8.125,05	2.621,1	1,13
BARCELONA	1.578.546	4.108,54	2.602,7	1,12
VALENCIA	785.732	1.806,57	2.299,2	0,99
SEVILLA	704.203	1.684,34	2.391,8	1,03
ZARAGOZA	638.799	1.372,43	2.148,5	0,92
MALAGA	547.731	1.335,42	2.438,1	1,05
MURCIA	398.815	1.020,02	2.557,6	1,1
LAS PALMAS	376.953	798,91	2.119,4	0,91
VALLADOLID	321.713	740,87	2.302,9	0,99
P.DE MALLORCA	368.974	863,53	2.340,4	1,01
SANTIAGO	92.298	217,43	2.355,7	1,01
VITORIA	223.702	586,16	2.620,3	1,13
OVIEDO	209.495	472,72	2.256,5	0,97
PAMPLONA	191.865	515,03	2.684,3	1,15
SANTANDER	183.799	429,35	2.336	1
TOLEDO	73.485	180,67	2.458,6	1,06
BADAJOZ	139.135	336,82	2.420,8	1,04
LOGROÑO	141.568	329	2324	1
BILBAO	352.317	914,01	2.594,3	1,12
CORDOBA	314.178	768,22	2.445,2	1,05
ALICANTE	310.330	724,35	2.334,1	1
VIGO	292.059	687,32	2.353,4	1,01
GIJON	271.039	610,32	2.251,8	0,97
HOSPITALET DE LL	250.536	652,19	2.603,2	1,12
SATA CRUZ DE T	219.446	471,51	2.148,6	0,92
Suma o Promedio	12.086.552	29.750,78	2.400,3	1

Fuente: Elaboración propia.

Llegados a este punto, debemos estudiar la relación entre el agua doméstica (suministrada) y el agua virtual, por lo que al ámbito urbano se refiere, y teniendo como muestra la relación de ciudades que la fuente de Eurostat toma como "core cities" en España. El primer hecho para dejar anotado es que de las 25 ciudades seleccionadas sólo siete están por debajo de la "Huella Hídrica" per cápita nacional, y aún estas están muy próximas al valor medio del país. Es decir que cabe esperar, aunque nos estemos moviendo sólo con una muestra, que las ciudades tiene una parte muy importante de la "Huella Hídrica" del país. El agua de consumo facturado, no parecen tener relación con ninguno de los atributos de las ciudades aquí contemplados. El agua de consumo, con el valor de la "Huella Hídrica", con la jerarquía urbana, con el tamaño medio de la vivienda, presentan un coeficiente de correlación relativamente débil. Así, no parece que el habitante de una gran ciudad consuma sensiblemente más recursos hídricos que el de una ciudad de tipo medio a pequeño. Más bien al contrario, por ejemplo, la correlación densidad de población, consumo per cápita es inversa, lo que podría dar a entender un hecho, y es que las aglomeraciones más densas son más eficientes en el uso del agua potable.

El tamaño medio de vivienda parece no tener mucha relación con el consumo de agua de "suministro", sin embargo si presenta relación con dos de los aspectos contemplados, a saber, jerarquía urbana y agua virtual. En el primero de los casos la relación es inversa, a mayor jerarquía urbana menor tamaño medio de superficie de vivienda. Esto tiene su lógica, en tanto que las ciudades mayores tiene una mayor presión sobre suelo y vivienda, que los rangos inferiores. Por otro lado, a mayor superficie media, mayor consumo de agua virtual. El valor negativo en los casos en los que se correlaciona la jerarquía, obedece a que el rango se ha tabulado de 1 a 5, siendo 1 el mayor puesto en la escala y 5 el menor.

Por otro lado, el valor per cápita del consumo urbano muestra una muy pequeña correlación con el volumen precipitaciones medias anuales (INM serie 1971-2000). Sin duda este consumo puede estar

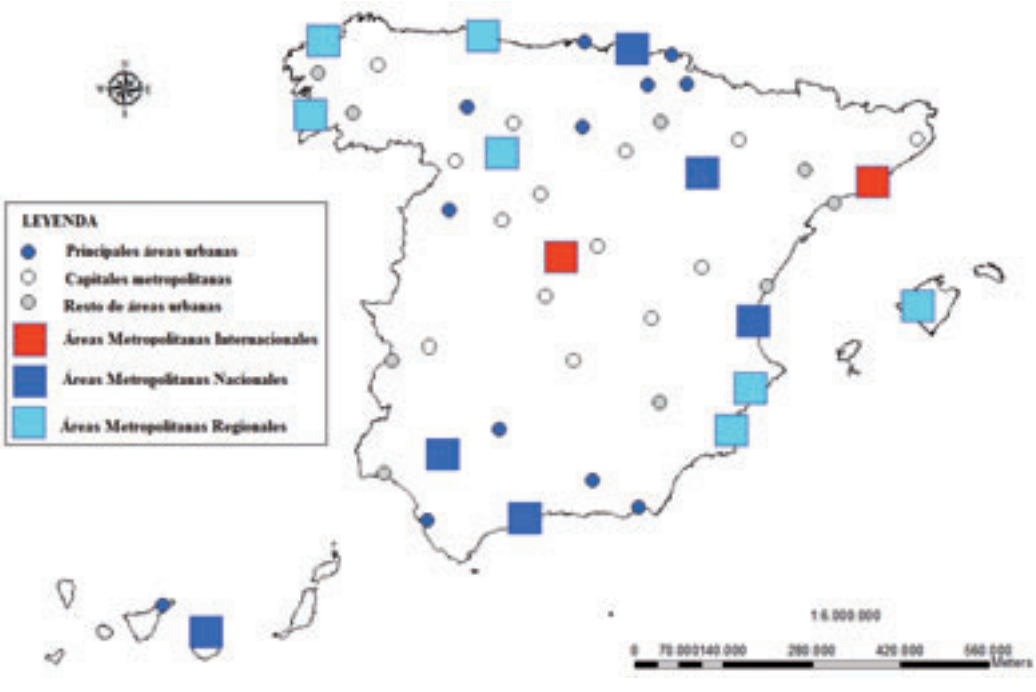
influenciado, por otras variables climáticas, pero desde luego, no lo parece estar significativamente, con relación al volumen de precipitaciones.

TABLA 36. Coeficiente de correlación: Agua y Ciudad

		–
Agua Virtual-Agua Doméstica	0,188	
Agua doméstica-Jerarquía Urbana		0,05
		–
Agua Virtual-Jerarquía Urbana	0,673	
m^2 vivienda-Agua Virtual		0,405
m^2 vivienda-Agua Doméstica		0,075
m^2 vivienda-Jerarquíca		0,405
		–
Hab/Km^2-Jerarquía	0,535	
		–
Hab/Km^2-Agua Doméstica	0,435	
		–
Precio-Jerarquía	0,139	
		–
Población-Jerarquía	0,658	
Km^2-Agua Virtual		0,199
Consumo-precipitaciones en mm		0,251
Población/«Huella Hídrica» per cápita		0,306

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 72. Jerarquía Urbana y "Huella Hídrica"



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 37. Consumo de agua (m^3 per cápita) en España

	Población	m^3/per cápita	Rango
ESPAÑA	**45.197.684**	**2.325**	
MADRID	3.099.834	2.621	1
BARCELONA	1.578.546	2.603	1
VALENCIA	785.732	2.299	2
SEVILLA	704.203	2.392	2
ZARAGOZA	638.799	2.148	2
MALAGA	547.731	2.438	2
MURCIA	398.815	2.558	3
LAS PALMAS	376.953	2.119	2
VALLADOLID	321.713	2.303	3
P.DE MALLORCA	368.974	2.340	3
SANTIAGO	92.298	2.356	5
VITORIA	223.702	2.620	4
OVIEDO	209.495	2.256	3
PAMPLONA	191.865	2.684	4
SANTANDER	183.799	2.336	4
TOLEDO	73.485	2.459	6
BADAJOZ	139.135	2.421	5
LOGROÑO	141.568	2.324	5
BILBAO	352.317	2.594	2
CORDOBA	314.178	2.445	4
ALICANTE	310.330	2.334	3
VIGO	292.059	2.353	3
GIJON	271.039	2.252	3
SANTA CRUZ DE T.	219.446	2.149	4
Promedio	**483.462**	**2.400**	**6**

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de "Huella Hídrica" per cápita en la muestra urbana arroja 2,400 m^3/hab/año para unos 480.000 habitantes, y puede observarse que este módulo demográfico y no tiene una relación plena con la huella expresada en su forma per cápita. Efectivamente, la población de Madrid es 6,5 veces la del promedio, por lo que la huella teórica debería ser de la de 17036 m^3/hab/año, frente a la de 2621 que da la fuente. En el caso de Barcelona, aplicando el mismo módulo, la huella teórica se situaría en 8499 m3/hab/año, frente a la 2603 que calcula la fuente. Puede quedar asentado, que la naturaleza de gran ciudad no conlleva en proporción un mayor derroche de recursos hídricos.

El Primer nivel de la jerarquía urbana, es el formado por ciudades como Madrid y Barcelona, que si bien su razón de ser es su centralidad nacional, tienen un posicionamiento y funciones internacionales que permite consideradas como metrópolis nacionales de rango internacional, y en puestos de cabeza del sistema urbano europeo. Estas son las que presentan un mayor consumo de agua virtual, y también son de las más elevadas en su medida per cápita. En ambos casos se trata de municipios centrales de unas áreas urbanas metropolitanas cuyo tamaño supera el millón de almas. Así, si bien en nuestros cálculos hemos empleado, el valor de unos 3000.000 millones de habitantes para Madrid, y 1600.000 para Barcelona, el conjunto de sus áreas metropolitanas, cuyo perfil respondería a unos tipos de espacios urbanos consolidados de antiguas épocas económicas, pero cuya mayor, y reciente expansión obedecen al modelo de la ciudad post-industrial, o meta-industrial o de servicios, la realidad demográfica es mucho mas abultada que la que aquí se ha considerado al restringirnos, por exigencia de fuente, solo al municipio principal.

Tómese en consideración que estas dos provincias, suponen más del 30 % de PIB nacional. Si se tiene en cuenta el Producto interior Bruto de las provincias de ambas ciudades resulta que cada hm3/año, genera en Madrid 6,4 Euros, y en Barcelona, 19,6, euros de PIB. En cualquier caso esta extrapolación del valor provincial no tiene gran valor de aproximación, salvo en aquellos casos de provincias presididas por una gran y única ciudad.

El segundo nivel está formado por las ciudades que ostenta una centralidad regional, pero con funciones de alcance nacional. Esto es, se tratan de ciudades cabeceras de regiones, pero cuyo perfil actual supera el de las propias regiones. Su dinámica y el alcance de sus relaciones rebasa con creces al de su propio territorio, ocupando un lugar destacado en nuestro sistema urbano nacional. Se trata de Valencia, Sevilla, Zaragoza, Málaga, Las Palmas y Bilbao, y que en un rango desde los 360.000 a los cerca de 800.000 habitantes. Es cierto que en este escalón hay diferencias importantes de tamaño, pues va desde 1 a casi 3 la variabilidad del tamaño. Es bien conocido por la geografía urbana, que, ni las características, ni las llamadas "patologías urbanas" de una ciudad de 1000.000 de habitantes sean el simple sumatorio de tres ciudades 300.000, ¿ocurrirá lo mismo con la "Huella Hídrica"?

Con relación al grupo anterior se produce un descenso significativo de la "Huella Hídrica", en ese sentido parece que son mejores muchas pequeñas ciudades que pocas y grandes. Como no podía ser de otro modo, el valor de la "Huella Hídrica" de estas ciudades se encuentra a mucha distancia de las de Madrid o de Barcelona, pero esto solo es un efecto del diferencial de población. Si se vuelve a mirar el valor per cápita, hay un descenso de la huella, pero no en la proporción en que lo hay de población. Nótese como Bilbao, tiene una huella casi similar a la de Barcelona. Es de destacar el caso de Zaragoza y Las Palmas, especialmente la primera, que con unas poblaciones muy desiguales, la huella es muy similar.

En las otras categorías, se produce un decrecimiento de la "Huella Hídrica" en cierta consonancia con el descenso de la categoría urbana. Quizás, llame especialmente la atención el caso de Murcia, que presenta un valor bastante elevado en relación con el conjunto de ciudades de su rango, caso que merecería un estudio aparte, para conocer si hay fundamentos explicativos u obedece a errores de fuentes.

Puede, por tanto dejarse afirmado que la "Huella Hídrica" de producción es tanto más elevada cuanto mayor es el puesto de la ciudad en la jerarquía urbana en nuestro modelo territorial, a nivel total, y con una relación no muy clara en cuanto al rango en el sistema urbano nacional.

En este caso, si que parece una consecuencia cuasi directa del tamaño e importancia de la población, ya que si se relaciona jerarquía con "Huella Hídrica" per cápita, la relación no es tan ajustada. Por ejemplo la "Huella Hídrica" de Pamplona, ubicada en la jerarquía 4, su "Huella Hídrica" es la mayor de todas (1,15 la media de España).

Las veinticinco ciudades seleccionadas, son tan solo una parte, de las ciudades Españolas, cuyo umbral de selección no ha sido estrictamente el tamaño de población, ya que hay ciudades mayores de 100.000 habitantes que no aparecen, y otras menores que si lo hacen en tanto tienen carácter de capitalidad administrativa.

Por todo lo expuesto hasta aquí, las ciudades serían las principales protagonistas de la translimitación hídrica de nuestro país y causantes de una importante "Huella Hídrica". No obstante habría que añadir dos aspectos más en su favor; el nivel de eficiencia, y el valor del agua virtual transferida.

El segundo de los aspectos es, prácticamente, hoy por hoy, de un cálculo imposible. En una economía exportadora de bienes de base agropecuaria, e incluso industrial de base, hay ciertas posibilidades de atribuir a esa producción exportada, una "Huella Hídrica", pues la mayoría de las metodologías de cálculo se están estableciendo en esas ramas de actividad. Sin embargo no parece existir, todavía, un cálculo de ese mismo valor para la producción –exportación– del sector servicios, preponderante en los espacios urbanos, y especialmente los productos derivados de servicios avanzados.

Ante la falta de datos macroeconómicos desagregados a nivel municipal, hemos optado por hacer uso del indicador llamado Índice de Actividad Económica, en adelante IAE. El Índice de Actividad económica es un parámetro utilizado en el Anuario Económico de España 2010, realizado por la Caixa. Dicho índice se establece con base en el impuesto correspondiente al total de actividades económicas empresariales (industriales, comerciales y de servicios) y profesionales, a excepción de las agrarias, las cuales no están sujetas al impuesto de actividades económicas. La expresión de este índice es en tantos por 100.000, siendo 100.000, el valor que lo fuere en el año de referencia, del total del país.

En este caso, sí que parece haber una correlación importante entre el valor del IAE y "Huella Hídrica" anual per cápita (r^2=0,944, r = 0,972), en la serie de las ciudades consideradas.

TABLA 38. “Huella Hídrica” y Actividad Económica

	Habitantes	IAE	H.H.	E.E.H.H.
ESPAÑA	**45.197.684**	**100.000**	**101.434**	**1,00**
BARCELONA	1.578.546	9.196	4.108,54	2,24
PAMPLONA	191.865	1.121	515,03	2,18
VALENCIA	785.732	3.629	1.806,57	2,01
OVIEDO	209.495	872	472,72	1,84
SANTIAGO DE C.	92.298	401	217,43	1,84
LAS PALMAS	376.953	1.326	798,91	1,66
P. DE MALLORCA	368.974	1.430	863,53	1,66
BILBAO	352.317	1.478	914,01	1,62
SANTA CRUZ DE T	219.446	758	471,51	1,61
SEVILLA	704.203	2.632	1.684,34	1,56
SANTANDER	183.799	661	429,35	1,54
MADRID	3.099.834	12.020	8.125,05	1,48
ZARAGOZA	638.799	1.953	1.372,43	1,42
ALICANTE	310.330	1.021	724,35	1,41
TOLEDO	73.485	253	180,67	1,4
LOGROÑO	141.568	440	329	1,34
VALLADOLID	321.713	960	740,87	1,3
CORDOBA	314.178	897	768,22	1,17
BADAJOZ	139.135	392	336,82	1,16
MALAGA	547.731	1.509	1.335,42	1,13
VIGO	292.059	775	687,32	1,13
MURCIA	398.815	1.099	1.020,02	1,08
GIJON	271.039	638	610,32	1,05
VITORIA	223.702	496	586,16	0,85
Promedios-sumas		46.231	29.750,8	1,4272
Coef. Correlación	**IAE-Huella H.**		**0,972**	

Fuente: Elaboración propia.

La serie de ciudades seleccionadas aportan más del 46 % de la actividad económica que refleja el índice total del país, por lo que si bien algunas de estas ciudades superan con creces la media de “Huella Hídrica” per cápita nacional, la mayoría de ellas se encuentran muy por debajo de este valor.

Una cuestión es si ese consumo de agua virtual tiene una correspondencia justa con la intensidad de la vida económica, término al que podríamos llamar la *eficiencia económica* de los diferentes consumos de agua virtual. Es decir, cuanto cuesta hídricamente la obtención de los diferentes valores del indicador de actividad económica.

Así, para conseguir un valor de 46% de la actividad, la “Huella Hídrica” es de 29750,8 hm^3/año. O lo que es lo mismo, que cada hm^3, genera en el conjunto de ciudades 1,55 puntos, frente al 1 del conjunto del país. En ese sentido, las ciudades más eficientes en el balance actividad económica-“Huella Hídrica”, serían Barcelona, Pamplona y Valencia, las cuales duplicarían la eficacia hídrica de la media nacional.

Sean o no ciertas estas aseveraciones, no cabe duda que son una pista para futuras indagaciones, y mejoras de fuentes y metodologías de cálculo de la huella virtual.

De ser ciertas, y de cara a un desarrollo sostenible, y mitigación de la translimitación de huella ecológica urbana, deberían de plantear de objetivos de incremento del valor de la actividad, con el decrecimiento del valor de la huella, esto es conseguir una mayor eficiencia del sistema productivo urbano en cuanto a recurso hídrico, propio e importado, se refiere.

Como queda en evidencia a este respecto tampoco hay un comportamiento uniforme entre las ciudades. Es más, puede verse como se deshace ese comportamiento gemelo de las dos grandes ciudades como Barcelona y Madrid, al incluir esta variable nueva. Efectivamente, Barcelona se muestra como la mayor eficacia productiva en cuanto a ese consumo, frente a Madrid, que se halla 0,48 puntos por encima del valor medio. Es de señalar, como el valor de Madrid, 1,48, parte en dos grupos casi de igual

número, por arriba y por debajo, predominando en el grupo más eficiente las ciudades mayores ,y en el grupo de mayores causantes de huella las de menor tamaño y categoría en relación con su actividad económica, con puntuales excepciones en uno y otro grupo.

En este sentido se vuelve a revelar que las mayores aglomeraciones, si bien son causantes, en proporción de mayor gasto de recursos hídricos, de cara a la huella, al agua virtual, son las de mayor eficiencia económica.

En cualquier caso queda mucho por explorar, en el campo de la explicación causal de estas aproximaciones estadísticas. Las cifras muchas veces, en lógica aplastante pueden mostrar disparates, si lo que se pide es un comportamiento de la realidad geográfica moldeable en tablas, como se podrá ver en el siguiente acercamiento a un caso Madrid.

5.3. Estudio de caso: acercamiento a la ciudad región de Madrid

El caso de Madrid podría valer como ejemplo de una gran aglomeración y su comportamiento en cuanto al consumo de agua, "Huella Hídrica"-comercio de agua virtual. En cuanto a la relación entre patrón del modelo urbano madrileño y el enjuiciamiento de su sostenibilidad puede consultarse el trabajo *"El modelo metropolitano madrileño; enjuiciamiento desde la perspectiva del V Programa de Acción de la C.E. en materia de Medio Ambiente* (20). Efectivamente, Madrid constituye la mayor aglomeración urbana del país, que adopta la forma de "ciudad región", esto es, una gran ciudad formado por un aglomerado urbano central, a modo de área metropolitana, una ciudad dispersa, de más difícil delimitación, y un medio rururbano complejo. Aunque la delimitación funcional de esta ciudad región es causa de debate y polémica, puede acordarse que a los presentes efectos se considere como territorio el que hoy lo es de la Comunidad Autónoma de Madrid.

El territorio de Madrid es, además de fisiográficamente variado, los procesos de urbanización han generado un espacio económico y social igualmente contrastado, de manera que uno y otro componente de heterogeneidad se traducen en los consumos de agua. No se dispone en la comunidad de Madrid de una comarcalización similar a la de otras comunidades autónomas, aunque sí de una zonificación estadística equivalente a las NUTs 4, en la nomenclatura estadística europea. De aquí, la importancia que tiene a la hora de valorar la "Huella Hídrica" madrileña, la compleja realidad de su abastecimiento y saneamientos urbanos.

5.4. Abastecimiento y saneamientos urbanos: Madrid Comunidad vs. Ciudad

En la actualidad, la Comunidad de Madrid cuenta con uno de los sistemas de abastecimiento urbano más complejo de Europa. Las aguas de los ríos de la región, que bajan desde la sierra, son almacenadas en distintos embalses al pie de las montañas y conducidas desde allí a los núcleos de población mediante una gran red de conducciones. El sistema de abastecimiento del Canal de Isabel II consta de 14 embalses, con una capacidad total de almacenamiento de casi 1.000 hm^3 y una superficie máxima de embalse de 5.000 hectáreas.

Así, pues, el agua procede de la regulación artificial de las cuencas hidrográficas de la sierra Madrileña, e incluso de lugares más alejados, y de las captaciones de aguas subterráneas que se realizan en la cuenca terciaria. Este agua es conducida por una extensa red de tuberías a las estaciones de tratamiento de aguas potables, de aquí a los depósitos de regulación y de estos a los usuarios. Una vez utilizada el agua, ésta se envía a través de la red de saneamiento a las estaciones regeneradoras de aguas residuales y de aquí se vierte nuevamente a los cauces del Manzanares y Jarama.

El informe de la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo sostenible (Agenda 21 de Río de Janeiro) establece en su capítulo 18 los criterios para la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, proponiendo los siguientes programas de acción:

- Ordenación y aprovechamiento integrados de los recursos hídricos
- Evaluación de los recursos hídricos.
- Protección de los recursos de agua dulce, la calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos.
- Abastecimiento de agua potable y saneamiento
- El agua y el desarrollo urbano sostenible
- El agua para la producción de alimentos y el desarrollo rural sostenibles.

– El agua es fuente de vida, factor clave del equilibrio ecológico y de la salud humana, es, además, un recurso sobre el que se basa el desarrollo económico y social de la humanidad. Es un bien escaso en su régimen natural y es un bien con límites en su capacidad de regulación artificial. Es por todo ello, que su uso y gestión debe estar pensado para proporcionar la cantidad y calidad "requeridas" pero sin comprometer en ningún momento el equilibrio ambiental ni su disponibilidad a las generaciones futuras.

Entender el ciclo integral del agua en la ciudad sostenible, es entender del desarrollo de la sociedad del futuro y entender que la calidad del medio natural es un reflejo de nuestra futura calidad de vida. En este sentido, el diagnóstico del ciclo del agua de la ciudad, se refiere al origen del mismo en la ciudad, su uso y consumo por parte de la población y su posterior devolución al medio natural. Hoy en día el agua se encuentra al alcance de la mayor parte de la población, aunque hasta hace poco la realidad era bien distinta. El agua se ha convertido en un bien tan accesible en la sociedad actual que a veces olvidamos por qué sale a través de un grifo, o donde va una vez escapa por el desagüe.

En el abastecimiento de agua a Madrid, la Confederación Hidrográfica del Tajo, ha venido desempeñando desde sus comienzos un papel fundamental en la interacción de los habitantes que pueblan la cuenca, con las aguas del río Tajo, tratando en todo momento de dar cobertura a las principales necesidades de las personas y garantizando las adecuadas condiciones de calidad del agua antes y después de su consumo por los hombres. En este sentido, conviene recordar el llamado Ciclo Integral del Agua o Ciclo del Aprovechamiento Integral del Agua, del que surgen las nociones de abastecimiento y saneamiento, como etapas fundamentales del mismo.

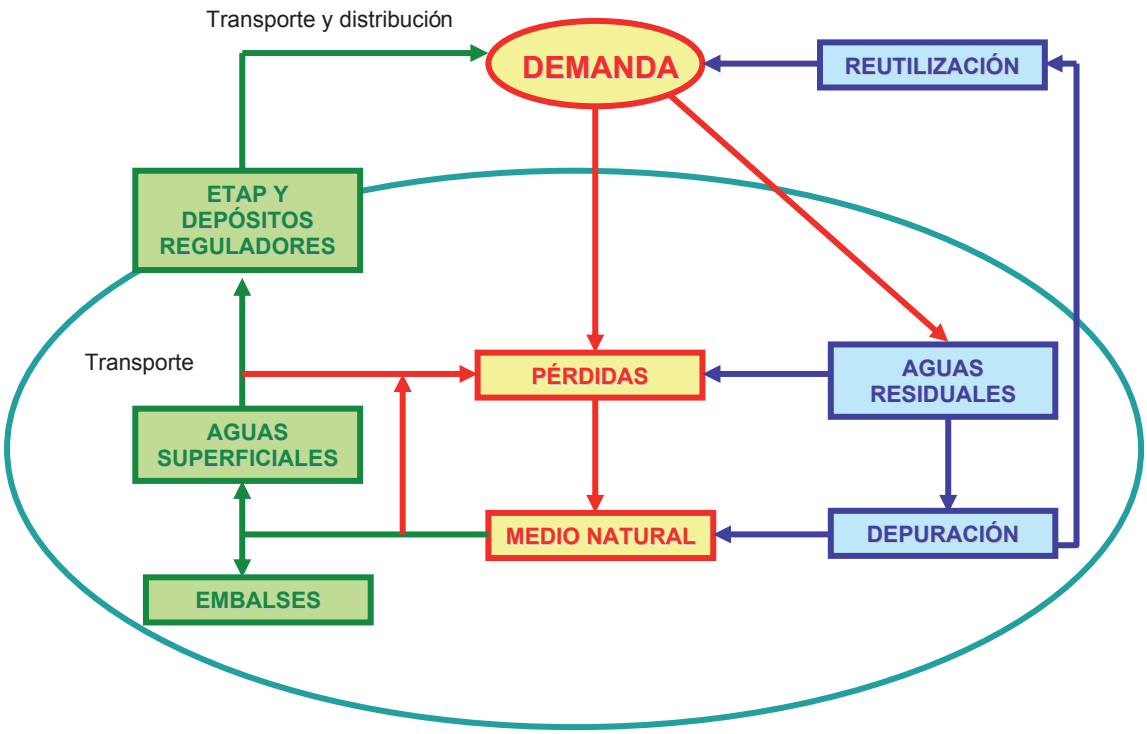
El Ciclo Integral del Agua a estos efectos, abarca distintas fases desde que el agua es tomada de su lugar de origen, hasta su puesta a disposición de las personas para su utilización y, posteriormente, su devolución al medio natural, una vez ha sido disfrutada, en el mismo estado en que fue captada, evitando interferencias negativas en el Ciclo Hidrológico. Es importante no confundir los conceptos Ciclo Hidrológico y Ciclo del Aprovechamiento Integral del Agua. Mientras que el primero alude a procesos exclusivamente naturales; lluvia, escorrentía y evaporación; el segundo se caracteriza por la participación del ser humano en su desarrollo. Este proceso comprende dos etapas; el abastecimiento y el saneamiento. Dentro de la primera etapa se pueden reseñar las siguientes fases: captación, aducción, tratamiento y distribución.

En la segunda etapa se señalarán: evacuación de las aguas utilizadas mediante redes de alcantarillado, depuración en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) y devolución de las mismas a un cauce natural. Tanto en una como en otra etapa la intervención de los organismos de cuenca, y en particular la Confederación Hidrográfica Del Tajo ha sido y continúa siendo fundamental (Gómez Manpaso, R. y Sánchez Segura, T. 2005).

El abastecimiento incluye los servicios de aducción y de distribución. En general, suele ser asumido por los Ayuntamientos, pero por razones históricas, en el caso de Madrid, se encomienda la gestión integral al Canal de Isabel Segunda (CYII), ente dependiente de la Comunidad Autónoma. El Municipio de Madrid dispone de una red de infraestructuras y de distribución bien desarrollada que además de ofrecer un buen servicio, eleva las garantías de suministro y el control de la demanda. El servicio de abastecimiento es gestionado por el Canal de Isabel II, el cual cuenta de profesionales expertos en la gestión del agua, a todos los niveles, y con un alto grado de especialización, lo que redunda en la calidad del servicio. El conocimiento que se tiene del sistema sus combinaciones y alternativas permite una gran flexibilidad en la gestión del recurso.

Todas estas infraestructuras aseguran el suministro de agua a la red de distribución del Municipio de Madrid.

FIGURA 73. El Ciclo del Agua en la Ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de pozos para la captación de aguas subterráneas se agrupan en dos tipos de sistemas, los sistemas generales y los sistemas locales, la diferencia básica entre ambos es que los primeros se encuentran conectados a la red general de distribución y los segundos sirven directamente a depósitos de poblaciones concretas.

Entre los sistemas de captación de aguas subterráneas, existe un elevado número de pozos dentro del término municipal de Madrid (en el registro de la Confederación Hidrográfica del Tajo aparecen más de 200 captaciones), explotados por particulares, empresas y el propio Ayuntamiento de Madrid. El volumen de agua correspondiente al conjunto de todos estos pozos es del orden de 25,4 hm^3/año si se incluyen los gestionados por el Canal de Isabel II, excluyendo estos, el volumen total explotable (concedido o autorizado por la Confederación Hidrográfica del Tajo) es de 2,8 hm^3, de los cuales 1,3 hm^3 corresponden a concesiones dadas al Ayuntamiento de Madrid y, 1,5 hm^3 a particulares e industrias (ver Tablas 39 y 40).

TABLA 39. Volúmenes de aguas subterráneas dentro del término Municipal de Madrid según sea su beneficiario

Beneficiario de la concesión o autorización de aguas subterráneas (2001)	Volumen concedido hm^3/año
CYII	22,6
Ayuntamiento de Madrid	1,23
Comunidades de propietarios y particulares	0,47
Industria	1,1

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT).

En ambos se pone de manifiesto la enorme complejidad, no exenta de flexibilidad, que caracteriza al sistema de aducción de agua, en la Comunidad y en el Municipio de Madrid.

TABLA 40. Embalses extramunicipales para el abastecimiento del agua

Denominación	Río	Fecha	Capacidad	Superficie
El Villar	Lozoya	1879	22,4	136
Puentes Viejas	Lozoya	0939	53	292
Riosequillo	Lozoya	1958	50	326
El Vado	Jarama	1960	55,7	260
Pinilla	Lozoya	1967	38,1	446
Pedrezuela	Guadalix	1968	40,9	396
Navalmedio	Navalmedio	1969	0,7	8
La Jarosa	La Jarosa	1969	7,2	61
Navacerrada	Sambueriel	1969	11	93
Manzanares	Manzanares	1971	91,2	1.044
El Atazar	Lozoya	1972	425,3	1.069
Valmayor	Aulencia	1976	124,4	755
Los Morales	Los Morales	1988	2,3	33
La Aceña	Aceña	1991	23,7	115

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del Canal de Isabel II.

La Comunidad Autónoma de Madrid aporta el 100% de su población a la cuenca del Tajo, constituyendo ésta el 82% de la población a abastecer por dicha cuenca. A tan desigual distribución de la población a lo largo de la cuenca, que ya de por sí podría constituir una complicación a la hora de abastecer los distintos núcleos, se une el hecho de que estas áreas más pobladas son al mismo tiempo las que soportan menores valores de lluvia total, existiendo por tanto un fuerte desequilibrio entre los recursos generados y las demandas. La existencia de la Confederación Hidrográfica del Tajo viene en gran parte motivada por la necesidad de garantizar un adecuado abastecimiento a los distintos núcleos con independencia de la distribución de la población o los índices pluviométricos de las áreas de influencia del Tajo. El trabajo realizado por la Confederación Hidrográfica del Tajo a lo largo de toda su historia ha estado siempre destinado a cubrir las necesidades de la población de la cuenca garantizando unos niveles admisibles de calidad. Situaciones como los aumentos rápidos de población, las grandes sequías, la creación de nuevos asentamientos urbanos, han sido tenidos en cuenta por esta institución, actuando en consecuencia con el objetivo de hacer llegar un abastecimiento de agua adecuado a las personas que conforman la población de la cuenca del río Tajo en su parte española.

En el municipio de Madrid, por su parte, la red municipal de distribución de agua potable está constituida por algo más de 200 Km de tuberías de diversos materiales, tal y como puede observarse en la siguiente Tabla 41:

TABLA 41. Red de distribución de agua potable

Material de la tubería	Longitud (m)
Pretensada	108.250
Acero al carbono revestido de Hormigón	42.825
Acero al carbono sin revestir	11.597
Acero inoxidable	1.875
Poliéster de fibra de vidrio	3.249
Galvanizada	1.372
PVC	15.838

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del Ayuntamiento de Madrid.

Con una distribución de diámetros que van desde los 40 mm y los 2.000 mm, existen más de 33 referencias o diámetros, lo cual, junto con la gran variedad de materiales empleados, da una idea de la complejidad de la red, y de lo complicado que es su mantenimiento. Además, en la red se han instalado 86.527 bocas de riego, 4.317 hidrantes, 1.870 fuentes, 102.188 difusores y 39.721 aspersores. Este sistema se completa con las acometidas y las redes de distribución interna de abastecimiento de las viviendas. Los datos aportados relativos al agua facturada en el municipio de Madrid no reflejan la

realidad del agua que realmente se deriva. El otro organismo encargado, tal y como hemos comentado anteriormente, de la distribución de agua de Madrid es el Canal de Isabel II. Éste deriva volúmenes de agua bastante superiores a los finalmente facturados, es decir, del total de agua derivada solo una parte es facturada. Al conjunto de causas que dan lugar a esta diferencia se les denomina pérdidas. Como podemos observar en la Tabla 42 adjunta, las pérdidas se sitúan en torno al 25% para el conjunto de la Comunidad de Madrid. Como dato comparativo, en el conjunto nacional el porcentaje de pérdidas se sitúa en el entorno del 30% según datos del Libro Blanco del Agua, en España.

TABLA 42. Pérdidas del agua derivada a los sistemas de abastecimiento en la Comunidad de Madrid

Año	Agua Derivada hm^3	Agua Facturada hm^3	% de pérdidas
1992	522	398	23,7
1993	476	364	23,5
1994	482	368	23,6
1995	496	373	24,7
1996	490	369	24,7

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Canal de Isabel II.

Estas pérdidas tienen su origen en varios factores, entre otros:
– Pérdidas en el suministro
– Roturas en la red
– Roturas en las acometidas
– Captaciones ilegales y errores de medida.

Si la dotación de agua facturada del año 1999 en Madrid fue de 224 Lt/Hab/día se debe incrementar a esta cifra un 20% de media de pérdidas. Por lo tanto el consumo per cápita del municipio ese año asciende a 269 Lt/Hab/día. Una de las causas de las pérdidas es el mal estado de algunas de las redes de distribución que provoca fugas continuas en uniones no herméticas y en ocasiones roturas completas de las conducciones. En el caso de Madrid las pérdidas por fugas pueden llegar al 12% del total de las pérdidas (huelga decir que en épocas de sequía como la actual, este es un fenómeno que adquiere relativa importancia). Por lo tanto uno de los retos futuros en Madrid para disminuir el consumo de agua será actuar sobre las pérdidas de la red de distribución. El establecimiento de objetivos de reducción de pérdidas y evaluación del seguimiento del mismo sería una de las medidas de control para este fenómeno (cuestión que juega un papel fundamental a la hora de tratar de la "Huella Hídrica" de la ciudad de Madrid).

5.5. La compleja realidad de la "Huella Hídrica" de la ciudad de Madrid

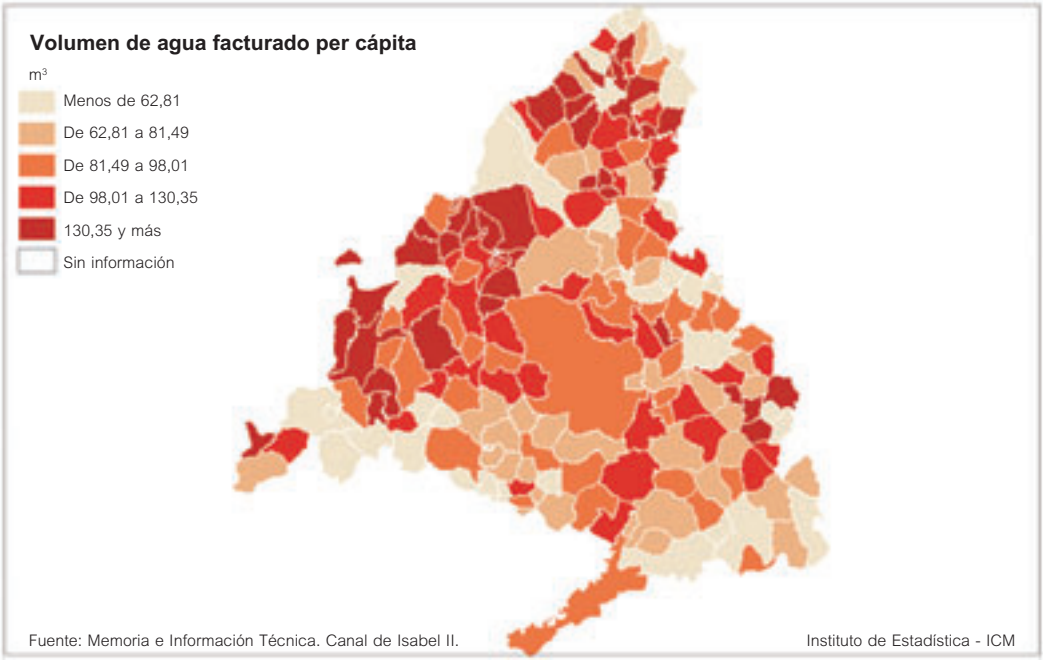
En la Comunidad de Madrid se manifiestan importantes diferencias del consumo por un lado entre las diferentes zonas estadísticas, diferencias que se acrecientan si se desciende a nivel municipal.

TABLA 43. Volumen de agua facturado per cápita y PIB per cápita (2005)

Zonas Estadísticas	m3/hab/año	Xi /Xmedia	PIB/hab/m³ (miles de €)
Municipio de Madrid	83,09	1,02	406,15
Norte Metropolitano	*91,44*	*1,12*	*508,63*
Este Metropolitano	*55,65*	*0,68*	*371,77*
Sur Metropolitano	*73,88*	*0,91*	*218,99*
Oeste Metropolitano	*105,79*	*1,30*	*234,89*
CORONA METROPOLITANA	81,69	1,00	348,09
Sierra Sur	*79,46*	*0,98*	*198,06*
Sierra Central	*122,70*	*1,51*	*113,53*
Sierra Norte	*99,97*	*1,23*	*182,87*
SIERRA	100,71	1,24	164,82
Nordeste Comunidad	*83,80*	*1,03*	*251,16*
Sudeste Comunidad	*93,99*	*1,15*	*203,14*
Sudoeste Comunidad	*55,59*	*0,68*	*346,95*
RESTO COMUNIDAD	77,79	0,96	267,08
Comunidad de Madrid	81,39	1,00	342,99

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 74. Volumen de agua facturada per cápita en la Comunidad de Madrid



Fuente: Canal de Isabel II.

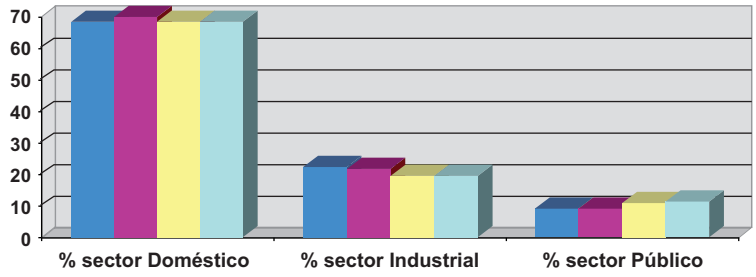
El municipio de Madrid presenta un consumo ligeramente superior al valor medio de la Comunidad; la Corona Metropolitana y Resto de Comunidad parecen estar en, o cerca del valor medio, y lo que sorprende es que la Sierra se muestra como la de mayor consumo per cápita. Las variaciones son mayores por áreas estadísticas específicas, de forma que llaman la atención los grandes consumos de Sierra Central y Oeste Metropolitano, principalmente. La explicación habría que buscarla en la forma en que se ha producido la urbanización de ambos sectores. Tanto el Oeste Metropolitano, como la Sierra Central, han sido generado en fases antiguas de expansión urbana de Madrid, ligadas a la segunda residencia, más tarde en la una suburbanización, en la forma de gran parcelario, que se añade y sobreimpone a

los antiguos municipios rurales. Se produce así una coexistencia de tipologías de origen, naturaleza, y épocas muy diferentes, que dan lugar a unas trazas urbanas, todas distintas, pero todos con prácticamente los mismos componentes, y a la postre, el "cárnico" (Colmenar Viejo), serrano y ganadero, y mas cosas, o el cerealístico Navalcarnero, en la llanura y agrícola, y mas cosas, en ambos extremos de la comunidad en dos ámbitos geográficos naturales contrastados, viene y dan un mismo perfil consumidor de agua per cápita. Si bien en la Figura 74 aparecen en distintos, por aquellos de las décimas.

El municipio de Madrid por tanto afronta el reto de establecer una política de gestión de la demanda, a largo plazo, orientada a la reducción del consumo. Tal política, constante en el tiempo debe tener como objetivo invertir la tendencia observada en los últimos años. Para lograr esta política es necesario actuar en varios frentes cuyas competencias corresponden a diferentes administraciones. Las competencias sobre el abastecimiento de agua corresponden a la Comunidad Autónoma a través de la gestión que realiza el Canal de Isabel II, motivo por el cual, el municipio de Madrid carece de poder de acción en el control de la oferta, entendiendo por tal, las infraestructuras necesarias y su correcta gestión. Sin embargo el Ayuntamiento tiene competencias para poder normalizar aspectos relativos a la edificación y al fomento de adopción de equipamiento ahorrador de agua, que pueden ayudar a reducir el consumo. Esta complejidad en la gestión puede transformarse en una oportunidad si se incrementa la cooperación y coordinación entre Ayuntamiento y Canal de Isabel II, ya que uno conoce sus necesidades y el otro tiene un profundo conocimiento de los servicios.

La elaboración de planes de acción conjunta sobre la demanda, las campañas de sensibilización y educación ambiental se potencian en estos casos de cooperación. La distribución del agua facturada por sectores en el municipio de Madrid permite diferenciar las estrategias que de forma prioritaria pueden impulsarse para reducir el consumo.

FIGURA 75. Evolución del agua facturada por sectores en el Municipio de Madrid



Fuente: Elaboración propia, a través de datos del Ayuntamiento de Madrid.

A la vista de los datos puede observarse la importante contribución del sector doméstico, cuyo consumo se incrementa anualmente en cantidad total. El uso industrial se reduce, en todos los conceptos, lo que da idea del esfuerzo de la industria por introducir sistemas ahorradores de agua. Sin embargo el sector público ha incrementado de forma importante el consumo, siendo el incremento mayor que en el sector doméstico. Los usos del agua en el sector publico son para riego de zonas verdes, limpieza y baldeo de calles y centros públicos.

Si se incorpora al incorporamos al cuadro de consumo, el valor de PIB per cápita, se revelan hechos importantes, y viene a argumentar y verificar la afirmación anterior.

El primer hecho es que no necesariamente el mayor consumo genera mayor productividad económica. Esto parece querer decir, que las cifras más abultadas del consumo las arrojan áreas más netamente residenciales, mientras que las de menores consumos obedecen a espacios de mayor producción, al menos, en lo que de ello el PIB pueda ser indicativo.

No deja de ser significativo que donde mayor PIB se genera por m^3 de agua gastado, es en Norte Metropolitano, Madrid municipio, y Este Metropolitano, tres zonas de las de menor consumo por habitante.

Norte Metropolitano (eje Burgos) y Este Metropolitano, (Henares) dos de los ámbitos más industriales de Madrid, no tanto en la industria tradicional, si no en sectores más avanzados.

Por el contrario, Sierra Central y Sierra en su conjunto se encuentran entre las zonas estadísticas más derrochadoras de agua por euro generado, ya que no llegan ni al valor medio de la comunidad.

Esto no significa que se pueda demonizar a la Sierra por una translimitación ecológico-hídrica, habida cuenta que su valor general ambiental, y en otros niveles bien pueden disculpar este indicador negativo. Además de otros recursos naturales y factores de calidad ambiental, que aporta a esta comunidad urbana, no hay que olvidar que es, precisamente la sierra la principal zona de acopio de agua para Madrid.

Los valores municipales de consumo per cápita, tienen, como no podría ser de otra manera, dado el desigual mosaico del mapa municipal de la Comunidad, muy dispersos, desde los cuarenta m^3/hab/año, hasta casi los doscientos. En algunos casos se supera puntualmente ese valor máximo debido a multitud de causas. Por ejemplo, Gascones, ha tenido una facturación desde 1996 entre 700-1300 m^3/hab/año. Un pueblo de un centenar de habitantes, que en el año 2004, tiene un facturación de agua per cápita de "Menos 5.750,36 m^3 per cápita". Tampoco es la fuente fiable en su totalidad, ya que existen municipios que no pertenecen al Canal de Isabel II, o que por diferentes convenios, no es este el que factura.

Pero no se trata tanto de analizar el consumo municipal de Madrid, como de comparar como de comparar ambas imágenes cartográficas, por un lado la del consumo de agua real, –con su errática propia de los pequeños números municipales– y por otro la del agua virtual, entre los que hay consonancias y disonancias señaladas.

Los municipios de menor consumo se encuentran diseminados por la comunidad, aunque predominan principalmente en el Sudeste, en la Sierra sur, y las periferia de la Sierra Norte, y de los municipios mas poblados del corredor del Henares, esto es, donde hay una preeminencia de economía y paisaje rural, bien en la forma de secanos, zonas de montaña, con pequeñas áreas regadas.

Por el contrario, el municipio de Madrid no destaca especialmente por encontrarse en la escala alta del mismo, si no en un término medio, que en lo que se refiere a la huella virtual se encuentra en el mayor de los intervalos.

La variabilidad del consumo de agua por municipios es enorme, pues va desde Sevilla la Nueva (8,3 m^3/hab, con 6357 hab en el año 2005) a Venturada (424,66 m^3/hab, con unos 1400 habitantes en 2005), caso a parte del pequeño municipio de Gascones, antes citado. Estos extremos pueden ser explicables por hechos puntuales.

Venturada, encuadrada en la Sierra Norte, por lo tanto en un área de poco consumo per cápita en relación con el conjunto de la región, es no solo una de las excepciones, si no ostenta el mayor consumo per cápita de agua de toda la Comunidad.

Venturada, con poca población, esencialmente ganadera, y formada por un núcleo antiguo, y un área residencial de gran parcelario en origen, hoy la entidad más poblada del municipio, que es Cotos de Monterrey, donde residen las 2/3 partes de la población municipal. Zona que en 1970 se anunciaba con 700.000 m^2 de zonas verdes. (Hemeroteca "ABC" 25/7/1970), ¿cuál de las dos patrones de habitat de esta pequeña localidad hace que sea la de mayor facturación en dicho año de toda la Comunidad de Madrid? Dicho sea a favor de las buenas prácticas de diferente autorías, que si bien este municipio en toda la serie 1996-2008, ostenta el mayor consumo per cápita de toda la región, su consumo presenta una enorme reducción, pues triplicando la población ha reducido a la mitad su consumo per cápita entre los citados años.

Puede decirse que es su carácter suburbial, vinculada al extensa área urbana de Madrid, la que arroja tales volúmenes, y no su economía ganadera o rural subyacente. Si se observa el mapa de "Huella Hídrica" de Madrid, no aparece dicho municipio destacando en su entorno del conjunto de la Sierra Norte, donde la "Huella Hídrica" se encuentra en el intervalo más bajo (ver Figura 76).

La Serna del Monte, es el otro municipio de la Sierra Norte, el segundo de mayor consumo en ese año 2005, un municipio de apenas algo más de cien habitantes, y hoy no llega a cien empadronados. Si bien a lo largo de la serie, decrece su consumo a términos medios del su conjunto comarcal.

El otro extremo de la tabla es Sevilla La Nueva se encuadra en el Sudoeste Comunidad, y señala el consumo mas bajo de todo Madrid, a la vez que la propia Zona Estadístíca Sudoeste, también, junto a Este Metropolitano la de menor facturación. Sin embargo, a diferencia de Venturada, y como consecuencia, sobre todo del crecimiento, y de la forma de crecimiento – de los últimos años, este municipio ha pasado a tener un consumo de agua per cápita (82,58 m^3/hab/año) superior al de la media de la Comunidad de Madrid para el último año (69,15).

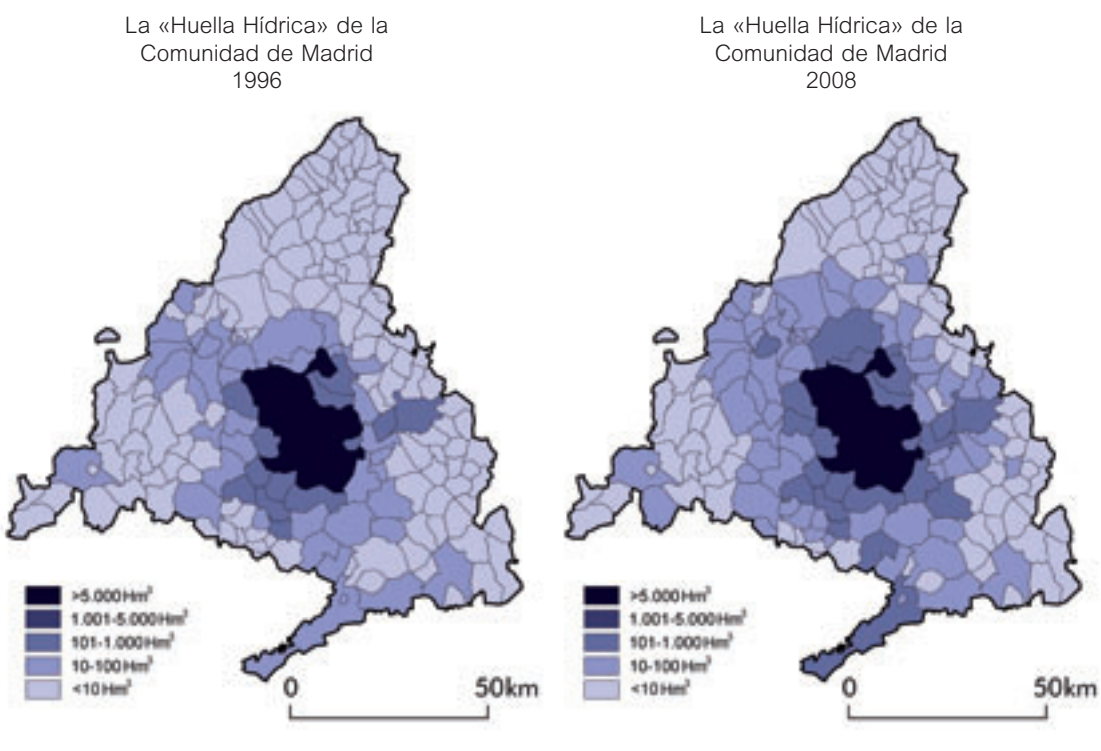
La explicación reside en que en 2005, Sevilla la nueva se abastecía con pozos propios, por lo que el dato no tiene valor, ya que los vecinos pagaban un precio simbólico por el agua "municipal". A partir de 2006, se firma el convenio con el Canal, –muy contestado vecinalmente, en especial por las poblaciones de las urbanizaciones– de forma que la facturación, a partir de ese año, comenzó a ser acorde con el conjunto comarcal.

Como muestra de la casuística tan "errática" para la explicación de los consumos municipales, aún en una región ejemplar en la coordinación del suministro de agua, como es nuestra opinión, basten estos cuatro ejemplos de lo complicado que es valorar en su justa medida un hecho, tan aparentemente regulado como es el del pago por el suministro de un bien tan imprescindible, en la vida, y tan importante como componente de la calidad y huella ecológica. Sin duda el nivel municipal es el mas resistente a ser encuadrado en modelos geográficos de lógicas generales.

Es por tanto evidente que hasta en los mas pequeños detalles se enfrentan la vieja cultura del agua, la del un bien gratuito por el que solo hay que pagar por traerlo al domicilio, frente a la de un recurso que es "base de desarrollo", pero también limitado, al menos en un estado sanitario y alimenticio aceptable.

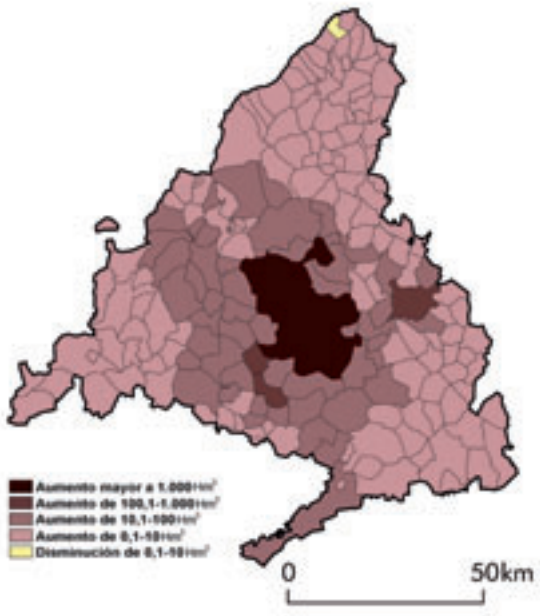
El mapa de la "Huella Hídrica" de La Comunidad de Madrid, solo a grandes rasgos tiene similitud con el del consumo doméstico. Efectivamente, la "Huella Hídrica" de Madrid parece organizarse en cinturones irregulares, que decrecen a medida que nos alejamos de la ciudad central hasta sus extremos Norte, Sudoeste y Sudeste, con algunas excepciones como es la del Municipio de Aranjuez, donde dicho sea de paso, tiene un consumo facturado, solo ligeramente superior a la media de la Comunidad. Cinturones que se deforman según el componente Noroeste, esto es hacia la Corona Metropolitana Oeste y Sierra Central (Figura 76).

FIGURA 76. La "Huella Hídrica" en Madrid (1996-2008)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 76. La “Huella Hídrica” en Madrid (1996-2008) (cont.)



Fuente: Elaboración propia.

En Madrid, en líneas generales se cumple la idea de que las ciudades quedan mal paradas en el comercio virtual del agua, como grandes deudoras de otros espacios productores, tanto de agua real, como de agua virtual de producción. Sin embargo, en gran parte esta visión negativa de las áreas urbanas lo es en tanto el concepto de “Huella Hídrica”, por el momento, si bien intenta extenderse a la generalidad de la producción, bienes agropecuarios, industriales, y servicios, por el momento las únicos intentos conocidos de establecer patrones de consumo hídrico en su producción solo afectan a los primeros.

“Los principales factores que determinan la “Huella Hídrica” per cápita de un país son:

1. *El consumo de agua promedio per cápita, generalmente relacionado con el ingreso nacional bruto.*
2. *Los hábitos de consumo de sus habitantes (p.ej., cantidad de carne consumida).*
3. *El clima, en particular la demanda evaporativa(condiciones de cultivo).*
4. *Las prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua).*

En los países desarrollados, donde el nivel de consumo de bienes y servicios es elevado, la “Huella Hídrica” per cápita es alta debido en parte al alto consumo de carne y productos industrializados. En contraste los países en vías de desarrollo, con un bajo consumo de carne, pueden también tener altas huellas hídricas per cápita, como resultado de una baja eficiencia en el uso del agua y condiciones de cultivo desfavorables”. (Tomado de Hispagua, Informe especial 2006: “Huella Hídrica”,resumen de “Water footprints of nations” 2006).

Esta composición de factores en cuatro pilares, puede ser base argumental para una metodología que trate de acercarse al conocimiento del papel de las ciudades en el comercio virtual del agua, y en la medida de su sostenibilidad de cara a este indicador de “Huella Hídrica”.

1. El primer factor, es el del *“El consumo de agua promedio per cápita, generalmente relacionado con el ingreso nacional bruto”.* Este factor ha sido medido en las 25, y analizado, en el caso especial de la región de Madrid. Sin embargo un hecho importante al respecto que ha quedado demostrado, es que el consumo per cápita de las ciudades ha sido siempre superior al del territorio de la región en la que se inscribe, con tan solo la excepción de Murcia. La segunda de las aseveraciones de este factor, es que está relacionado con el ingreso nacional bruto. Si bien este aspecto puede valer para los países, no estamos en condiciones de asegurar que sea válido para las ciudades, entre otras razones por que

no se ha podido disponer de ese valor desagregado a nivel ciudades. En su defecto hemos buscado una alternativa que nos permitiera dar una medida de la actividad económica, y se optó por el Indicador de Actividad Económica utilizado por el Anuario Económico de la Caixa (2010). En este caso si se ha hallado una interdependencia fuerte, aún más que con el propio precio del agua. Parece que la actividad económica es más determinante del consumo per cápita, que la variabilidad interurbana del precio del agua.

2. *"Los hábitos de consumo de sus habitantes (p.ej., cantidad de carne consumida"*.

Este segundo factor parece revelarse como el de mayor importancia en la "importación de agua virtual, por lo que más adelante se intentará una aproximación al caso de Madrid.

3. *"El clima, en particular la demanda evaporativa(condiciones de cultivo)".* Como quiera que las regiones urbanas, no son áreas donde el cultivo sea práctica dominante, ni aún significativas, salvo las zonas verdes urbanas, este factor no parece tener gran importancia en la evaluación de la huella urbana. Salvo en lo que hace referencia a espacios verdes urbanos, donde cada vez más, se plantea como buena práctica la reutilización de agua depurada para el riego. Tal es el caso del programa de la Gobierno Regional de la Comunidad e Madrid, y el canal de Isabel II, del "Plan Depura", en la línea del Plan Nacional de Reutilización de Aguas Regeneradas. El Plan Dpura no ha estado exento de una amplia contestación social y ambiental, en especial por la construcción de depuradoras y otras infraestructuras vinculadas a estos planes. El Ministerio de Medio Ambiente ha dado a conocer la elaboración de un proyecto de real decreto que establece las condiciones de reutilización de estas aguas con prohibiciones expresas como consumo humano, industria alimentaria, refrigeración en instalaciones hospitalarias, acuicultura, etc. Se señalará que estas aguas regeneradas podrán utilizarse para usos urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales.

En cuanto al clima, y con respecto al consumo urbano, no hemos hallado una correlación significativa en el consumo per cápita de agua. El gran número de variedades climáticas de España, no parece haberse manifestado de forma determinante en el valor del consumo de agua per cápita entre las ciudades seleccionadas, al menos en cuanto a precipitaciones se refiere. Incluso en los ejemplos de otras ciudades europeas, tampoco parece determinante.

Este hecho puede dar lugar a diversas lecturas en clave de sostenibilidad y huella urbana, pero requeriría el estudio de mayor numero de variables climáticas, para ver hasta que punto el clima condiciona los patrones de comportamiento en este sentido, y sobre todo, las posibilidades de actuación de cara a un mayor engarce de las ciudades con el medio natural en el que se inscriben.

"Las prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua)". La eficiencia en el uso del agua de las prácticas agrícolas, no tiene mucha cabida en la "Huella Hídrica" urbana, en cuanto a huella de producción, pero sí en cuanto a agua virtual importada, no obstante discriminar el agua virtual de importación, según la procedencia de los diferentes productos, es una contabilización por ahora imposible.

4. *"En los países desarrollados, donde el nivel de consumo de bienes y servicios es elevado, la "Huella Hídrica" per cápita es alta debido en parte al alto consumo de carne y productos industrializados…"* Este último párrafo citado merece unas consideraciones. La primera es que de ser cierto, ¿hasta que punto seria extrapolable conceptualmente a la cuestión urbana. En los espacios metropolitanos, al menos, en muchos contextos regionales, el consumo de bienes y servicios es más elevado que en el resto de sus territorios geográficos, por ende, ¿se daría entre unos y otros, la misma relación, en cuanto a huella, que entre países desarrollados, y los menos desarrollados? De ser así, el consumo urbano, vuelve a apuntarse como el mayor elemento que vincula ciudad y comercio de agua virtual. Ahora bien, se insiste una vez más en que hasta que se no se evalúe el comercio virtual del en el sector servicios, y la mayor parte de este se esté midiendo por el consumo de bienes materiales, las ciudades siempre saldrán perdiendo en este comercio, en cuanto a sostenibilidad, y culpabilidad de generación de huella a terceros espacios. Si embargo, ¿cómo podría evaluarse el consumo de agua virtual desde un corte de pelo, un óleo de Antonio López, los conciertos de la Sinfónica de Madrid, las sentencias del Tribunal Constitucional, o el proceso de elaboración de los Presupuestos Generales del Estado? Quizás valorar la "Huella Hídrica", u ecológica, de los "servicios", a más de poca expectativa de éxito, sería como hacer un retorcimiento del método. Sin embargo, los "servicios", hoy por hoy son los que mas población emplean, en todas las regiones, y lo que mas participan en la formación del Producto Interior Bruto. Por otro lado, siguen presentes en algunas de las definiciones de *"watwer-footprint"*.

A partir de diferentes estudios, la mayoría de ellos basados en la guía *"The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard"*, se han intentado establecer el valor en términos de agua virtual, esto es, de requerimientos hídricos para la consecución de un de un producto final. Pero no dejan de ser repertorios, en los que la mayoría de los cuales se refieren a productos alimentarios en mayor o menor grado de elaboración. Por ejemplo 1 Kilo de carne de ave (2800 litros, o una hamburguesa de 150 gramos, 2400 litros). Sin duda el grado de elaboración es un factor de incremento de la carga hídrica, ya que hay una cantidad de agua virtual añadida, en cada fase de la cadena de producción.

La únicas referencias a manufacturas no alimenticias señalas han sido las siguientes: *"1 hoja de papel de 80 gr, 1 K de tejido, un pantalón vaquero, un pañal, una camiseta, unos zapatos, de cuero, un coche y un microchip, un coche –246.052 litros–)"* Imposible contabilidad, si se tuviera que hacer inventario de todos los productos de este tipo, y otros similares, sin embargo por algún sitio se ha de empezar. No se ha encontrado referencia alguna al valor hídrico de servicios, que son precisamente los que mas exportarían las ciudades.

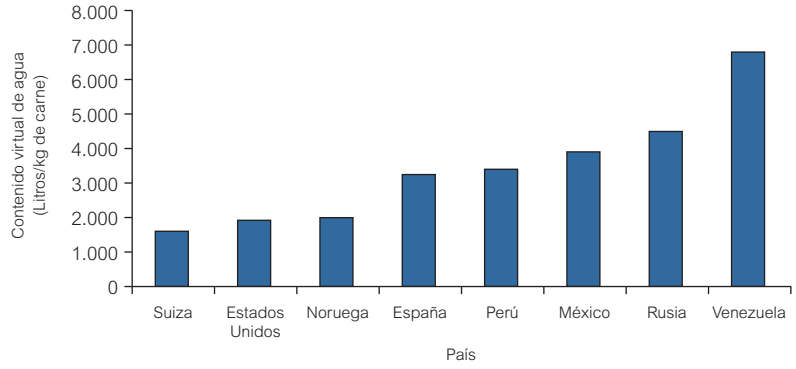
TABLA 44. Contenido global de Agua Virtual en algunos productos (litros)

1 glass of beer (250 ml) 75	1 glass of wine (125 ml) 120
1 glass of milk (200 ml) 200	1 glass of apple juice (200 ml) 190
1 cup of coffee (125 ml) 140	1 glass of orange juice (200 ml) 170
1 cup of tea (250 ml) 35	1 bag of potato crisps (200 g) 185
1 slice of bread (30 g) 40	1 egg (40 g) 135
1 slice of bread (30 g) with cheese(10 g) 90	1 hamburger (150 g) 2400
1 potato (100 g) 25	1 tomato (70 g) 13
1 apple (100 g) 70	1 orange (100 g) 50
1 cotton T-shirt (250 g) 2000	1 pair of shoes (bovine leather) 8000
1 sheet of A4-paper (80 g/m2) 10	1 microchip (2 g) 32

Fuente: Elaboración propia, a partir de Hoekstra, A.Y. y Chapagain, A.K. (2006).

Pero quedándonos solo con la fracción de consumo alimentario, también existen bastantes problemas para su dimensionamiento, por las grandes diferencias de recursos hídricos que según la procedencia del producto conlleva. Por ejemplo el caso del pollo, al cual se le asigna un coste de 2800 litros por kilo sin embargo, la producción de 1 Kilo de pollo, varia enorme como se puede apreciar en la Figura 77.

FIGURA 77. Volumen de agua utilizado para producir un kilográmo de carne de pollo en distintos países



Fuente: htttp://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/recuadros/c_rec1_07.htm

Las ciudades son, en principio los espacios que en producción de alimentos-consumo, el balance es siempre al favor del segundo. En ese sentido, si podría decirse que son los mayores causantes de la "Huella Hídrica" de base alimentaria.

Una pequeña aproximación podría ser una estimación de la "Huella Hídrica" alimentaria de Madrid, sin duda, infravalorada, ya que solo se han podido obtener datos del consumo de hogares, y quedan excluido por lo tanto, toda la restauración extradomiciliaria que se produce en la ciudad. *"La alimentación en la Comunidad e Madrid". Documentos Técnicos de Salud Pública nº 115.*

TABLA 45. Consumo per cápita de productos-Hogares, en Madrid (2004)

	Kg/hab	Impacto Hídrico Bruto Estimado (litros)	
Frutos Secos	2,42	1.000	2.420
Platos preparados	11,65	5.000	58.250
Aceitunas	2,79	4.400	12.276
Frutas frescas	104,4	800	83.520
Chocolates y cacao	2,92	24.000	70.080
Derivados lacteos	28,5	5.300	151.050
Productos de pesca	29,17	Sin Estimacion	
Hortalizas frescas	56,3	300	16.890
Bollería/pasteleria	13,01	1.200	15.612
Carne	55,08	7.000	385.560
Frutas y Hortalizas Transf	14,82	Sin Estimacion	
Patatas frescas	23,03	160	3.684,8
Huevos	147,4	1.300	191.620
Cafés e infus.	1,73	1.120	1.937,6
Azucar	4,07	1.500	6.105
Aceites	13,84	350	4.844
Arroz	4,16	2.700	11.232
Leche líquida	96,75	1.000	96.750
Pan	36,78	2.272	83.564,16
Margarina	0,74	Sin Estimacion	
Pasta	3,4	2.700	9.180
Legumbres secas	3,24	1.000	3.240
Bebidas refrescos	66	500	33.000
Vino	26	720	18.720
Cerveza	59	300	17.700
TOTALES	**807,2**		**1.277.235,56**

Fuente: Elaboración propia, a partir de "La alimentación en la Comunidad e Madrid". Documentos Técnicos de Salud Pública nº 115.

Según esta Tabla 45, el consumo total de Kilo/litros per cápita de alimentación en hogares, de los productos seleccionados es en Madrid de 807,2 Kilos/litros, y arrojan una huella hipotética "Huella Hídrica" de 1.277 m^3/per cápita año. Faltaría por evaluar lo referente al consumo de hoteles y Restaurantes, e Instituciones.

En el año de referencia, 2005, y según el MARM (La alimentación en España 2003-2006) la composición de las compras de productos alimenticios arroja una proporción de 73,7% hogares, 23,8% restauración y 2,5 instituciones. Si se extrapolan estos valores a Madrid, los 807,2 Kilo/litros se convierten en 1098, incorporando restauración e instituciones. Si la composición de las compras fuera similar en naturaleza de productos, la huella final alimentaria hídrica de Madrid se podría calcular en 1.737 m^3/hab/año.

Poco añade a esta cifra el valor del consumo de agua facturada "domiciliaria" 81,39, con todo se situaría Madrid en 1818,39 m^3/hab/año, para 2005. De hay a la cifra de 2.621,1 m^3/hab/año, que nos ofrece la fuente queda un residual de 802,71 m^3/hab/año. Esto es, que aproximadamente la alimentación sería la responsable del 70 % de la "Huella Hídrica" asignada a Madrid.

Parece que queda poco margen, o la fuente infravalora la huella, para incorporar ahí procesos productivos o de importación de bienes manufacturados, que lleva igualmente su carga de agua virtual.

Puede concluirse, que mientras que no se tabulen la mayoría de los bienes y servicios, y se establezcan patrones verosímiles para la mayoría de los productos de bienes y servicios, cuyo producto final no tenga que ver con procesos agrarios – a finalidad alimenticia, las ciudades serán sospechosas,

y solo sospechosas, de ser las mayores causantes de "Huella Hídrica", las mayores importadoras de agua virtual. Pero igualmente podemos sospechar, que cuando se desarrollen métodos para calcular el gasto ecológico, a nivel de agua, de todos y cada uno de los bienes que una ciudad, produce, importa e exporta, estas también se mostrarán como potentes centros de transferencia y redistribución en el comercio del agua virtual.

Quedan, importantes sectores productivos, consumidores de agua no valorada en su producto final. Quedan sin tabular, en cuanto a gasto hídrico, servicios de largo alcance, alta especialización y exigentes en infraestructuras avanzadas, precisamente esos productos y esos servicios son los más propios y numerosos, de los que en la ciudad se compra o se vende, se demandan o se ofrecen.

TABLA 46. ¿Puede calcularse el comercio virtual del agua en Madrid?

Comercio Exterior en los productos que Madrid arroja saldo positivo.	Exportaciones	Importaciones	Saldo positivo
01 Animales vivos	6.241	1.831	4.410
05 Los demás productos de origen animal	7.469	2.964	4.505
12 Semillas, frutos oleaginosos, paja y forraje	23.899	4.430	19.469
28 Productos químicos inorgánicos	477.721	103.537	374.184
32 Extractos curtientes y tintorería, pinturas	102.954	71.369	31.585
49 Prod. editoriales de prensa u otras industrias gráficas	92.788	52.262	40.526
83 Manufacturas diversas de metales comunes	180.203	25.750	154.453
89 Navegación marítima o fluvial	3.388	1.292	2.096
41 Pieles (excepto la peletería) y cueros	11.966	404	11.562
43 Peletería y confección de peletería	160	140	20
51 Lana y pelo, hilados y tejidos de crin	1.066	738	328
68 Manufacturas de piedra, yeso, cemento, amianto y mica	332.811	231.153	101.658
93 Armas y municiones	1.583	435	1.148
95 Juguetes, juegos y artículos para recreo	103.176	67.765	35.411
98 No clasificados	2.202	45	2.157
99 Sin codificación asignada	786.375	42.830	743.545

Fuente: Elaboración propia, a partir de Dpto. Aduanas e Impuestos Especiales, Agencia Tributaria. Consejo Superior de Cámaras de Comercio.

En última instancia, por el momento solo queda atribuir el consumo de agua virtual de productos industriales, e incluso de los servicios a una métrica única, es decir, a un valor económico.

Así parece entederse en el siguiente método:

"Flujo de agua virtual en relación con el comercio de productos industriales: El contenido de agua virtual de un producto industrial puede calcularse de modo similar al descrito para productos agrícolas. Sin embargo, existen muchos tipos de productos industriales que tienen múltiples métodos de producción, por lo que los contenidos de agua virtual variarán. No obstante, y teniendo en cuenta que el agua utilizada en la industria alcanza apenas el 10% del volumen total de consumo, se ha calculado, para cada país, una media del contenido de agua virtual por dólar en el sector industrial:

$$\underline{VWC_e} = (IWW_e)/(GDP_{i,e})$$

Donde IWW_e es el gasto de agua industrial (en m^3/año) de un país, mientras que GDP_i es el valor añadido del sector industrial, que es un componente del Producto Interior Bruto de un país." (12)

Madrid, en el año de referencia, tuvo una importación de productos de cerca de 22 millones de Toneladas, y una exportación de cerca de 10, de forma que en la mayoría de los productos, medidos en peso, el saldo es negativo para Madrid, e igualmente en valor de la balanza comercial. Por ambas razones se debería esperar que el comercio del agua virtual en Madrid arrojara un saldo enormemente negativo. Ahora bien, ¿cómo se puede determinar el consumo hídrico de rúbricas tan dispares, como Toneladas de animal vivo, o toneladas de libros y prensa?

Quizás imposible no sea, pero queda mucho recorrido para lograr una, aunque sea aproximada, valoración a lo que en términos de "naturaleza" cuestan el mantenimiento de nuestras ciudades. Han quedado en evidencia todos lo problemas metodológicos, de fuentes, de disponibilidad de la información,

del inabarcable volumen de variables y datos que serían mínimos necesarios para la consecución de una imagen valida de la relaciones ciudad –huella ecológica– "Huella Hídrica". Una imagen que pueda guiar y proyectar actuaciones encaminadas a modificar los patrones de comportamiento urbanos, un diseño de las ciudades, de sus trazados y arquitecturas, y de ellas en los marcos territoriales regionales y nacionales.

Entre los objetivos básicos que debe plantearse el municipio de Madrid, con el fin de controlar y reducir el consumo de agua, podemos destacar:

En primer lugar, la búsqueda de un mayor equilibrio y la eficiencia en el consumo de agua en el ámbito doméstico. Los instrumentos que pueden emplearse son:

– Una mayor formación en el ámbito de una educación ambiental más equilibrada: Tanto el Canal de Isabel II como el Ayuntamiento de Madrid están realizando importantes esfuerzos en este sentido. El principal reto constituye la continuidad y difusión apropiada con el fin de promocionar el cambio de hábitos, la necesaria participación activa de los ciudadanos y la instalación de tecnologías ahorradoras de agua. El Ayuntamiento de Madrid, por su parte, también realiza una labor importante de educación ambiental en el ámbito de su programa "Madrid un Libro Abierto". La actividad titulada "El Ciclo del Agua", consiste en conocer el recorrido de una gota de agua desde que es captada y recogida en un embalse hasta que es devuelta a una corriente hidrológica, después de haber pasado y haber sido utilizada en un núcleo urbano. Los objetivos son estudiar las distintas instalaciones que se utilizan tanto en la captación del agua como en su depuración y los procesos que en ella se siguen y potenciar las aptitudes que vayan encaminadas a un buen uso y aprovechamiento del agua.

– La estimulación de la tecnología y edificación ahorradora de agua: La estimulación del mercado de la tecnología ahorradora del agua o la implantación de sistemas de reutilización in situ (aguas grises) son otros de los objetivos que deben plantearse para conseguir una mayor efectividad de las campañas de concienciación. Estas tecnologías deberían imponerse en todos los nuevos edificios que se construyan y promover su instalación en todos los Centros Públicos, grandes empresas, colegios, universidades, hoteles y domicilios individuales. Para algunas iniciativas es necesario efectuar cambios en las ordenanzas y normativas que regulan las instalaciones interiores de suministro de agua, lo que puede considerarse otro otro de los objetivos que se proponen para el municipio de Madrid.

– El precio del agua, estudiado a lo largo de este estudio, sin lugar a dudas repercute en su consumo final. En el municipio de Madrid está establecido un sistema de tarifas por bloques. El sistema de tarifas por bloques de consumo es un elemento de regulación de la demanda para incentivar el ahorro, aunque existe la controversia, entre distintos sectores de la sociedad, de no constituir un buen elemento regulador de la demanda en aquellas áreas donde el nivel de renta es mayor y además no contempla el consumo por persona penalizando por lo tanto a las familias y viviendas donde viven grupos familiares que incluyan abuelos y otras personas mayores. Una vivienda de una única persona casi seguramente estaría en el primer bloque tarifario mientras que una unidad familiar de un matrimonio, dos hijos y una persona mayor a su cargo (no considerada como familia numerosa) casi siempre estaría penalizada en el sistema de bloques actual. La familia numerosa (tres hijos o mas), puede solicitar la aplicación del bloque tarifario 2. El sistema tarifario actual de Madrid por lo tanto es mejorable desde el punto de vista de la incentivación al ahorro y una de las estrategias que se proponen es el establecimiento de tarifas progresivas que penalicen el derroche y premien el ahorro y que atiende al número de usuarios de agua en las viviendas.

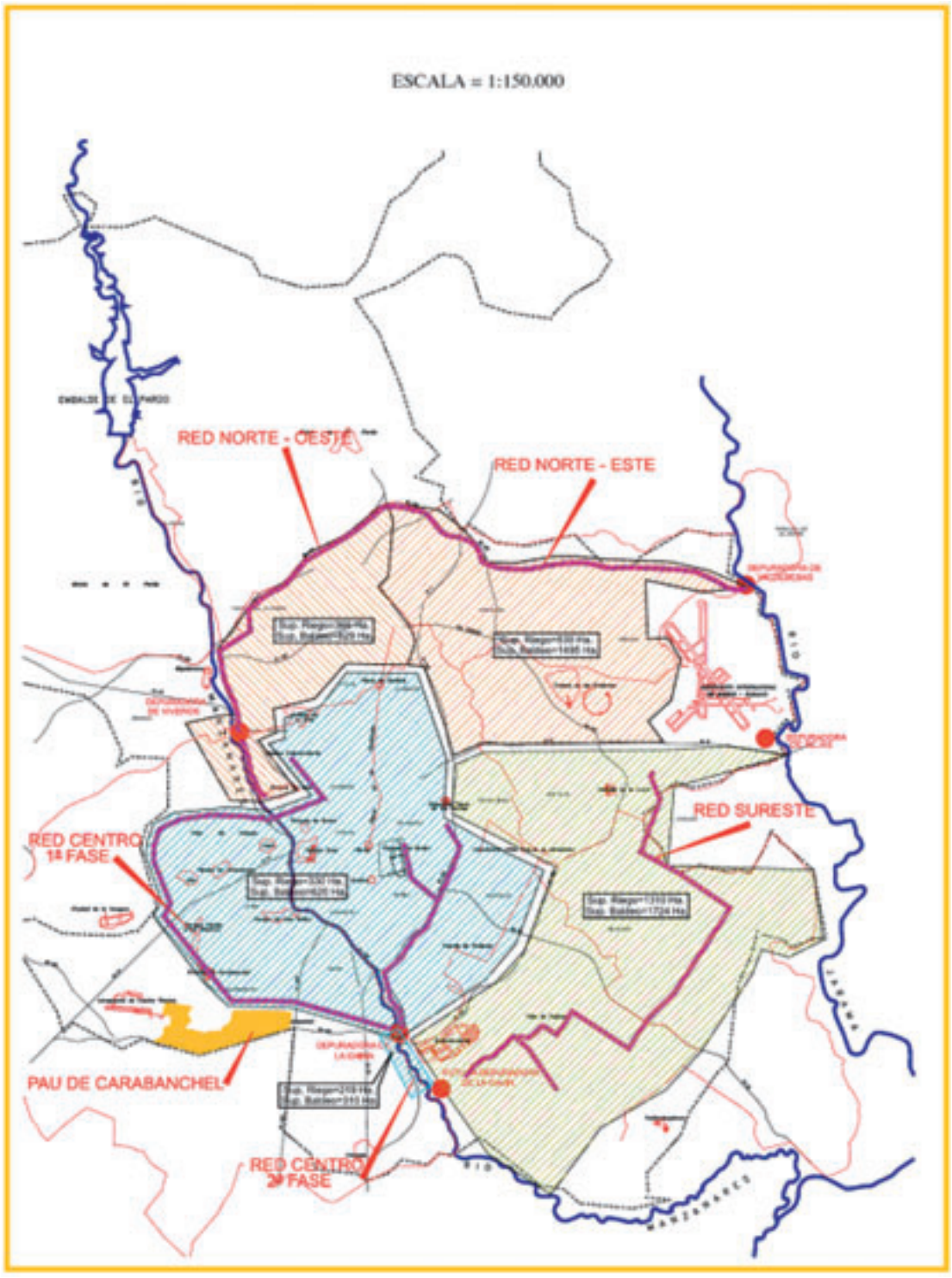
En segundo lugar, se trata de reducir el consumo de agua en el sector público. En este ámbito los dos consumos más importantes son el riego de Parques y Jardines y la limpieza de calles.

– La racionalización del riego: La situación actual en el consumo de agua potable de riego va a mejorar sensiblemente en los próximos años. Ya en la actualidad se ha empezado a controlar el agua consumida en riego por el Ayuntamiento de Madrid instalando contadores en las redes de riego. La racionalización del riego de parques incluye la plantación de especies autóctonas y modificación de los sistemas de riego, implantando riego por goteo u otros sistemas de bajo consumo. Algunas de estas actuaciones ya se están desarrollando en algunos parques y han permitido reducir el consumo de los Parque Históricos en un 18%. Los manuales de diseño y mantenimiento de parques y jardines propuestos en el apartado correspondiente a Medio Natural ayudarán a reducir el consumo.

– La reutilización de aguas depuradas para riego y baldeo de calles: En los últimos años se ha puesto en marcha un proyecto en el que el Ayuntamiento de Madrid, en colaboración con el Ministerio

de Medio Ambiente y la Confederación Hidrográfica del Tajo, han desarrollado un Plan para la puesta en marcha de actuaciones de reutilización de aguas residuales depuradas para el riego de parques y limpieza de calles. De esta manera se sustituyen recursos de una gran calidad, como el agua potable, por otros de menor calidad pero con unas condiciones higiénicas muy altas, en estos usos que no precisan calidades del más alto nivel (ver el Figura 78).

FIGURA 78. Redes de agua reciclada del término Municipal de Madrid



Fuente: Elaboración propia.

Con la sustitución de agua potable por agua depurada, para el riego y baldeo, se obtendrá un balance hídrico positivo que supone el ahorro de aproximadamente 20,3 hm^3/año de agua potable de alta calidad, lo que equivale a un embalse de las características de El Villar.

Puede pensarse, al menos en un primer momento, que en la reutilización se está privando al medio natural de unos recursos que le son propios, pero debe recordase que se han incrementado las aportaciones naturales al río por impermeabilización de suelos, y que éstas aumentan con el crecimiento de la ciudad. Además se deben tener presentes los retornos de riego y la evaporación cuyos volúmenes se reincorporan al medio natural, unos al río o a los acuíferos, y otros a la atmósfera.

– Instalación de sistemas de control de consumo: Se requiere disponer de los consumos de carácter público, tales como el consumo en edificios públicos, riego de parques y jardines o el baldeo de calles, ya que sobre ellos se dispone de un mayor poder de intervención. De esta manera se podrán tomar las decisiones oportunos sobre las actuaciones de control. Con el control de la demanda se puede contrarrestar el efecto de la principal amenaza sobre el suministro de agua en Madrid que es la alta variabilidad y estacionalidad de las precipitaciones.

En la última sequía padecida se encendieron las alarmas de fallo en el suministro. Las intensas campañas de concienciación y de ahorro de agua y la explotación intensa de los acuíferos subterráneos, lograron salvar la situación, pero no corrigieron el problema. Hasta la actualidad la tendencia ha sido la regulación de los recursos mediante embalses, tendencia que debe sustituirse o cuando menos complementarse con la gestión de la demanda y las campañas de concienciación continuadas en el tiempo.

La complejidad del saneamiento y la pluralidad de actuaciones que implica, tiene como consecuencia la coexistencia de distintas definiciones todas igualmente válidas, sin que quepa decir que ninguna de ellas resulta más acertada, pero tampoco ninguna se ajusta con total exactitud a la realidad que abarca. Resulta significativo el hecho de que pocos diccionarios recogen el concepto de saneamiento en lo que a aguas se refiere, lo que hace suponer que la definición que a estos efectos interesa puede ser excesivamente técnica. Desde la Ley de Bases de Sanidad Nacional de 1944 se define el saneamiento como “todo sistema de evacuación y tratamiento de los residuos urbanos e industriales por el que se logre su eliminación con absoluta garantía de orden higiénico” (Art. 27 Ley 25 de noviembre de 1944, de Sanidad Nacional). Como puede apreciarse, esta definición no implica de por sí que el tratamiento y evacuación al que hace referencia sea el de las aguas residuales, por lo que resulta incompleta y se hace necesario acudir al resto de la norma para constatar que la descripción hace alusión a la sanidad de las aguas. La definición de saneamiento de Álvarez Carreño, como “conjunto de operaciones necesarias para el tratamiento de las aguas residuales en una instalación o planta depuradora que permiten, cumplidas determinadas condiciones, su posterior vertido a un cauce público”, también puede resultar inexacta y demasiado restrictiva, dado que no hace referencia directa a la recogida y transporte de las aguas hasta las estaciones depuradoras, siendo esta evacuación la actividad que dio origen a lo que en la actualidad se conoce como saneamiento, y resultando imprescindible para la realización de cualquier tipo de tratamiento. Es cierto que buena parte de la doctrina especialista ha optado por una definición más restrictiva del concepto de saneamiento, inclinándose por considerar como tal al tratamiento técnico de las aguas con objeto de eliminar hasta el máximo posible su contenido contaminante, excluyendo de la idea de saneamiento el resto de actividades de transporte, vertido de aguas residuales a los cauces una vez depuradas, reutilización de los caudales resultantes o aplicación de los lodos y fangos derivados de la depuración. Sin embargo, es tal la interdependencia entre el alcantarillado y el resto de actividades y el saneamiento en sentido estricto que no cabe mencionar uno sin referirse a los demás. Por ello, existen autores que tienden a una definición extensiva y descriptiva al máximo, a fin de no dejar cabos sueltos. Martín Mateo defiende esta postura al establecer que “el saneamiento abarca un conjunto complejo de operaciones consistentes en la captación de las aguas residuales, su traslado, vía alcantarillado, a las estaciones de tratamiento, pasando, quizá, antes, por una red de colectores, el vertido y posible reutilización de las aguas depuradas y finalmente, en su caso, la disposición sanitariamente aceptable de los lodos”. Otros autores como Fanlo Loras han optado por un concepto mucho más genérico e indefinido equiparando el saneamiento a un macro-concepto encaminado a conseguir mediante la realización de actuaciones diversas la mejora del nivel cualitativo del dominio público hidráulico. No es fácil encontrar una definición ideal para describir el concepto de saneamiento, por lo que resulta inevitable ahondar en sus objetivos y fases, a fin de alcanzar una visión global del término. En resumen, el

saneamiento tiene por objeto la eliminación del contenido contaminante de las aguas antes de proceder a su vertido a los cauces, a fin de lograr un aumento significativo del nivel de calidad de las aguas.

El fin último del saneamiento es la protección cualitativa del dominio público hidráulico, constituyendo una medida sanitaria para preservar la salud pública; además, desde el punto de vista sanitario y ecológico, puede verse como un elemento imprescindible para asegurar la protección de la ictiofauna y la biodiversidad. La clasificación establecida por Fanlo es la de mayor aceptación y se emplea comúnmente para distinguir entre saneamiento en alta y saneamiento en baja. El saneamiento en baja consiste en la recogida y disposición de las aguas residuales y pluviales de distinta procedencia a través de una red de alcantarillas y colectores hasta las instalaciones de tratamiento. Hasta hace poco tiempo, la tendencia era considerar el alcantarillado en sentido amplio, englobando tanto la red de alcantarillas como las de colectores. En la actualidad, la especialización derivada de la evolución tecnológica y normativa, y la prestación de servicios por distintos tipos de gestores, ha hecho que vaya acusándose una diferencia tendente a excluir los colectores de un concepto amplio de alcantarillado, diferenciando ambos tipos de canalizaciones como distintas etapas del proceso de saneamiento. Hay que distinguir pues entre el alcantarillado y el sistema de colectores. El primero es el conjunto de canalizaciones que recogen las aguas sucias desde su origen y las conducen, reuniéndolas en conductos subterráneos, en los que confluyen todas las aguas residuales que discurren por los distintos ramales de la red de alcantarillas. El sistema de colectores es el conjunto de conducciones que llevan las aguas residuales, unificadas por la red de alcantarillas, hasta la estación de tratamiento. En cuanto al saneamiento en sentido estricto o saneamiento en alta, consiste en esencia en la actividad de depuración, entendiendo como tal el sometimiento de las aguas residuales a procesos de tratamiento mecánico y lixiviación, procurando en la medida de lo posible eliminar la carga contaminante de las mismas con anterioridad a su vertido en el dominio público hidráulico, todo lo cual implica la existencia y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento y recuperación de las aguas. A fin de evitar efectos molestos o perjudiciales para la salud o el medio ambiente, las EDARs deben mantenerse alejadas de la población, procurando también evitar posibles impactos paisajísticos, así como cualquier tipo de filtraciones de las aguas objeto de tratamiento.

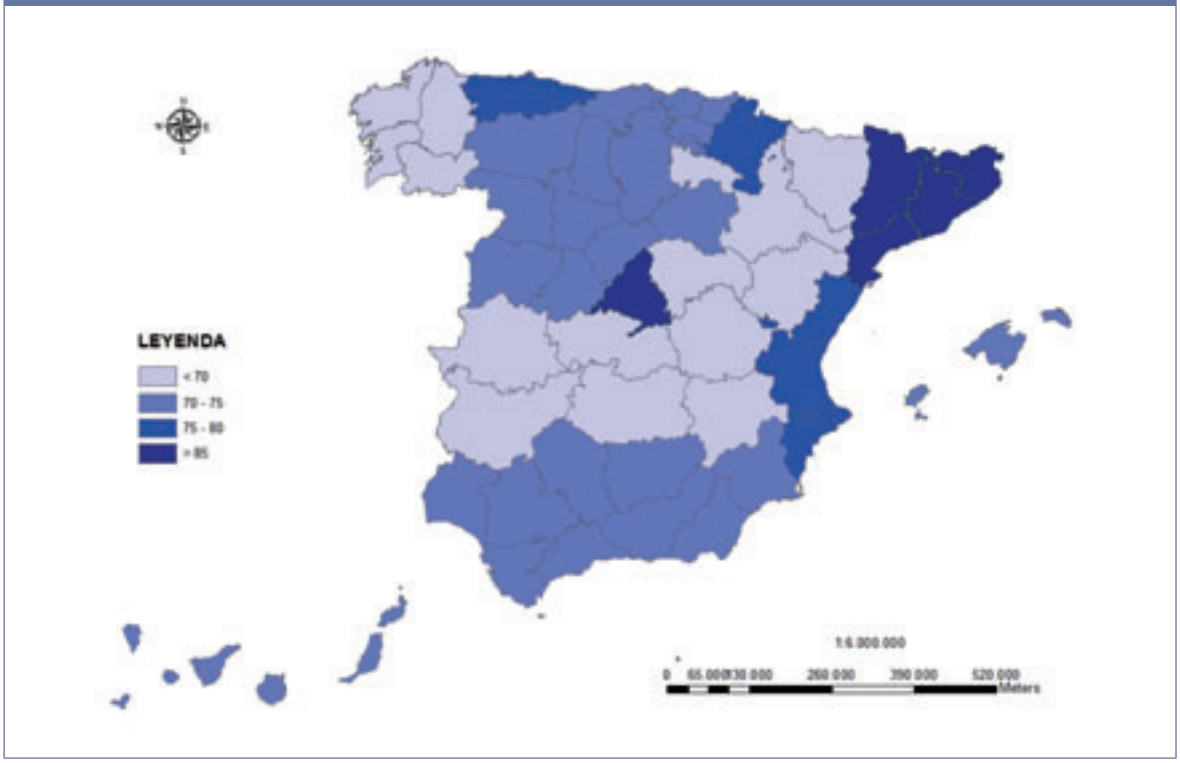
Las infraestructuras de saneamiento garantía de salubridad y protección del medio, nos aproxima al porcentaje de habitantes equivalentes con tratamiento de aguas residuales, según los objetivos establecidos en la Directiva del Consejo 91/271/CEE, respecto al total de habitantes equivalentes (suma de la población de hecho, la población estacional y la carga industrial expresadas en habitantes equivalentes).

El cumplimiento de la Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas ha impulsado la construcción de plantas de tratamiento en toda Europa a lo largo de los años 90, lo que ha redundado en una mejora indiscutible de la calidad de las aguas. El esfuerzo en España ha sido más intenso entre los años 1998 y 2008 que en el trienio 1995-1998, pasando el porcentaje de población con tratamiento del 64 al 78%.

A finales del siglo XX y comienzos del XXI, más del 70% de la población y la industria de la UE estaba atendida por instalaciones de tratamiento de aguas residuales que cumplían con la Directiva 91/271. Este porcentaje era del 90% en los países septentrionales y del 50% en el sur de Europa. En España se mantienen los desequilibrios territoriales, en éste como en tantos otros temas del medio ambiente.

La Comunidad de Madrid supera el 85% de la población equivalente en el tratamiento de las aguas residuales. Es, igualmente, destacable en el Municipio de Madrid la amplia y diversificada red de alcantarillado permite dar respuesta a los problemas generados por las aguas residuales y permite un tratamiento por áreas y actuaciones definidas para problemas concretos. El sistema de saneamiento, que actualmente es imprescindible para garantizar condiciones de salubridad en la población y en el medio ambiente de Madrid, y que es considerada como una infraestructura básica, sin embargo es relativamente moderna, lo que indica el grado de mejora que se ha alcanzado en los últimos años. Como ejemplo la primera depuradora, La China, inicia su construcción en 1934 y finaliza en los años cincuenta del pasado siglo, debido a la guerra civil. En definitiva el estado del sistema de saneamiento y depuración de Madrid antes del primer Plan de Saneamiento Integral es una red de colectores de unos 4.000 km de longitud (de propiedad privada y pública), y un conjunto de siete depuradoras, cuatro con tratamiento secundario, que trataban un caudal total de 6,08 m^3/s.

FIGURA 79. Porcentaje de población equivalente con tratamiento de aguas residuales (2008)



Fuente: Elaboración propia.

Hay que definir la unidad de medida empleada para cuantificar la carga contaminante biodegradable de los núcleos de población. Esta unidad de medida se denomina habitante - equivalente y según establece la Directiva 91/271CE corresponde a la carga contaminante de 60gr/día de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Varios son los factores que condicionan la calidad del agua en la cuenca del Tajo en función de esta carga contaminante. Quizás el más significativo sea la presencia de Madrid, considerada la concentración urbana más importante de la Península. Este hecho supone que se genere un gran volumen de vertido urbano por una población que se haya además en continuo crecimiento.

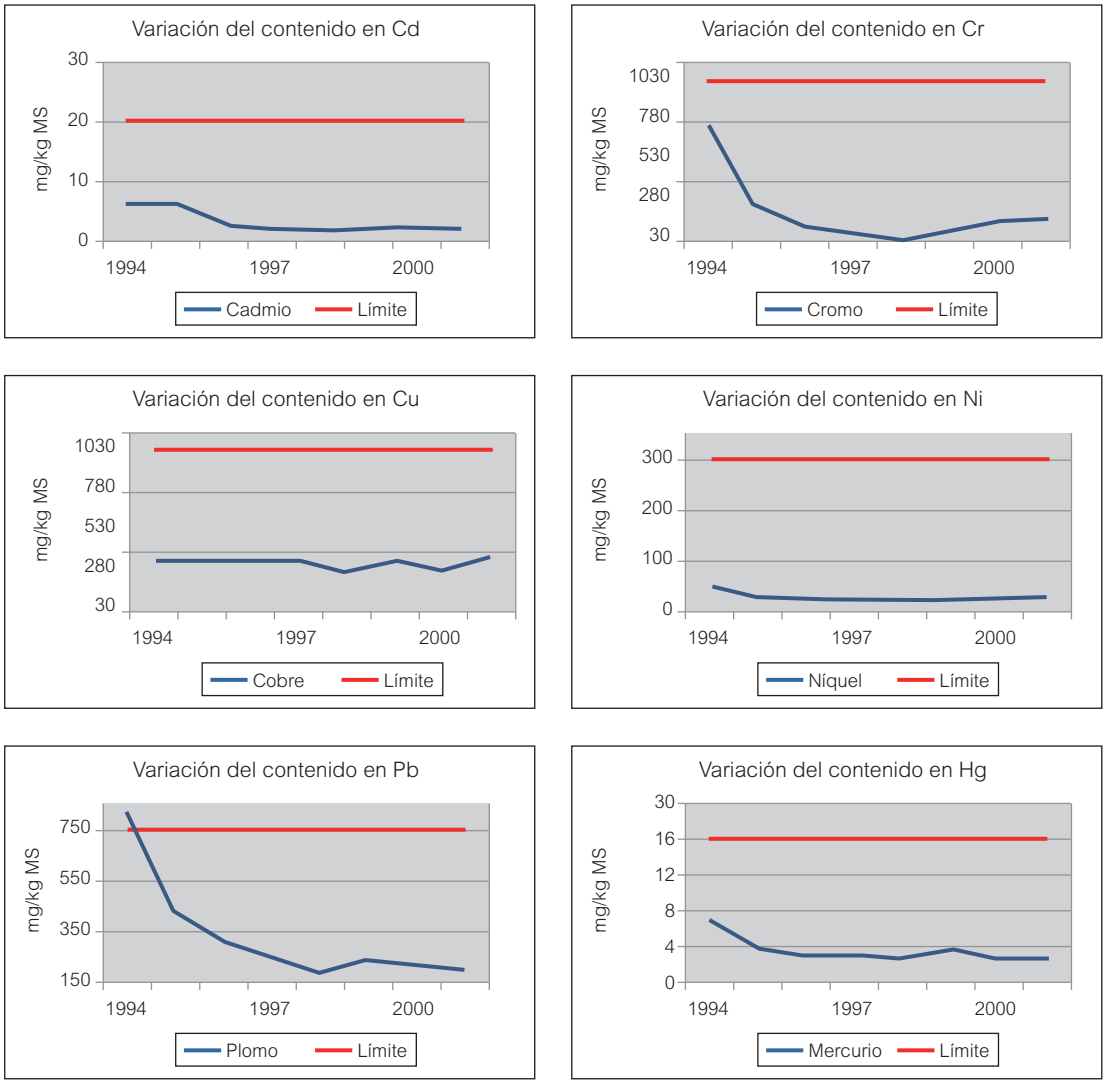
Madrid depura el 100% de las aguas residuales antes de su vertido. La Confederación Hidrográfica del Tajo ha centrado siempre gran parte de su actividad en el control de la calidad del agua del Tajo. Se ha encargado de establecer los objetivos de calidad a los que se debe llegar en los distintos tramos de los ríos de la cuenca que, en el caso del agua destinada a la producción de agua potable, se define a través del grado de tratamiento que debe recibir para su potabilización de acuerdo con el Anexo nº 1 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, aprobado por Real Decreto 927/1998 de 29 de julio (CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO, 2002: 116). La cuenca del Tajo cuenta con un alto nivel de desarrollo en cuanto a infraestructuras de depuración. Su capacidad para tratar el agua se sitúa, actualmente, entorno a los 11,3 millones de habitantes –equivalentes a través de 291 depuradoras–. Actualmente la Confederación Hidrográfica del Tajo participa en la construcción de tres grandes depuradoras en la Comunidad de Madrid: La Gavia, Culebro - Fuenlabrada y Culebro - Getafe. Estas depuradoras elevarán en 4,6 millones de habitantes - equivalentes la capacidad depuradora de la cuenca, llegando hasta los 15,9 millones de habitantes - equivalentes, que se ajusta casi a la suma de la carga total de contaminación urbana más industrial. A pesar de que se puede considerar como una situación muy satisfactoria en lo que se refiere al tratamiento del agua en la cuenca, quedan todavía lugares singulares como urbanizaciones, pequeños núcleos urbanos, polígonos industriales, etc. en los que los sistemas de depuración son deficientes o incluso inexistentes.

– Autogeneración del 40% del consumo eléctrico: Se aprovecha el biogás generado en la digestión anaerobia de los fangos para generar energía eléctrica. En promedio, las ERAR de Madrid generan el

40% de su consumo eléctrico. Ya se ha citado este aspecto en el apartado correspondiente a consumos sostenibles de energía en el municipio.

– Producción de un fertilizante orgánico a partir de lodos de depuradora. La producción anual total de lodos en 1998, en las ERAR de Madrid, ascendió a 518.981 toneladas, lo que supone un 15% más que en 1996. En términos de materia seca la producción es de 129.627 Tm y supone el 15% de la producción de lodos en España. Como paso previo a su empleo, y tras la deshidratación pasan por una etapa de compostaje y otra de maduración cuyo resultado es un compost de fácil manejo y bajo riesgo microbiológico en comparación con otros fertilizantes orgánicos. Recientemente se está implantando el sistema de secado térmico de los lodos, ya implantado en la ERAR Sur y en construcción en Butarque, lo que da lugar a un material granular con una humedad del 5-10%, de fácil manejo y menor volumen. El objetivo propuesto por el Ayuntamiento es aplicar este tratamiento a todas las ERAR del municipio de forma progresiva.

FIGURA 80. Evolución de los contenidos en metales pesados de los fangos



Fuente: Elaboración propia.

A la mejora en la gestión relativa a la producción de fangos, le sigue la relativa a la calidad de los mismos, reduciéndose progresivamente las concentraciones de metales pesados. Solo en el caso del Plomo, se excedían en el año 1994 los límites establecidos para su uso agronómico (Real Decreto 1310/90 y Decreto de la CAM 193/98). Los valores de Cromo también eran muy altos pero sin exceder

los límites y esto debido a los vertidos de un determinado tipo de industrias. El control y la vigilancia de los vertidos a la red ha permitido rebajar los valores en metales pesados de las aguas y, en consecuencia, de los fangos. También en el caso del plomo la venta de gasolinas sin plomo ha permitido reducir este contaminante, ya que parte de este material se arrastra con las aguas de lluvia. Todo esto destaca la importancia del control de vertidos en la red y de la normativa referente a la misma. Por lo tanto se debe continuar en esta línea e intensificar este control exigiendo las autorizaciones de vertido en las industrias y realizando inspecciones periódicas.

Todo este sistema necesita un control y mantenimiento para lo que existe un «Sistema de Información Geográfica» en el que se integran todos los datos de servicio y gestión (BDGRAM) que permiten analizar con detalle la situación y evolución de la red. Para ello se dispone de un conjunto de veintiseis estaciones automáticas de medida en los colectores principales y en las siete estaciones regeneradoras de aguas residuales, cuyas señales son enviadas al centro de control.

El número de actuaciones totales al año se está incrementando, debido a la antigüedad de la red y al crecimiento de la ciudad que exige nuevas ampliaciones de los colectores existentes. Al comparar estos datos con las quejas y avisos recibidas por los vecinos se observa una disminución de las mismas, pese a que la población se ha mantenido prácticamente constante, siendo el mayor número de quejas por causa de olores, especialmente en épocas estivales. Todo ello nos hace pensar que la red de saneamiento se encuentra en un estado de equilibrio en su conservación.

En la actualidad el municipio de Madrid está intentando lo que se conoce como el cierre del ciclo de agua, y un todavía mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Se es consciente de que existe un desconocimiento de los volúmenes de aguas residuales generadas por cada una de las fuentes: urbana, industrial, pérdidas de las redes, baldeo de calles, agua de lluvia, etc.

El reto que se plantea es si existen zonas del municipio de Madrid que generan mayores ratios de aguas residuales que otras, averiguar la razón, y plantear alternativas que consigan la reducción de los volúmenes a tratar, reduciéndose el coste de tratamiento y ampliando el horizonte temporal de las ERAR. Reducir el consumo de agua potable supone necesariamente la reutilización de aguas grises y depuradas. Para un mejor aprovechamiento del recurso agua se pueden destinar recursos que actualmente se vierten al río a usos como inodoros, riego de jardines privados. Estos recursos son las aguas grises de los domicilios y aguas pluviales. Para que esto fuera posible deberían definirse nuevos estándares de calidad del agua en función de los usos a los que esté destinada e instalar equipamientos e infraestructuras adecuadas para reutilizar este agua. En las zonas de nuevo desarrollo (PAU´s) pueden plantearse medidas dirigidas a la gestión de las aguas pluviales. Habría que plantearse la posibilidad de instalar redes separativas privadas (aquellas que se encuentran dentro de urbanizaciones, bloques, etc), actualmente inexistentes en la ciudad, y que permitirían una gestión eficaz de las aguas generadas. Del mismo modo, el proyecto de urbanización puede realizarse de modo que aumente la infiltración de las aguas de lluvia, reduciendo los coeficientes de escorrentía de agua que llegan a los colectores, e incluso se pueden intentar acciones avanzadas para que estas nuevas construcciones aprovechen las aguas pluviales en su red sanitaria interna. Ello reduciría los consumos de agua potable y consecuentemente la producción de aguas residuales.

No podemos olvidar que el municipio de Madrid debe adaptarse a los parámetros de calidad de agua, para el consumo humano, se recogen a continuación –a partir de lo estipulado por la Organización Mundial de la Salud y la Unión Europea–.

La primera, –a Organización Mundial de la Salud (OMS)–, establece unas directrices para la calidad del agua potable que son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable. Las últimas directrices publicadas por la OMS son las acordadas en Génova, 1993. Como puede observarse, para algunos de los elementos y sustancias que se mencionan no existe directriz. Esto es así porque no existen suficientes estudios relativos a los efectos de esta sustancia en el organismo, y por tanto no es posible definir un valor límite. En otros casos, la razón para que no exista directriz es la imposibilidad de que esa sustancia alcance una concentración peligrosa en el agua, debido a su insolubilidad o a su escasez.

La Unión Europea, por su parte, elaboró la Directiva 98/83/EC acerca de la calidad del agua para el consumo humano, adoptada por el Consejo el 3 de Noviembre de 1998. Esta fue elaborada mediante la revisión de los valores de los parámetros de la antigua Directiva del Agua Potable de 1980, y haciéndo-

los más estrictos en los casos en que fue necesario de acuerdo con los últimos conocimientos científicos disponibles (directrices de la OMS y del Comité Científico de Toxicología y Ecotoxicología).

Esta nueva Directiva proporciona una base sólida tanto para los consumidores en la UE como para los proveedores de agua potable.

Estos son los cambios principales en los valores paramétricos:

– Plomo: La directriz fue reducida de 50 µg/l a 10 µg/l, y se definió un periodo de transición de 15 años para permitir la sustitución de las redes de distribución construidas en plomo.

– Pesticidas: Los valores para sustancias individuales y para pesticidas totales fueron mantenidos (0,1µg/l/ 0,5µg/l), en adición, se introdujeron valores más estrictos para ciertos pesticidas (0,03µg/l).

– Cobre: El valor fue reducido de 3 a 2 mg/l.

– Algunos nuevos estándares fueron introducidos para nuevos parámetros como trihalometanos, tricloroeteno y tetracloroeteno, bromato, acrilamida,...

Las fases del Ciclo Integral del Agua no han sido establecidas al azar, sino que tienen como fin garantizar la protección del dominio público hidráulico, junto con la calidad de las aguas para el consumo humano, por lo que constituyen un auténtico servicio de interés público. Como consecuencia de este interés digno de especial protección, los municipios tienen la obligación de proporcionar un sistema de abastecimiento de aguas para consumo humano que cumpla un mínimo de condiciones sanitarias. La Ley de Bases de Sanidad Nacional establece una tipología de aguas que supedita el concepto de agua de bebida a la concurrencia de una serie de requisitos técnicos, distinguiendo entre agua potable, agua sanitariamente tolerable y agua impotable. Esta normativa no se adecua a las necesidades actuales, ya que desde su promulgación en 1944 se han producido grandes cambios. Prueba de ello es la Directiva 98/83 CE de 3 de noviembre de 1998 que ha exigido su regulación jurídica mediante la elaboración de un nuevo texto que recoja las novedades tecnológicas.

TABLA 47. Directiva 98/83/EC sobre la calidad del agua destinada a consumo humano Adoptada por el Consejo el 3 de Noviembre de 1998

Parámetro	Símbolo/fórmula	Valor parámetro (mg/l)
Acrilamida	C3HNO	0,0001
Antimonio	Sb	0,005
Arsénico	As	0,01
Benceno	C6H6	0,001
Benzo (a) pireno	C20H12	0,00001
Boro	B	0,001
Bromo	Br	0,01
Cadmio	Cd	0,005
Cromo	Cr	0,05
Cobre	Cu	2,0
Cianuro	CN =	0,05
1,2-dicloroetano	Cl CH2 CH2 Cl	0,003
Epiclorohidín	C3 H5 OCl	0,0001
Flúor	F	1,5
Plomo	Pb	0,01
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Nitrato	NO3	50
Nitrito	NO2	0,50
Pesticidas		0,0001
Pesticidas-Total		0,0005
PAHa	C2 H3 N1 O5 P1 3	0,0001
Selenio	Se	0,01
Tetracloroeteno y tricloroetano	C2Cl4/C2HCl3	0,01
Trihalometanos-Total		0,1
Cloruro de vinilo	C2H3Cl	0,0005

Fuente: Elaboración propia.

Por el momento solo queda seguir actuando en las líneas que la comunidad científica y política considera deseable, basadas en una verdades científicas conocidas, y en otras apenas intuidas, y en fase muy iniciales, como es el caso de la huella ecológica en general, que si bien como planteamientos globales, parece impecable, se resiste a su aplicación a marcos geográficos concreto, como países, regiones o ciudades. Y en tanto no se consiga un mejor conocimiento en esos ámbitos geográficos, difícilmente podremos incorporarla con éxito en nuestras expectativas y procesos de desarrollo territorial. Históricamente, el agua se ha considerado un recurso local, tal y como se ha puesto de manifiesto en el estudio de la "Huella Hídrica" de las ciudades españolas, en general, y de Madrid, en particular. Sin embargo, la aceptación de las implicaciones espaciales del agua, tanto como bien escaso, como por su irregular distribución, hacen del análisis de la "Huella Hídrica" un criterio técnico de gran importancia en políticas, planes, programas y proyectos.

6. "Huella Hídrica" y escala: las diferencias territoriales de las demarcaciones hidrográficas de España

Es por todos conocida la diversidad territorial (geológica, climática, ambiental, paisajística,…) existente, de forma natural, en el territorio español, configurándolo en un mosaico de gradientes espaciales de "aridez" en múltiples direcciones. En éste, el agua no se distribuye de forma homogénea, siendo el elemento de desarrollo socioeconómico considerado como uno de los causante de los desequilibrios "interregionales". El problema, sin embargo, se puede plantear desde otra perspectiva: esta diversidad de ambientes es lo que proporciona su singularidad a cada una de las regiones españolas. En este contexto: "no es posible tener de todo en todos los sitios"; agricultura competitiva, turismo de calidad, industria puntera, actividades recreativas (campos de golf, jardines al estilo centroeuropeo, piscinas privadas, etc.), por el contrario, cada una de las actividades deberían estar distribuidas en el territorio español con mayor coherencia ambiental, aspectos éstos de notable importancia a la hora de estudiar la realidad territorial de la "Huella Hídrica" de España.

De manera que su gestión debería estar ligada y coordinada con otras políticas sectoriales. Las cuencas hidrológicas se caracterizan, precisamente, por la estrecha relación entre todos sus componentes, dentro de un dinamismo espacio-temporal vertebrado a lo largo de su red fluvial. Así, cualquier actividad que se lleve a cabo en tierras circundantes a un río, se verá reflejada en el mismo y, el caudal circulante trasladará el efecto aguas abajo. La cuenca puede interpretarse como un organismo vivo señalaba en los años setenta del pasado siglo el profesor Ramón Margalef. Un análisis del agua nos permite dar un diagnóstico de la salud (estado de alteración de las condiciones naturales) del organismo (cuenca) y las causas y consecuencias de su enfermedad (validez de la gestión del territorio). Pero, al igual que los organismos vivos, cada cuenca es única, de manera que los modelos de gestión deben ser diseñados para cada una de ellas en particular. No son útiles fórmulas o recetas generales. En este sentido, la contaminación del agua únicamente es un "indicador" de la gestión realizada, y el mantenimiento de un caudal mínimo en el río, la consecuencia de un cierto grado de sensibilización ecológica y ambiental de la población humana que vive en dicha cuenca.

La gestión del agua y el modelo de desarrollo regional deben ir acordes. En este sentido, la gestión debe circunscribirse, en lo posible, al recurso disponible de forma natural, intentando adecuar su utilización/consumo a la dinámica hidrológica espacial y temporal de cada cuenca en particular. La concepción de una gestión del agua basada en la interterritorialidad del recurso, favorecida por el desarrollo tecnológico, puede llevar a unas, cada vez más, crecientes aspiraciones que nunca podrán ser cubiertas. Si interrelacionamos los deferentes niveles de análisis, entendemos lo recogido en un reciente artículo de Juan Andrés Salido Villatori, titulado "El cálculo de la "Huella Hídrica": una tendencia de futuro para las organizaciones sostenibles", se afirma que en los últimos años han proliferado numerosas iniciativas que tratan de gestionar o marcar directrices en torno al concepto de la "Huella Hídrica" y de la "Gestión Eficiente del Agua". Ejemplo de lo anterior y, sin ánimo de realizar una exhaustiva relación de todas y cada una de las distintas iniciativas, se indican a continuación las que quizás sean las más

importantes por el número de organizaciones participantes y protagonismo que empiezan a adquirir en distintos foros especializados: "The Water Footprint Network", "CDP Water Disclosure", "Alliance for Water Stewardship", "The CEO Water Mandate del Global Compact", "ISO Water Footprint Standard", "World Business Council for Sustainable Development Water Projects", "UNEP/SETAC Water Use Life Cycle Assessment Project", etc.

Si bien es cierto que todas ellas tienen en común el concepto de la "gestión del agua", se puede afirmar que hay cierto grado de complementariedad en las mismas y la mayoría tienen un principio general colaborativo, es decir, establecen directrices y estudios técnicos/científicos que pueden ser utilizados desde una perspectiva global por cualquier operador que está interesado en el concepto de la "gestión del agua". Otra característica importante de estas iniciativas es su característica de universalidad en la aplicación de sus principios, es decir, los principales destinatarios de las mismas van desde las administraciones públicas o gobiernos hasta los consumidores pasando por el sector territorial o el empresarial. Basándonos en este último sector procede llevar a cabo una reflexión sobre la importancia o no de incorporar este nuevo "riesgo" entre las políticas y estrategias de sostenibilidad de las empresas. Son numerosos los desafíos a los que el sector empresarial deberá enfrentarse en relación a la gestión del agua. Desde la perspectiva de los reguladores, amén de los requisitos normativos ya conocidos que toda organización ha de cumplir en relación a permisos de captación de agua, vertidos, etc., cada vez se cita de forma más directa por parte del regulador el requisito de "gestionar la oferta del agua y satisfacer las demandas de aguas presentes y futuras a través de un aprovechamiento racional, sostenible, equilibrado y equitativo del agua, que permita al mismo tiempo garantizar la suficiencia y calidad del recurso para cada uso y la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles" (Directiva Marco del Agua de la Unión Europea y Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional). Ya en abril de 2009, la Comisión Europea alertaba de que "la poca disponibilidad de agua es ya un problema en muchas partes de Europa, y es probable que la situación siga deteriorándose como consecuencia del cambio climático; se prevé que las regiones europeas con gran escasez de agua van a pasar del 19% actual al 35% antes de la década de 2070, pudiendo agravar este hecho las presiones migratorias". Como un ejemplo de concreción de lo anterior, en el caso de España, la propia Ley de Economía Sostenible ya establece el requisito de incorporar criterios de valoración relacionados con "el ahorro y el uso eficiente del agua" en los procesos de contratación de las empresas públicas. Sin embargo, una de las primeras referencias al concepto de "Huella" se cita en una Orden del MARM de septiembre de 2008, en la que se establece que todas aquellas organizaciones empresariales que operen en demarcaciones hidrográficas podrán verse afectadas como consecuencia de los planes hidrológicos y análisis de huella hidrológica realizados en cada demarcación.

Desde una perspectiva del mercado, los principales índices de sostenibilidad como es el caso del Dow Jones Sustainability Index (DJSI), ya empiezan a considerar la escasez de agua como uno de los riesgos a incluir en las evaluaciones de este selectivo índice. Así, la herramienta de SAM "Corporate Sustainability Assessment" (CSA) ya incorpora métricas específicas para medir el desempeño de las organizaciones en lo relativo a riesgos relacionados con la gestión hídrica. Otro ejemplo de lo anterior lo tenemos en Ceres, coalición nacional de inversores, grupos medioambientales y otras organizaciones de interés público que tienen entre su cometido el estudio y evaluación de la escasez de agua y el cambio climático como principales desafíos en el ámbito de la sostenibilidad. Esta coalición asesora, entre otros, a la norteamericana Red de Inversores en Riesgos Climáticos (INCR por sus siglas e inglés) y tiene una estrecha vinculación con Grupos de Inversión cuyo principal y único cometido son las compañías y activos tanto públicos como privados que tengan algún tipo de relación con el agua. Se disponen de mecanismos de medición en relación al grado de exposición y sensibilidad al riesgo de uso del agua. Todas estas tendencias han provocado que cada vez más se hable de la "Huella Hídrica", concepto que fue introducido por Hoekstra en 2002 tras la aparición del concepto de huella ecológica (medida en términos de superficie).

Según Hoekstra (Director Científico de la Water Footprint Network), la "Huella Hídrica" es un indicador del uso de agua dulce que se refiere tanto al uso de agua directo como indirecto de un consumidor o productor. La "Huella Hídrica" de un individuo, comunidad o empresa se define como el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios consumidos por los individuos, comunidades o producidos por las empresas. El uso de agua se mide en términos de volúmenes de agua consumida (evaporada o incorporada en el producto) y/o contaminada por unidad de tiempo.

En la norma ISO (ISO/WD 14046.3 Life Cycle Assessment –Water Footprint– Requirements and Guidelines) la "Huella Hídrica" se define como "el resultado del indicador de la categoría de ciclo de vida que evalúa la contribución del sistema objeto de estudio al impacto sobre el agua"; la evaluación del impacto sobre el agua se define como "la fase del análisis de ciclo de vida cuyo propósito es comprender y evaluar la magnitud y significancia de los impactos medioambientales potenciales sobre el uso del agua de los productos y sistemas". "Huella Hídrica" en empresas/corporaciones agroalimentarias con alta relación con producción primaria (tanto agrícola como ganadera) vs empresas industriales. En el primer caso nos encontramos con organizaciones que tienen una responsabilidad en la "Huella Hídrica" de sus actividades "Upstream" o "aguas arriba" en sus procesos productivos, como en su cadena de suministro que, al estar constituida por la actividad agroalimentaria, va a contar sin duda con un elevado peso en la "Huella Hídrica" resultante (en este caso tanto "Huella Hídrica" azul, verde y gris, atendiendo a la clasificación de la Water Footprint Network). Esto implicaría un ejercicio de análisis y posicionamiento en relación a la situación mediante la cual se gestiona el acceso a las reservas hidrológicas de los lugares de producción agropecuarias. Es decir, una organización agroalimentaria que quisiera abordar el cálculo de la "Huella Hídrica" no podría dejar pasar por alto el análisis de la "Huella Hídrica" de sus proveedores, así como su correspondiente análisis de sostenibilidad global, es decir, analizando el conjunto de impactos medioambientales, sociales y económicos que se dan en los lugares de producción en lo relativo al uso del agua.

¿Quiere esto decir que la "Huella Hídrica" no es relevante en las denominadas empresas industriales? La respuesta es contundente: también en este tipo de empresas con una implicación menor con el sector de alimentación o producción primaria, es relevante abordar el establecimiento de políticas y estrategias vinculadas con la gestión hídrica de sus operaciones. En este último caso lo relevante no será tanto la "Huella Hídrica" "verde" (no relevante al no disponer de procesos de producción primaria vinculados con su actividad) pero sí le otorgará una herramienta que le permitirá obtener información relevante en lo relativo a:

- Contribución y posicionamiento en lo relativo a la sostenibilidad global del uso del agua en los lugares en los que opera.
- Medición de la "Huella Hídrica" como consecuencia de una posible contaminación del agua debido a sus procesos productivos (conocida o medida como "Huella Hídrica" "gris").

  En ambos casos los componentes de la "Huella Hídrica" de una compañía se pueden clasificar como:
- "Huella Hídrica" Operacional, constituida a su vez por:
  - "Huella Hídrica" directamente asociada con la fabricación de los productos o prestación de los servicios de la empresa: agua incorporada al producto, agua consumida o contaminada a través de procesos de lavado, agua contaminada en procesos térmicos de refrigeración, etc.
  - "Huella Hídrica" indirecta o de estructura: consumo o contaminación de agua relacionada con el uso de agua en cocinas, aseos, limpieza, actividades de jardinería o de limpieza de ropa de trabajo.
- "Huella Hídrica" de la Cadena de Suministro, igualmente clasificada por:
  - "Huella Hídrica" directamente asociada con la fabricación de los productos o prestación de los servicios de la empresa: "Huella Hídrica" de los ingredientes o materias primas de los productos adquiridos por la compañía, "Huella Hídrica" de otros bienes adquiridos por la compañía para la fabricación del producto o prestación del servicio.
  - "Huella Hídrica" indirecta o de estructura: "Huella Hídrica" de la infraestructura (materiales de construcción y similares), "Huella Hídrica" de los materiales y de la energía para uso general (materiales de oficina, coches y camiones, combustibles, electricidad y similares).

Ascendiendo de la empresa a la realidad territorial España es en su conjunto un país semiárido; de hecho, es el país con menos recursos hídricos por habitante de la Unión Europea (Garrido y Llamas, 2009 bis). Esto explica en gran manera el por que los conflictos sociales y políticos en relación con la gestión de los recursos hídricos hayan sido –y continúen siendo– relativamente importantes. Al mismo tiempo España ha experimentado en el último medio siglo cambios sociales y políticos muy profundos; ha pasado de ser un país predominantemente rural y autárquico a ser un país democrático e industrializado, con una economía de peso global. El peso relativo del sector agrario se ha reducido de modo

significativo en relación con el sector de servicios; por ejemplo, hoy en día el turismo supone un valor económico y de puestos de trabajo superior al del sector agrario. El análisis de la política de agua española puede aportar experiencias interesantes para otros países de similares condiciones climáticas (áridos o semi-áridos) o económicas (economías emergentes). Los avances científicos y tecnológicos conseguidos en las últimas décadas están permitiendo enfocar y resolver de una forma más práctica y consensuada los conflictos sociales y políticos en relación con la gestión de los recursos hídricos. Entre esos avances destacan tres debido a su accesibilidad y coste relativamente reducido: la mayor economía y rapidez del comercio internacional de alimentos, la desalación de aguas marinas y salobres y el uso intensivo de las aguas subterráneas (Lopez-Gunn y Llamas, 2008). Ahora bien la tecnología de la desalación es muy importante para los usos urbanos e industriales pero actualmente su uso para usos agrícolas es muy limitado (11).

El territorio español actual también es en buena aparte resultado de una ingente obra hidráulica, en parte de origen muy antiguo, aunque en su mayor parte construida a lo largo del siglo XX; en nuestro caso en lugar de hacer retroceder a las aguas, la tarea ha sido regularlas (embalses) y distribuirlas (canales). A finales del siglo XIX, el regeneracionista Joaquín Costa decía: "La política hidráulica expresa en cifra toda la política económica que cumple seguir a la Nación para redimirse. Una verdadera empresa nacional capaz de rehacer la geografía de la Patria". De resultas de esta visión, los diferentes regímenes políticos que se han sucedido a lo largo del siglo XX desarrollaron una ingente infraestructura hidráulica. Ni el sistema urbano, ni el sistema productivo (agrario, industrial o turístico), ni los paisajes de España son comprensibles sin tener en cuenta la profunda transformación del sistema hidrológico, que, como recientemente hemos ido dándonos cuenta, ha tenido unos costes económicos, sociales y ecológicos muy importantes; en el caso de estos últimos, auténticamente demoledores. Por eso el agua y la política de aguas en España, como en Holanda, son temas permanentes, con un perfil político desconocido en otros lugares.

Han jugado y desempeñan un papel fundamental ya desde 1926, en el ámbito de las políticas del agua, las Confederaciones Hidrográficas. Éstas fueron definidas en sus inicios, como una fórmula organizativa original para impulsar la construcción de las obras hidráulicas y la eficaz explotación de los sistemas de aprovechamientos hidráulicos. "Se establecieron en principio como Administraciones públicas institucionales de carácter autónomo, delimitadas por cuencas fluviales importantes y también como la culminación de un proceso general de participación de los usuarios, inmanente en el ordenamiento jurídico español de las aguas públicas." (3)

A través de las confederaciones hidrográficas se buscaba integrar en el ámbito institucional a todas las partes interesadas, de hecho el éxito de esta finalidad residía en la consecución de la adhesión máxima de usuarios. Estas instituciones autónomas, además, tenían como finalidad la gestión del agua a través de la gestión de la cuenca, así como los posibles aprovechamientos del agua. Una de las primeras funciones que se les asigna es la de formar un plan de aprovechamiento general coordinado y metódico de las aguas que discurran por el cauce de los ríos comprendidos en la Confederación a los efectos de su mejor aprovechamiento. De esta manera, se contemplaba con casi ochenta años de adelanto lo que la Directiva Marco en el año 2000 propondría a través de los Planes Hidrológicos de cuenca para la gestión. Aunque no con las mismas expectativas y conocimiento. Ya que a través de las Confederaciones hidrográficas y sus planes sobre el agua no se contemplaba la planificación global del territorio.

Y es que, desde su nacimiento las confederaciones hidrográficas sufrieron algunos contratiempos. Ya que no pudieron desarrollar sus órganos internos de gestión acorde se esperaba en el Real Decreto. Indicar también que pese a que nacieron como entes autónomos, enseguida quedaron soterradas a meros organismos dependientes del Ministerio de Fomento. Sólo algunos planes como el de 1933, bajo la República, intentaron recuperar ese carácter descentralizado e independiente de las Confederaciones Hidrográficas. Pero el poder centralizador y unitario que se desarrolló bajo la Dictadura de Franco, en el caso que nos toca, transformó las confederaciones hidrográficas; siendo encargada su gestión y ocupando los puestos de dirección de las mismas por personas afines al Movimiento. Esto impidió corregir los errores, que subyacían en el nacimiento de las confederaciones y relanzar un modelo que hubiera podido conjugar las grandes obras hidráulicas, con alternativas participativas.

Y es que, pasado medio siglo, en el plan hidrológico que intentó aprobar sin éxito en 1995 el último gobierno de Felipe González, con la enorme red de trasvases (Sistema de Equilibrio Hidrológico Nacional) que preveía, fue la apoteosis final de esa gran política hidráulica. El segundo gobierno de Aznar

intentó, también sin éxito, una fórmula algo reducida de este proyecto: el trasvase del Ebro, aprobado en 2001 y derogado en 2004. La traca final de la gran política hidráulica llegaba ya tarde, en un momento en el que las prioridades de la gestión del agua de la Unión Europea, en la que ya nos insertábamos, eran otras: la conservación o restauración de la calidad del agua y de sus ecosistemas asociados; la gestión integrada en cuencas hidrográficas a las que hay que incorporar las aguas costeras (la tradicional expresión "el agua que se pierde en el mar" deja de tener sentido); la gestión económicamente racional de los recursos, expresada en el principio de la responsabilidad de los usuarios y la recuperación de costes de los servicios del agua; la información y la participación pública activa del conjunto de la sociedad, más allá de la implicación de los usuarios directos (concesionarios de derechos de aguas: regantes, empresas hidroeléctricas, abastecimientos urbanos o industriales), que con formas poco democráticas ya habían sido incorporados en el modelo de política hidráulica clásico. Esta nueva racionalidad se formaliza en la Directiva Marco del Agua europea, que se aprobó en el año 2000 y en cuyo proceso de aplicación estamos completamente sumidos.

En estos últimos años, se han dejado sentir inercias de los viejos planteamientos y problemas, pero también avances esperanzadores. Entre las primeros destacan las resistencias presentadas a la aplicación de las ideas de la Directiva Marco del Agua, que sólo ha sido francamente aceptada e impulsada durante el periodo 2004-2008. De dicho periodo, los cuatro primeros años perdidos (2000-2004) y las vacilaciones y retrasos actuales en el desarrollo de los nuevos planes de cuenca que la Directiva ordena, con la notable excepción de las cuencas internas de Cataluña y Baleares; de ahí también, la continuación de uno de los problemas fundamentales de la gestión del agua en España: la falta de control sobre los usos abusivos, lo que se ha dado en llamar el "desgobierno hidráulico", concretado en la continuación del crecimiento del regadío ilegal, principalmente a partir de aguas subterráneas, todo ello con graves impactos negativos sobre el agua y sus ecosistemas asociados. Una de las más graves lacras de la política del agua en España: la capacidad de los grupos de presión tradicionales (agrarios, hidroeléctricos) para oponerse a la revisión del vigente régimen económico-financiero del agua que, contra lo propugnado por la Directiva Marco, institucionaliza una importante subvención de costes, identificada desde hace años como uno de los factores explicativos de la excesiva presión sobre los recursos. Surgen de esta manera interrogantes tales como ¿por qué no se administra el territorio de manera que, por sus diferentes cualidades y necesidades, se realice una adecuada segregación de las actividades a desarrollar; en lugar de trasladar a tierras poco fértiles y de mayor déficit hídrico los cultivos de regadío para construir espléndidas viviendas de lujo en las ricas vegas tras haberlas llevado a un estado de dejadez y abandono? Puesto que la gestión del agua como recurso requiere concesiones por parte de todos los usuarios, se debería incrementar la participación de los ciudadanos en los procesos de decisión. Existen experiencias, fuera de España, donde la implicación de los ciudadanos en la toma de decisiones en temas tan controvertidos como, por ejemplo, de conservación de espacios naturales, ha dado resultados extraordinariamente positivos.

Los planes regionales de mejora en la agricultura, que incluyen nuevas variedades de cultivos más competitivos, o los planes de modernización de regadíos, con implantación de técnicas que favorecen el ahorro de agua (reutilización de aguas residuales, retorno y reciclado, etc.), constituyen una nueva perspectiva de futuro y una esperanza para todos. Pero, no olvidemos que aún queda mucho por hacer para disminuir las pérdidas de agua como consecuencia del sobrerriego, fugas en los canales de transporte (que se estiman ascienden al 57 % del total del recurso) o las consecuencias indirectas derivadas de la P.A.C., lo elevado de las inversiones económicas o la pérdida de calidad ambiental en beneficio del desarrollo de nuevas y cada vez más sofisticadas tecnologías.

A estos viejos problemas se añade otros también graves, como la resistencia a la democratización de las estructuras de representación, con una presencia mínima de los agentes sociales (consumidores, ambientalistas, científicos…) más identificados con las nuevas orientaciones; o como la continuación de los tradicionales problemas de coordinación de la gestión del agua con las políticas sectoriales, a lo que se añade ahora las tensiones, que preocupan desde la perspectiva de la gestión integrada y ecosistémica del agua, entre la unidad de la cuenca hidrográfica y algunos aspectos de la evolución reciente de las competencias autonómicas en esta materia, pasando a desempeñar un papel fundamental las Demarcaciones hidrográficas, punto de referencia en nuestro estudio de la "Huella Hídrica", la Sostenibilidad y el Desarrollo, en nuestro país.

6.1. La "Huella Hídrica" de las demarcaciones hidrográficas españolas

Los organismos de cuenca, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 19 de la Ley de Aguas de 1985 (art. 21 del Texto Refundido), se constituyeron en las cuencas hidrográficas intercomunitarias, o que exceden del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma. Dichos Organismos, que adoptan la denominación de Confederaciones Hidrográficas, tienen una larga tradición en la historia hidrológica de nuestro país, pues parten del Real Decreto publicado en la Gaceta del 5 de marzo de 1926, recibiendo el rango de Decreto ley el 28 de mayo del mismo año. Las primeras Confederaciones fueron las del Ebro (creada el 5 de marzo de 1926), la del Segura (R.D. de 23-8-1926), las del Duero y del Guadalquivir (1927) y la del Pirineo Oriental (1929), pero el proceso completo de creación fue dilatado en el tiempo, sobre todo en las cuencas del Norte de España, no organizadas como Confederación hasta el año 1961. Tal como fueron concebidas en la Ley de Aguas de 1985, las Confederaciones Hidrográficas son entidades de derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado y con plena autonomía funcional, figurando entre sus funciones la administración y control del dominio público hidráulico y la elaboración, seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de cuenca. En las cuencas hidrográficas intracomunitarias o internas, esto es, aquéllas que están comprendidas íntegramente dentro del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, las funciones atribuidas a los citados Organismos de cuenca en las cuencas intercomunitarias, corresponden a las Administraciones hidráulicas de las Comunidades Autónomas que en su propio territorio y en virtud de sus estatutos de autonomía ejerzan competencias sobre el dominio público hidráulico. A tales efectos, tienen transferidas estas competencias Galicia, Cataluña, Baleares, Canarias y País Vasco y Andalucía (Cuenca Mediterránea Andaluza y Cuenca Atlántica Andaluza).

La adaptación a España de 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 (Demarcación Hidrográfica es 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. Siendo la cuenca hidrográfica la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventuales lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta). De esta manera el mapa anterior al real decreto era el siguiente (ver Figura 81):

FIGURA 81. Demarcaciones Hidrográficas

Fuente: MARM (2009).

Quedando tras la aprobación del mencionado Real decreto, de la siguiente forma:

FIGURA 82. Demarcaciones Hidrográficas de España

Fuente: MARM (2009).

Seis demarcaciones hidrográficas ocupan aproximadamente el 75% de la superficie terrestre de España, tienen el 67% de los embalses y casi el 50% de los sistemas de explotación (Tabla 48). En el caso de Canarias, existe una demarcación hidrográfica por isla.

TABLA 48. Demarcaciones hidrográficas terrestres de España

Demarcación Hidrográfica Terrestre	Superficie terrestre		Longitud de costa	Longitud de ríos	CC.AA.	Sist. de explotación
	km²	%	km	km	#	#
Ebro	85.567	16,902	148	12.495	9	28
Duero	78.860	15,578	0	13.539	7	5
Guadalquivir	57.228	11,304	73	9.701	4	15
Tajo	55.764	11,015	0	10.130	5	5
Guadiana	55.389	10,941	34	8.046	3	5
Júcar	42.958	8,486	588	5.386	5	9
Cantábrico	20.885	4,125	807	4.699	6	22
Segura	18.897	3,733	395	1.469	4	1
Cuenca Mediterránea Andaluza	17.948	3,545	652	2.145	1	5
Miño-Sil	17.592	3,475	0	4.473	3	6
Cuencas Internas de Cataluña	16.494	3,258	795	2.786	1	4
Galicia Costa	13.217	2,611	2.120	2.875	1	19
Cuenca Atlántica Andaluza	10.679	2,109	494	2.066	1	3
Baleares	5.019	0,991	1.375	0	1	4
Cuencas Internas País Vasco	2.286	0,452	266	422	1	-
Tenerife	2.034	0,402	407	0	1	1
Fuerteventura	1.651	0,326	339	0	1	1
Gran Canaria	1.555	0,307	275	0	1	1
Lanzarote	843	0,167	290	0	1	1
La Palma	704	0,139	186	0	1	1
La Gomera	370	0,073	134	0	1	1
El Hierro	269	0,053	129	0	1	1
Ceuta	20	0,004	0	0	1	-
Melilla	13	0,003	0	0	1	-
Total	**506.242**	**100**	**9.507**	**80.231**	**19**	**138**

	Embalses	Masas de agua superficial				Masas de agua subterránea
		Río	Lago	Costera	Transición	
	#	#	#	#	#	#
Ebro	194	699	95	1	3	105
Duero	76	342	17	-	-	31
Guadalquivir	106	325	4	3	11	58
Tajo	286	285	33	-	-	24
Guadiana	154	229	32	2	4	20
Júcar	47	296	20	43	3	79
Cantábrico	58	291	24	13	23	36
Segura	33	69	23	24	-	63
Cuenca Mediterránea Andaluza	35	120	5	26	9	67
Miño-Sil	53	249	3	-	1	6
Cuencas Internas de Cataluña	13	260	54	31	21	39
Galicia Costa	22	466	-	123	24	18
Cuenca Atlántica Andaluza	73	113	4	14	20	17
Baleares	2	-	5	31	35	90
Cuencas Internas País Vasco	11	48	-	4	14	14
Tenerife	31	-	-	7	-	4
Fuerteventura	2	-	-	6	-	4
Gran Canaria	52	-	-	6	-	10
Lanzarote	1	-	-	5	-	1
La Palma	5	-	-	5	-	5
La Gomera	19	-	-	4	-	5
El Hierro	1	-	-	3	-	3
Ceuta	2	-	-	-	-	-
Melilla	-	-	-	-	-	-
Total	**1.276**	**3792**	**319**	**351**	**168**	**699**

Fuente: MARM, 2008b.

Los organismos responsables de la gestión de las cuencas hidrográficas, que exceden el ámbito territorial de una sola Comunidad Autónoma, son las Confederaciones Hidrográficas "intercomunitarias". Éste es el caso de las cuencas del Cantábrico, Miño-Sil, Duero, Ebro, Tajo, Júcar, Guadiana, Guadalquivir y Segura. Para cada una de ellas existe un órgano de cooperación denominado Comité de Autoridades Competentes, donde están representadas la Administración General del Estado, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales. Su función es garantizar la adecuada cooperación en la aplicación de las normas de protección de las aguas.

Cuando las cuencas hidrográficas están comprendidas en una Comunidad Autónoma se denominan demarcaciones intracomunitarias, y las responsables de su gestión son las Comunidades Autónomas. Las demarcaciones intracomunitarias son: Atlántica Andaluza, Mediterránea Andaluza, Internas de Cataluña, Baleares, Canarias, Galicia-Costa e Internas del País Vasco.

Las demarcaciones hidrográficas que son compartidas con otros países son: Miño-Limia, Duero, Tajo y Guadiana con Portugal; del Norte, del Ebro y cuencas internas del País Vasco con Francia; del Ebro con Andorra; de Ceuta y de Melilla con Marruecos.

Desde esta perspectiva, cobran relativa importancia los parámetros climáticos por demarcación hidrográfica. El régimen de precipitaciones en España es muy variado, con una media superior a 2.000 mm en puntos como Galicia, cordillera Cantábrica, Pirineo Vasco Navarro, Sistema Central y Sierra de Ubrique) e inferior a 200 mm en otros puntos del sureste, principalmente Almería (Ministerio de la Presidencia, 2007). Se observa en la Tabla 49, que las demarcaciones del norte poseen en general una precipitación media superior a las demarcaciones del sur de España, y menores diferencias en la temperatura media. Valores que inciden en la evapotranspiración de referencia, con valores relativamente homogéneos. En el caso de las demarcaciones de las Islas Canarias, las bajas precipitaciones y las altas temperaturas producen una evapotranspiración de referencia baja.

TABLA 49. Precipitación, temperatura y evapotranspiración de las demarcaciones hidrográficas de España

Demarcación Hidrográfica	Precipitación			Temperatura			Evapotranspiración	
	Max	Min	Media	Max	Min	Media	Potencial	Referencia
	mm			ºC			mm	
Miño-Sil	1.921	796	1.231	22	2	11	625	490
Galicia Costa	2.236	866	1.501	22	5	13	702	595
Cuencas Internas País Vasco	1.779	901	1.342	23	0	12	732	597
Cantábrico	1.656	853	1.270	21	0	11	701	524
Duero	854	377	614	23	-1	11	793	457
Tajo	942	348	636	26	0	13	961	464
Guadiana	753	267	522	28	3	15	982	433
Guadalquivir	989	289	579	28	4	16	1.042	441
Cuenca Mediterránea Andaluza	868	262	528	27	6	16	1.068	372
Cuenca Atlántica Andaluza	1.257	362	708	28	7	18	1.258	515
Segura	600	213	375	27	4	16	983	332
Júcar	816	332	511	26	2	14	908	439
Ebro	823	456	646	24	-1	12	790	461
Cuencas Internas de Cataluña	1.057	452	710	25	1	14	807	532
Baleares	1.159	315	552	28	6	17	934	453
Gran Canaria	577	121	274	28	10	17	1.355	216
Fuerteventura	220	28	115	27	11	20	1.396	113
Lanzarote	291	43	129	27	11	20	1.285	121
Tenerife	711	150	355	26	6	16	1.241	252
La Palma	1.263	230	680	26	6	18	1.325	362
La Gomera	913	100	358	26	5	18	1.320	250
El Hierro	761	98	341	26	6	19	1.514	254

Fuente: MARM, 2008b.

Igualmente, debemos destacar el estado de los recursos hidricos por demarcación. Las cuencas de Miño-Sil, de Galicia Costa, Internas del País Vaso y del Cantábrico representan el 56,44% de la aportación específica anual de España (Tabla 50), mientras que por su superficie, las cuencas de Miño-Sil, de la costa de Galicia, del Cantábrico, del Duero y del Ebro, representan el 64,39% de los recursos hídricos totales que se generan en régimen natural.

TABLA 50. Aportación específica anual y recursos hídricos totales en régimen natural

Demarcación Hidrográfica	Superficie	Aportación específica anual			Recursos hídricos totales en régimen natural		
		Min	Media	Max	Min	Media	Max
	km²	mm			hm³ año-1		
Miño-Sil	17.592	360	743	1.400	6.326	13.079	24.636
Galicia Costa	13.217	386	937	1.704	5.097	12.380	22.518
Cuencas Internas País Vasco	2.286	388	752	1.151	887	1.719	2.632
Cantábrico	20.885	397	751	1.117	8.284	15.692	23.338
Duero	78.860	63	163	348	4.952	12.832	27.472
Tajo	55.764	45	175	385	2.499	9.783	21.496
Guadiana	55.389	9	93	227	516	5.129	12.596
Guadalquivir	57.228	20	142	404	1.135	8.109	23.094
C. Mediterránea Andaluza	17.948	28	166	422	495	2.981	7.565
Cuenca Atlántica Andaluza	10.679	24	200	620	258	2.131	6.624
Segura	18.897	18	52	98	334	980	1.845
Júcar	42.958	33	81	169	1.423	3.471	7.254
Ebro	85.567	102	189	304	8.742	16.167	25.983
Cuencas Internas de Cataluña	16.494	74	186	419	1.224	3.076	6.916
Baleares	5.019	28	127	453	141	640	2.271
Gran Canaria	1.555	21	87	247	32	136	384
Fuerteventura	1.651	9	16	41	15	26	68
Lanzarote	843	10	18	83	8	15	70
Tenerife	2.034	31	123	396	64	251	805
La Palma	704	57	376	895	40	265	630
La Gomera	370	19	137	580	7	51	215
El Hierro	269	24	126	418	6	34	112

Fuente: MARM, 2008b.

Los niveles de agua embalsada en las distintas demarcaciones hidrográficas, a enero de 2010, presentaron porcentajes superiores al 70%, con excepción de las cuencas del Segura y del Júcar (Tabla 51). Valores que concuerdan con los bajos niveles de precipitación.

TABLA 51. Aportación específica anual y recursos hídricos totales en régimen natural

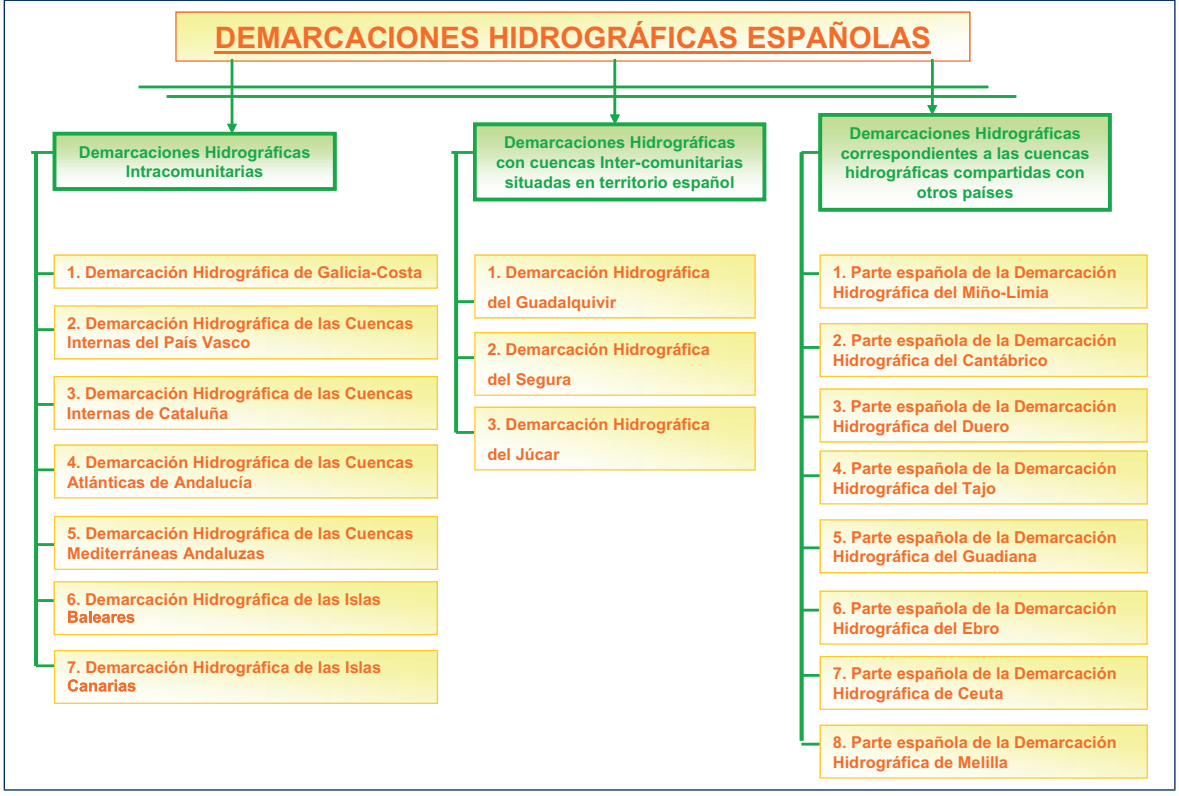
Demarcación Hidrográfica	Volumen de agua embalsada hm³	Capacidad de agua embalsada hm³	Uso del embalse %
Miño-Sil	2.402	3.022	79,5
Galicia Costa	515	684	75,3
Cuencas Internas País Vasco	20	21	95,2
Cantábrico	501	625	80,2
Duero	6.549	7.513	87,2
Tajo	7.991	11.012	72,6
Guadiana	7.504	9.430	79,6
Guadalquivir	6.475	7.377	87,8
Cuenca Mediterránea Andaluza	791	1.043	75,8
Cuenca Atlántica Andaluza	1.682	1.878	89,6
Segura	742	1.141	65,0
Júcar	1.836	3.330	55,1
Ebro	6.219	7.511	82,8
Cuencas Internas de Cataluña	605	740	81,8

Fuente: MARM, 2008b.

Otra fuente importante de agua son las aguas subterráneas que se encuentran en los acuíferos. Esta fuente de agua es muy importante en las zonas más secas de España, y un recurso estratégico y complementario en las zonas más húmedas.

Tras lo expuesto, y de forma esquemática, tenemos:

TABLA 52. Demarcaciones Hidrográficas Españolas



Fuente: Elaboración propia.

El Decreto también hace constar que la inclusión de determinadas cuencas hidrográficas en el ámbito de alguna demarcación hidrográfica reviste carácter provisional en aquellos casos en que se trate de cuencas comprendidas en su totalidad en una Comunidad Autónoma determinada y que hasta la fecha no hayan sido objeto de traspaso. Dicha provisionalidad finalizará cuando las comunidades autónomas afectadas asuman de manera efectiva las competencias sobre dichas cuencas. En ese momento deberán revisarse las demarcaciones hidrográficas correspondientes. Este punto se refiere claramente a las Cuencas Intracomunitarias de la Comunidad Valenciana (sentencia del Tribunal Supremo del año 2004), aunque otras comunidades autónomas –como Asturias o Cantabria– han manifestado su interés en asumir las competencias sobre sus cuencas internas.

Igualmente, señalar que las Confederaciones hidrográficas u Organismos de cuenca son los Organismos encargados de la gestión de las demarcaciones hidrográficas. Estos organismos son entidades de Derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, adscritas a efectos administrativos al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y poseen plena autonomía funcional (Hispagua, 2010).

Las funciones de las Confederaciones son la elaboración del Plan Hidrológico de cuenca, su seguimiento y revisión; la administración y control del Dominio Público Hidráulico y de los aprovechamientos de interés general o que afecten a más de una Comunidad Autónoma; el proyecto, la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios del Organismo o , y las que les sean encomendadas por el Estado; las que se deriven de los convenios con Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y otras Entidades públicas o privadas, o de los suscritos con los particulares.

Las Confederaciones Hidrográficas, que tienen a cargo la administración pública del agua de las cuencas intercomunitarias, son:

- Norte I, II, III. Comunidades autónomas de Navarrra, País Vasco, Cantabria, Castilla y Léon, Asturias y Galicia.
- Duero. Comunidades autónomas de Castilla y Léon, Galicia.
- Tajo. Comunidades autónomas de Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Madrid, Extremadura.
- Guadiana. Comunidades autónomas de Castilla-La Mancha, Andalucía, Extremadura.
- Guadalquivir. Comunidades autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha, Murcia, Extremadura.
- Segura. Comunidades autónomas de Murcia, C. Valenciana, Castilla-La Mancha, Andalucía.
- Júcar. Comunidades autónomas de Cataluña, C. Valenciana, Aragón, Castilla-La Mancha, Murcia.
- Ebro. Comunidades autónomas de Castilla y León, Cantabria, País Vasco, Rioja, Navarra, Aragón, Castilla-La Mancha, C. Valenciana, Cataluña.

Las Administraciones Hidráulicas, que administran las cuencas intracomunitarias, son:

- Cuencas Internas de Cataluña. Comunidad Autónoma de Cataluña.
- Islas Baleares. Comunidad Autónoma de Baleares.
- Islas Canarias. Comunidad Autónoma de Canarias.
- Galicia Costa. Comunidad Autónoma de Galicia.
- Cuencas Internas del País Vasco. Comunidad Autónoma de País Vasco.
- Cuenca Mediterránea Andaluza. Comunidad Autónoma de Andalucía.

Llegados a este punto, debemos remarcar que la importancia de estudiar la "Huella Hídrica" en estos niveles de análisis es indiscutible. Así, a través del cálculo de la "Huella Hídrica" podemos aproximarnos a la realidad del agua, 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 (UE, 2000), 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 (BOE, 2008) (2). El cálculo del indicador de la "Huella Hídrica", tal y como se ha expuesto anteriormente, ofrece la posibilidad de evaluar la intensidad del uso y consumo del agua por la sociedad. Su carácter homogéneo y estándar permite realizar un seguimiento temporal para detectar sus variaciones ya sean motivadas por el progreso económico o por la modificación de las estructuras de producción y consumo. El cálculo del indicador HH ha seguido el procedimiento estándar y por este motivo, es perfectamente comparable con otros indicadores realizados en otros países. Sin embargo, la adición del agua importada y la sustracción del agua exportada al agua directa de la producción, reduce el valor de este indicador para la gestión del medio físico hídrico, pues la presión sobre el medio tiene su origen en la demanda total interna de agua, ya sean los productos para consumo interno o para exportación. De igual forma, el agua virtual importada no supone presión alguna sobre el medio hídrico interno.

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 ($WF_{Esp,ext}$):

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

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.

Los datos de exportación e importación de productos agrarios (agrícolas y ganaderos) corresponden a las cifras de "Comercio Exterior de España" de los Anuarios Estadísticos del MARM (1999, 2002 y 2008). Los contenidos de agua virtual de los productos agrícolas y ganaderos se obtuvieron de Champagain y Hoekstra (2004), y Champagain y Hoekstra (2003), respectivamente.

Igualmente, con Aldaya et alii. (2010) podemos destacar que España es uno de los países que más agua "per cápita" consume (2300 m^3 cápita^{-1} 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 km^3 año^{-1}. El abastecimiento urbano de agua representa el 4.5% de la "Huella Hídrica" de España, valor inferior al de Italia y Estados

Unidos, y ligeramente superior al de India. El 14,7% del consumo total de agua corresponde al sector industrial, pero el 47% se debe al agua virtual procedente de las importaciones. El porcentaje restante (81,7%) corresponde a la producción de alimentos, del cual, las dos terceras partes se producen con recursos hídricos propios.

Económicamente, el agua para abastecimiento urbano tiene un valor de 4,2 billones de euros, y el agua del sector industrial 123 billones de euros (es el 15% del PIB y el 16% de la población económicamente activa). El sector agrario, a pesar de que consume cerca del 80% del agua en España, tan solo representa el 3% del PIB, es decir, 26 millones de euros y da empleo al 5% de la población económicamente activa.

En el análisis del consumo de agua en el sector agrícola, en el que se centra el estudio, los autores resaltan que la escasez de agua por sí sola no explica por qué España exporta agua virtual a través de los productos pecuarios, siendo esta exportación consecuencia de la menor aplicación de la legislación ambiental relacionada con la producción ganadera, la presencia territorios vacíos y una mayor integración económica, especialmente a nivel de la Unión Europea. Además, destacan que las importaciones de cereales y de materias primas para el sector pecuario han permitido que este sector crezca como lo ha hecho en los últimos diez años.

Por otro lado, la presencia de factores actuales como la globalización, la disponibilidad de medios de transporte baratos y rápidos, el uso del riego con aguas subterráneas contra la variabilidad del clima y la regulación ambiental, han permito que los agricultores españoles adopten rápidamente de una política de "más cultivos y empleo por gota" por una de "más dinero y naturaleza por gota". La consecución de este nuevo paradigma significa una solución del conflicto entre los agricultores y los conservacionistas, que permitiría preservar el ambiente sin afectar a la economía del sector agrícola (todo ello sin olvidar que la escasez de agua en España se debe principalmente a la mala gestión del recurso en el sector agrícola, sobre todo, por la persistencia de la idea antigua de la autosuficiencia alimentaria, la aún imperfecta Organización Mundial del Comercio (OMC), la ausencia de instrumentos económicos adecuados para la gestión del agua y de políticas nacionales que promuevan la agricultura de regadío para contribuir a la estabilidad regional y a los precios de los productos agrícolas.

En nuestro estudio, hemos partido del trabajo realizado por Rodríguez-Casado et al. (2008) aplicando la metodología anteriormente expuesta, distinguiendo entre el consumo de agua azul y de agua verde, y solventando una de las deficiencias de la metodología desarrollada por Chapagain y Hoekstra (2004). De esta forma, podemos afirmar que la "Huella Hídrica" de la agricultura en España, para el año 2003, ha sido de 49.179 hm^3, con una "Huella Hídrica" "per cápita" de 1.151 m^3 (Tabla 53), correspondiendo el 80% de la "Huella Hídrica" a la agricultura y la ganadería, y el 20% restante al consumo de agua por parte del sector urbano e industrial, poniéndose de manifiesto que España es un país importador neto de agua virtual, contenida en productos agrícolas (ver Tabla 54).

TABLA 53. «Huella Hídrica» española

			1996	2000	2007
Total	**WF_I**	hm^3	19.386	19.954	18.182
	WF_E	hm^3	25.271	27.794	31.066
	WF_{Total}	hm^3	44.588	47.679	49.179
	WF_{Total} "per cápita"	m^3 hab-1	1.118	1.159	1.151
Agricultura	**Consumo Agua**	hm^3	25.891	27.032	27.899
	"Importaciones Netas" VW	hm^3	9.807	12.530	15.357
	$WF_{Agricultura}$	hm^3	35.454	39.564	43.254
	$WF_{Agricultura}$ WF_{Total}^{-1}	%	79,40	82,70	87,80
	VWE Consumo $Agua^{-1}$	%	25,5	20,7	19,1

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodríguez Casado et al. (2008).

Y es que, en 2007, el aumento de la importación de materias primas para la alimentación del ganado provocó el incremento del consumo de agua virtual agrícola proveniente de las importaciones, en comparación con el año 1996, considerado año seco. Además, debido a este incremento la "Huella Hídrica" de la agricultura española representa casi el 90%.

Los resultados obtenidos muestran notables diferencias respecto al realizado por Chapagain y Hoekstra (2004), principalmente, porque se distingue entre la producción en régimen de secano y la de regadío. En la Tabla 54 se observan las diferencias en los resultados de estas dos investigaciones.

TABLA 54. Contenido en AV de cultivos de secano y regadío ($m^3\ t^{-1}$)

Régimen	Cultivo	España			Ch&H	Media
		1996	2000	2007		mundial
Secado	Trigo	404	481	449	1.227	1.334
	Cebada	352	582	444	1.070	1.388
	Aceituna de Almazara	494	496	466	3.295	4.393
Regadío	Maíz	659	727	763	646	909
	Naranja	365	326	302	362	457
	Tomate	95	93	97	53	184

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodríguez Casado et al. (2008).

El agua virtual exportada por España, principalmente de frutas y hortalizas, corresponde al agua virtual azul, mientras que en las importaciones, principalmente trigo (Francia y Reino Unido) y maíz (Francia y Argentina), predomina el agua virtual verde. El tipo de agua virtual contenida en los productos exportados e importados, pone de manifiesto que España exporta en su mayoría agua procedente de sus recursos hídricos, mientras que importa en su mayoría agua procedente de la lluvia. Aldaya (2007) destaca la mayor eficiencia en el uso del agua (principalmente verde) en la producción de maíz en Argentina, en relación con España.

Los cereales, que ocupan el 45% de la superficie agraria útil (SAU), representan el 39% de la "Huella Hídrica" de la agricultura española. Destacando que la cantidad consumida de agua azul y de agua verde es similar en los cultivos de secano y de regadío, a pesar de ser ésta última 6 veces menor (Tabla 55). Cultivos como el arroz y el maíz con altos requerimientos hídricos, y el trigo y la cebada en regadío, con superficies significativas, aumentan el consumo de agua azul. La "Huella Hídrica" de los cultivos industriales representa el 29% del total, gracias a las importaciones de agua virtual (soja y torta de soja). Gran parte del agua virtual exportada de los cultivos industriales corresponde a agua virtual re-exportada. El olivar es el tercer grupo de cultivos por porcentaje de "Huella Hídrica", a pesar de tener una superficie superior a la de los cultivos industriales. Su menor "Huella Hídrica" se debe a que España es el principal país exportador de aceite de oliva, y por tanto una cantidad considerable de agua virtual es exportada en este producto y en menor medida como aceituna aderezada.

TABLA 55. «Huella Hídrica» por grupos de cultivo. 2000

	Superficie 1000 ha		UA_{Agr} hm^3		VW_I	VW_E	WF	%
	Secano	Regadío	Vg	Vb	hm^3	hm^3	hm^3	
Cereales	5.342	1.086	5.462	4.980	6.343	1.381	15.406	38,94
C. Industriales	742	381	530	2.557	10.957	2.537	11.507	29,09
Olivar	1.982	310	2.263	1.154	773	1.375	2.816	7,12
C. Forrajeros	767	273	776	1.045	–	–	1.821	4,60
Frut. Fruto Seco	782	59	350	477	1.456	477	1.806	4,56
Hortalizas	29	308	273	1.699	58	676	1.354	3,42
Frut. Fruto Fresco	83	203	1.163	126	294	315	1.268	3,21
Otros cultivos	543	78	1.224	869	601	16	1.066	2,69
Cítricos	5	295	318	1.861	115	1.259	1.035	2,62
Viñedo	1.003	132	489	441	32	88	873	2,21
Patata	30	85	523	63	75	49	611	1,54
	11.307	3.210	13.371	15.272	20.704	8.173	39.563	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodríguez Casado et al. (2008).

Por Comunidades Autónomas, Andalucía es la que más agua consume en la producción agrícola (6.967 hm^3), tanto en términos de agua verde como de agua azul, seguida por Castilla y León (4.331 hm^3) y Castilla-La Mancha (3.910 hm^3). Estas tres Comunidades Autónomas, que son las que más superficie dedican a la agricultura, acumulan casi el 60% del uso total del agua. Sin embargo, en las dos Castillas el consumo de agua verde es mayor debido a que la superficie cultivada está dedicada en su mayor parte a cereales y a forrajes. Por su parte en Andalucía, la cantidad de agua azul usada es casi el doble que la de agua verde, debido a una agricultura más orientada al regadío, con cultivos con altas exigencias hídricas, como los hortícolas y los cultivos industriales (algodón y arroz) y con un incremento en la superficie de olivar en regadío.

La Comunidad Valenciana, la Región de Murcia y Extremadura destacan como importantes consumidoras de agua azul en comparación con el consumo de agua verde. Las dos primeras son las Comunidades con mayor porcentaje de superficie dedicada al regadío, con los frutales y hortalizas como cultivos predominantes. En Extremadura es el riego del maíz, arroz y tomate el que hace que la cantidad consumida de agua azul sea el doble que la de agua verde.

En las Comunidades Autónomas de Aragón y Cataluña son los frutales, el maíz y la alfalfa, los cultivos que provocan los altos consumos de agua azul. En la cornisa cantábrica la agricultura deja paso a los pastos y a la ganadería debido, principalmente, a las dificultades orográficas. A pesar del cultivo de cereales, como el trigo o el maíz de secano en Galicia, las extensiones son más bien pequeñas, y salvo excepciones, como el viñedo en el entorno del Miño o los manzanos en Asturias, la agricultura pasa a un segundo plano.

Por provincias, la mayor cantidad de agua se consume en Valencia (1.037,91 hm^3 en 2007), Sevilla (977,78 hm^3), Ciudad Real (896,04 hm^3) y Jaén (870,81 hm^3 (Tabla 56). Se observa que en diez provincias se concentra el 50% del consumo de agua en la agricultura.

TABLA 56. Consumo de agua en la agricultura por Provincia (%)

Provincia	1996	2000	2007	Provincia	1996	2000	2007
Valencia	3,41	3,35	5,39	Cáceres	1,89	2,01	1,65
Sevilla	5,67	5,69	5,08	Teruel	1,19	1,46	1,61
Ciudad Real	4,17	3,72	4,65	Tarragona	1,39	1,91	1,57
Jaén	4,47	4,03	4,52	Barcelona	1,53	1,51	1,49
Zaragoza	3,07	3,22	4,28	Soria	1,25	1,80	1,44
R. de Murcia	2,51	2,65	3,79	Castellón	1,09	1,18	1,42
Cuenca	3,70	2,08	3,61	Salamanca	2,15	1,39	1,32
Huesca	3,19	3,02	3,41	Segovia	1,42	1,44	1,20
Alicante	2,30	1,98	3,37	Pontevedra	1,40	0,97	1,08
Valladolid	2,82	3,84	3,24	Huelva	1,58	1,15	1,00
Toledo	3,05	3,36	3,23	La Rioja	1,09	0,98	0,99
Burgos	3,08	3,52	3,08	Guadalajara	0,96	1,53	0,98
Córdoba	3,95	3,23	2,90	Lugo	0,86	1,30	0,93
Badajoz	3,38	4,14	2,81	Ávila	0,85	1,01	0,89
Navarra	2,23	3,04	2,78	Baleares	1,49	0,69	0,85
Cádiz	4,77	4,27	2,77	S.C. de Tenerife	0,57	0,52	0,76
Granada	3,09	2,92	2,70	Madrid	0,95	1,02	0,68
Albacete	3,08	2,06	2,42	Álava	0,47	0,48	0,47
A Coruña	1,27	1,15	2,31	Girona	0,67	0,66	0,47
León	2,54	3,15	2,10	Las Palmas	0,29	0,41	0,45
Zamora	1,89	2,17	2,06	Ourense	0,54	0,52	0,40
Lleida	2,04	2,37	1,96	P. de Asturias	0,24	0,24	0,19
Palencia	2,50	3,00	1,83	Vizcaya	0,08	0,12	0,14
Málaga	2,53	1,88	1,82	Guipúzcoa	0,08	0,10	0,13
Almería	1,06	1,56	1,69	Cantabria	0,17	0,16	0,09

Fuente: INE. Elaboración propia.

En 2007, las Comunidades Autónomas que más agua consumieron, del total de agua consumida en la agricultura, son Andalucía (4.329,07 hm^3), Castilla y León (3.301,31 hm^3), y Castilla-La Mancha (2.867,55 hm^3), con aproximadamente el 60% del total. En Valencia y Castilla-La Mancha, el incremento del porcentaje de agua consumida, en relación con el total, se produce principalmente por la reducción en el consumo de agua de Andalucía y, Castilla y León. Aunque, se observa un aumento significativo del consumo de agua en la Comunidad Valenciana en el año 2007, específicamente en la provincia de Alicante por el aumento del consumo de agua en plantas ornamentales.

Se observa que en la mayoría de provincias ha disminuido el consumo de agua en la agricultura. Cantabria, Baleares, Cádiz, Salamanca y Huelva son las provincias que mayor reducción presentan, con porcentajes superiores al 50%. Por el contrario, A Coruña, Vizcaya, Guipúzcoa, Almería, Valencia, Las Palmas, R. de Murcia, Alicante, Zaragoza y Teruel, son las únicas provincias donde se observa un aumento de consumo de agua en 2007, en comparación con el consumo de agua del año 1996.

"Per cápita", las Comunidades Autónomas que más agua procedente de la agricultura consumen son Castilla-La Mancha, Aragón y Castilla y León (Tabla 57). Se observan diferencias significativas en el consumo de agua "per cápita" entre Comunidades Autónomas, con valores que varían en un rango entre 1.450,23 $m^3\ hab^{-1}$ de Castilla-La Mancha y 21, 39 $m^3\ hab^{-1}$ de Madrid, en el 2007.

TABLA 57. Consumo de agua "per cápita" y por Comunidad Autónoma ($m^3\ hab^{-1}$)

Provincia	1996	2000	2007
C. La Mancha	2.242,87	1.391,03	1.450,23
Aragón	1.611,29	1.223,93	1.380,59
Castilla y León	1.895,00	1.626,92	1.305,68
Extremadura	1.263,42	1.088,07	787,56
La Rioja	1.056,97	701,22	619,45
Andalucía	962,64	637,37	537,14
R. de Murcia	588,12	436,10	524,15
C. Valenciana	435,58	298,76	401,07
Galicia	381,76	273,24	328,00
Navarra	537,93	340,68	315,89
Baleares	502,33	155,21	158,63
Cataluña	237,52	195,00	146,63
Canarias	137,37	102,81	114,78
País Vasco	77,29	63,00	67,06
P. de Asturias	56,12	42,91	34,81
Cantabria	82,21	58,44	29,46
Madrid	48,82	37,17	21,39

Fuente: INE. Elaboración propia.

Por provincias se observan diferencias aún mayores, con valores que varían en un rango de 3.291,91 $m^3\ hab^{-1}$ de Cuenca a 21, 39 $m^3\ hab^{-1}$ de Madrid. En todas las provincias se observa una disminución de los valores de 2000 y 2007 con respecto a 1996 (Con excepción de Soria, Guadalajara y Lugo).

Llegados a este punto podemos afirmar que la "Huella Hídrica" de España fue de 1.752,6 $m^3\ hab^{-1}$ en 2007. En el año 2000 se observó una menor "Huella Hídrica" "per cápita" debido al aumento de las exportaciones y una reducción significativa en las importaciones de productos agrícolas y ganaderos (Tabla 58). Los valores obtenidos en nuestra investigación son inferiores a los obtenidos por Champagain y Hoekstra (2004), que calcularon una "Huella Hídrica" "per cápita" de 2.325 $m^3\ hab^{-1}$ para el periodo 1997-2001 (el motivo, desde nuestro punto de vista es que en nuestro estudio calculamos el consumo de agua en la agricultura y la ganadería por provincias).

TABLA 58. "Huella Hídrica" de España en los años 1996, 2000 y 2007

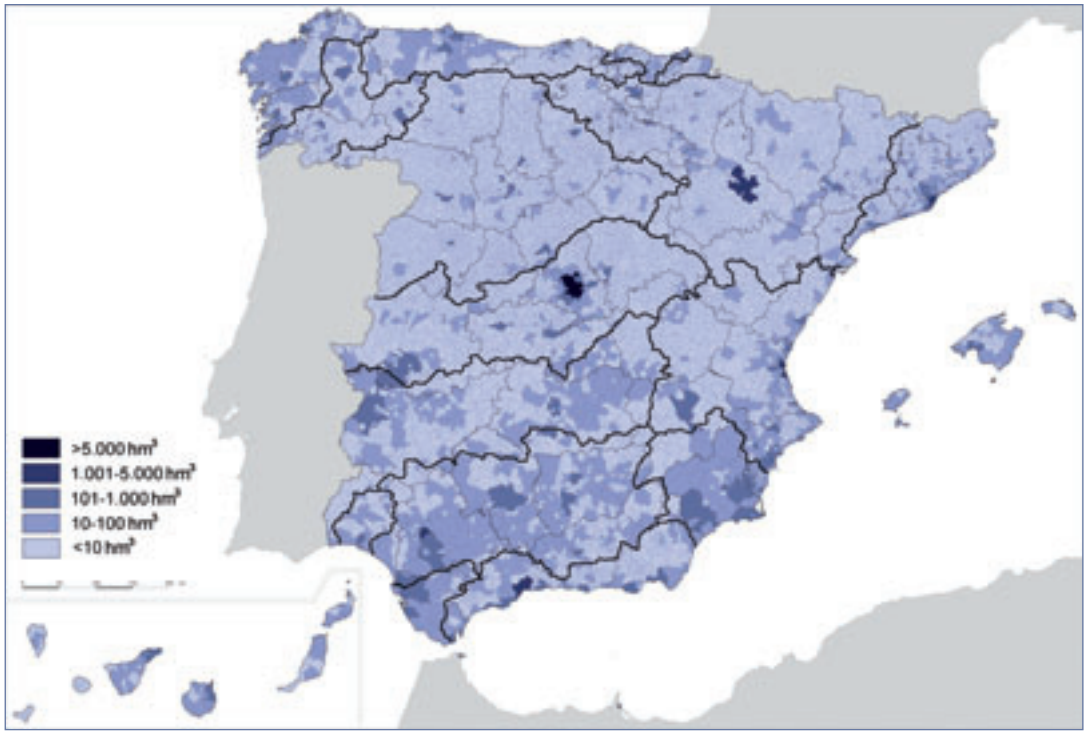
			1996	2000	2007
Consumo	Agricultura	hm^3	17.337,4	7.861,8	9.460,5
	Ganadería	hm^3	47.035,6	48.397,9	44.510,0
	Doméstica e Industrial	hm^3	3.755,5	4.782,1	4.969,0
	Total	hm^3	68.128,5	61.041,8	58.939,5
Exportaciones	Agricultura	hm^3	4.869,4	5.982,9	8.005,2
	Ganadería	hm^3	11.436,5	16.342,7	13.391,7
	Total	hm^3	16.305,9	22.325,6	21.396,9
Importaciones	Agricultura	hm^3	7.860,0	7.358,7	8.657,5
	Ganadería	hm^3	13.063,4	8.536,7	33.018,5
	Total	hm^3	20.923,4	15.895,5	41.676,0
"Huella Hídrica"		hm^3	72.746,1	54.611,8	79.218,6
		$hm^3\ hab^{-1}$	1.833,8	1.348,4	1.752,6

Fuente: INE. Elaboración propia.

Tras lo anteriormente expuesto, cobra notable interés conocer la realidad territorial de la "Huella Hídrica" de nuestro país. España, a lo largo de las últimas décadas, presenta a nivel municipal, provincial, regional y nacional, notables diferencias, por lo que se nos muestra especialmente importante su evaluación, sobre todo si tenemos en cuenta que durante la segunda mitad del siglo XX y los inicios del XXI, 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.

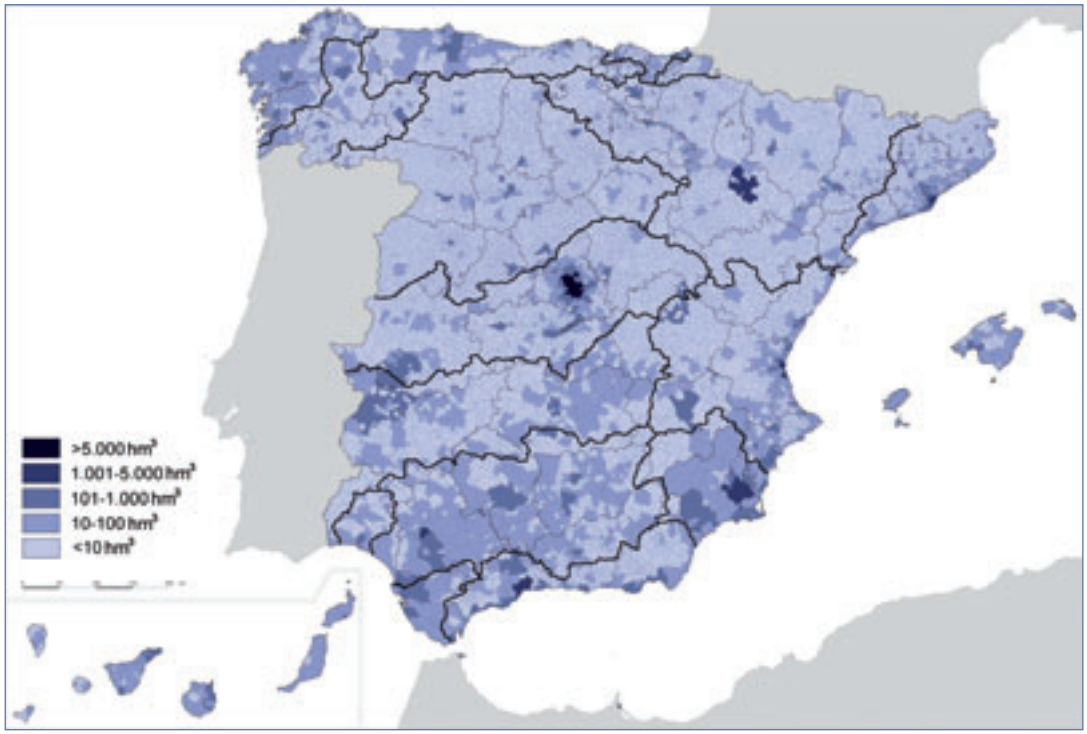
El análisis e interpretación de la "Huella Hídrica" de nuestro país, desde una perspectiva autonómica nos encontramos (ver figura 83) con excepción hecha de Madrid, Cataluña, Comunidad valenciana y Andalucía, que el resto de las Comunidades Autónomas están por debajo de los 10.000 hm^3. Destaca, en el otro extremo el caso de La Rioja con una huella inferior a los 1.000 hm^3; el resto de Comunidades oscila entre los 1000 y los 10000 hm^3: nos encontramos con Navarra o Cantabria, con cifras inferiores a los 2.500 hectómetros cúbicos, u otras como El País Vasco, Castilla y León o Galicia, que superan los 5000 hm^3 (ver figuras 83 y 84).

FIGURA 83. La “Huella Hídrica” en España (1996)



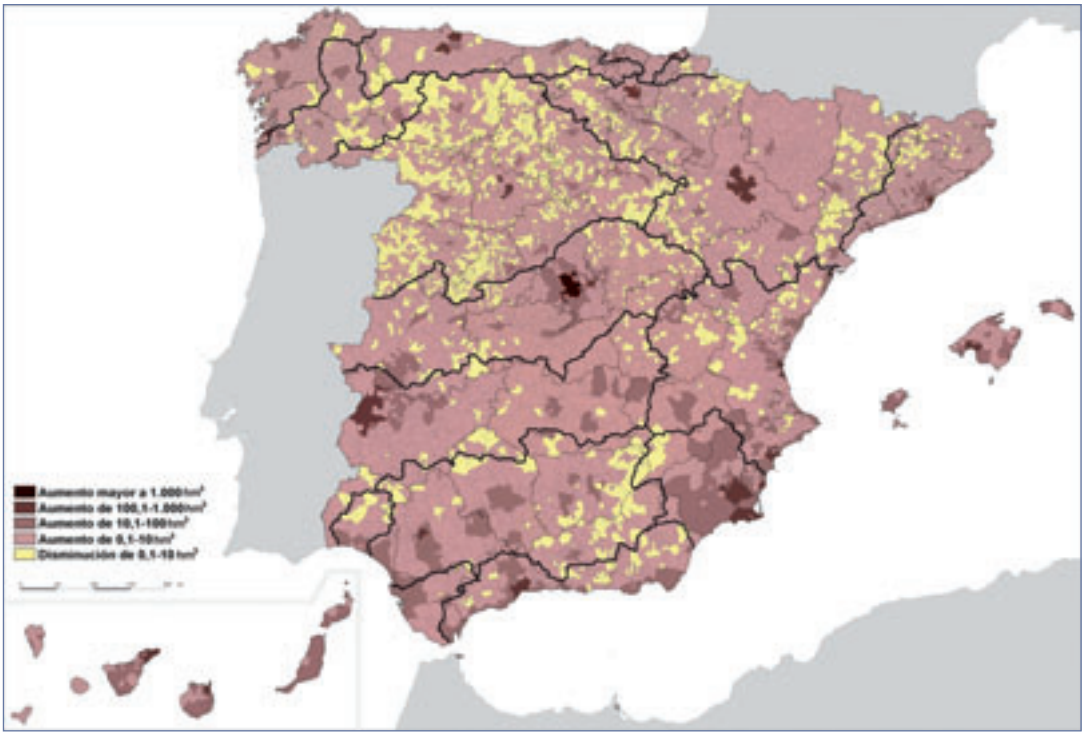
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 84. La “Huella Hídrica” en España (2008)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 85. Variaciones en la “Huella Hídrica” en España (1996-2008)



Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones en la “Huella Hídrica”, desde una perspectiva territorial, nos muestra una notable diferencia entre los grandes núcleos urbanos, la zona costera mediterránea, y el interior de Castilla y León o Castilla-La mancha, entre otras. Sin lugar a dudas, va a ser la intensificación de las demandas urbano-turísticas producida durante la segunda mitad del siglo XX, una de las causas fundamentales que han incidido en el incremento de 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. Cabe recordar, asimismo, que el abastecimiento urbano goza de prioridad de uso legalmente establecida frente a otras demandas (Art. 60. Texto Refundido Ley de Aguas), que se hace extensiva a sus elevadas exigencias de calidad y garantía de suministro. El Libro Blanco del Agua en España (1998), asignaba a los usos urbanos un consumo de 4.667 hm3/año. Este valor de consumo no corresponde con el consumo facturado, que es bastante menor, sino con la demanda bruta que es satisfecha por las entidades suministradoras. La Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) sitúa esa demanda bruta entre 4.200 y 4.750 hm3/año, que incluye volumen no facturado, gasto en establecimientos industriales conectados a la red, agua suministrada gratuitamente a entidades públicas, consumo turístico y estacional, etc.

Estas estimaciones sobre el gasto de agua potable en España se aproximan a las ofrecidas por el Instituto Nacional de Estadística (2002), que elevan el consumo bruto a 4.781 hm^3/año. Este gasto incluiría el volumen controlado por las entidades suministradoras, que asciende a 3.781 hm^3/año, y el agua no contabilizada o perdida, que supone 1.000 hm^3/año, es decir, el 20,9% de la demanda bruta. Del agua controlada (3.781 hm^3/año), el consumo doméstico en hogares asciende a 2.482 hm^3/año, es decir, el 65,6%. Le siguen otros sectores de consumo, donde se incluyen las industrias conectadas a la red, con 840 hm^3/año (22,2%); los consumos municipales, con 303 hm^3/año, que suponen el 8% del agua controlada; y otros consumos, que se elevan a 155 hm^3/año. La distribución regional del consumo ofrece bastantes contrastes, de forma que Andalucía (667 hm^3/año), Cataluña (657 hm^3/año), Madrid (482 hm^3/año) y Comunidad Valenciana (368 hm^3/año) suman 2.174 hm^3/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 alii". 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 hm^3. El resto de las provincias españolas no superan este umbral, e incluso no son pocas las que quedan por debajo de los 1000 hm^3 (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.

TABLA 59. Indicadores de la "Huella Hídrica" (HH) de España y las Demarcaciones Hidrográficas (2005)

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/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
Duero	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". MARM. Diciembre 2010.
NOTA: La muestra contabiliza el Agua azul y el Agua verde.

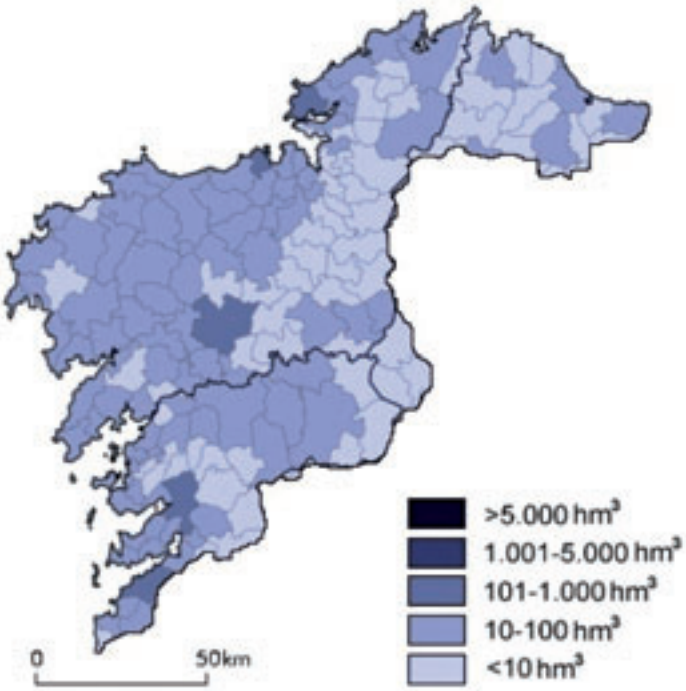
Los datos recogidos en la tabla anterior (Tabla 59) reflejan la problemática inherente en los momentos actuales, a las aguas azules, verdes y grises de las Demarcaciones Hidrográficas españolas, totalizando para el año 2005 la "Huella Hídrica" "estándar" los 106.059,5 hm^3, con una "Huella Hídrica" "estándar" por habitante y año de 2.412 m^3. Esto se traduce en una "Huella Hídrica" "adaptada" de 72.693,4 hm^3, y en una "Huella Hídrica" "adaptada" por habitante y año de 1.653,3 m^3. 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, empezando por las Demarcaciones hidrográficas Intracomunitarias.

6.1.1. Demarcaciones hidrográficas intracomunitarias

6.1.1.1. Demarcación hidrográfica de Galicia-costa

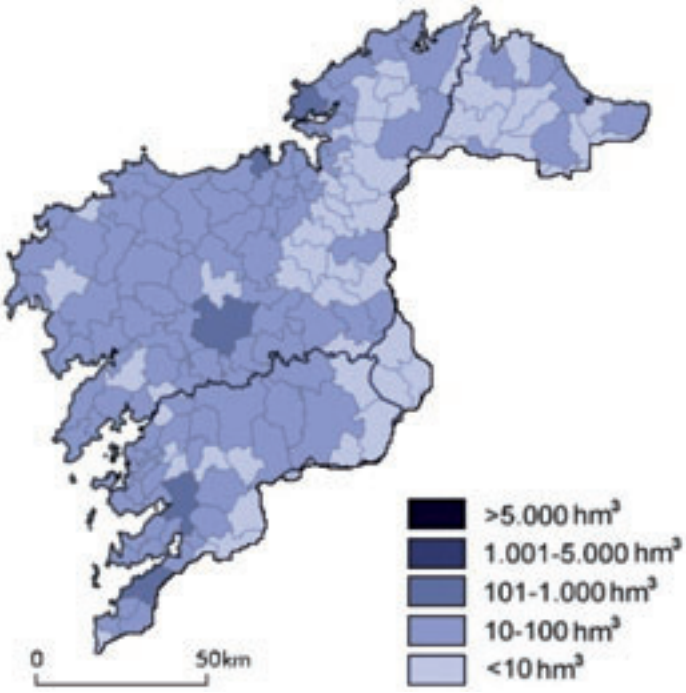
A partir de la división administrativa, en el ámbito del estudio queda incluida la totalidad de la provincia de A Coruña, el noroeste de la provincia de Pontevedra y el norte de Lugo. El total de municipios comprendidos en Galicia-Costa es de 157, si bien, algunos no se incluyen en su integridad al ser cortados por la línea divisoria de Galicia-Costa. Y es que La Demarcación Hidrográfica de Galica-Costa comprende las cuencas que se encuentran íntegramente en el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia y que son las correspondientes a los ríos vertientes al Mar Cantábrico, salvo las de los ríos Eo y Navia, así como las cuencas vertientes al Océano Atlántico, con la exclusión de los Sistemas Miño/Sil, río Limia y Duero Norte, por ser estas también cuencas intercomunitarias e internacionales (14).

FIGURA 86. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (1996)



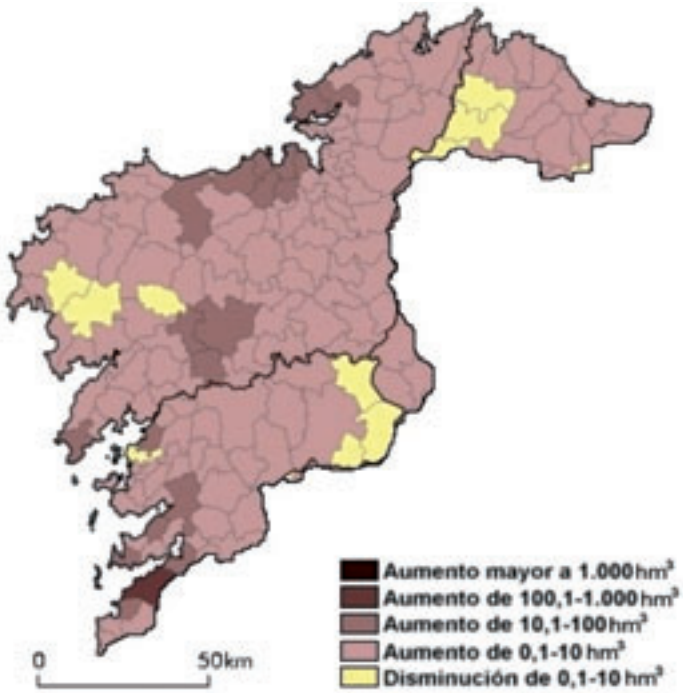
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 87. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (2008)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 88. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (1996-2008)



Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial y demográfica de las cuencas de Galicia-Costa, se extiende por las tres provincias costeras de Galicia, esto es A Coruña, Lugo y Pontevedra, abarcando una superficie total de 13.072 km^2, donde se asientan un total de 2.019.328 habitantes, que constituye el 44,05% del territorio gallego y el 73,5% de su población". Los datos de su "Huella Hídrica" "estándar" o de su "Huella Hídrica" "adaptada" los encontramos en la tabla siguiente.

TABLA 60. Resultados; Galicia Costa

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm³)	HH Estándar (m³/hab/año)	HH Adaptada Total (hm³)	HH Adaptada (m³/hab/año)
Galicia Costa	4.694	2.339,8	2.943	1.467

Sin lugar a dudas buscar una explicación lógica a los mismos nos lleva a tratar distintas variables (v.gr.: población, recursos hídricos disponibles,…). La población de este territorio (la Demarcación de Galicia-Costa) presenta distribución muy desigual de la población, siendo sus características más importantes la multiplicidad de unidades de población de pequeño tamaño y su dispersión. Aproximadamente el 27% de la población se concentra en 2 municipios (Vigo y A Coruña) con población mayor a 100.000 hab. En el 2008. El 61% de los municipios tiene menos de 50.000 habitantes y el 12% restante con población entre 50.000 y 100.000. Por este motivo, la Galicia rural sigue, a día de hoy, teniendo una población muy importante, y con una influencia directa sobre los servicios del agua, puesto que la dispersión de viviendas hace que su abastecimiento sea logísticamente complejo. A su vez, cabe destacar que el 74% de la población equivalente ligada al uso doméstico se concentra en los municipios costeros y el 26% restante en municipios del interior".

Son de notable importancia, a la hora de valorar la "Huella Hídrica" de esta Demarcación, los recursos hídricos disponibles; es decir, la capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa es aproximadamente de 678 hm^3. Los recursos renovables de aguas subterráneas y recurso disponible son 3.689 hm^3/año y 3.304 hm^3/año respectivamente que representan aproximadamente un 39% y 31% del total de recursos hídricos. Respecto de los "Usos y

Demandas" señalar que la demanda total consuntiva en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa asciende 404,05 hm^3/año, siendo la principal la demanda para uso doméstico, con 274,19 hm^3/año, lo que representa un 68% de la demanda total. La demanda industrial supone 44,79 hm^3/año que representa un 11%. Asimismo, la demanda agraria para riego con 84,46 hm^3/año, supone un 21% del total. Por último la demanda asociada al uso recreativo, supone 0.61 hm^3 lo que significa un 0.2% del total".

Por otra parte, señalar que los "costes de usos y demandas", se asocian con el coste de oportunidad al que se renuncia cuando un recurso escaso es asignado a un uso en lugar de a otros posibles. No obstante, es necesario subrayar que el problema de escasez de agua no tiene excesiva importancia en las Demarcaciones Hidrográficas del norte de España, lo cual reduce la importancia de este tipo de costes en el caso que nos ocupa. Fenómeno que se ve complementado con la incorporación de los efectos medioambientales en la contabilidad de gestión supone la integración de una serie de costes que hasta hace poco tiempo no se habían tenido en cuenta, pero que es aconsejable, y en algunos casos obligatorios, que formen parte del coste operativo del sistema contable, de la "Huella Hídrica" de la Demarcación (en el caso del agua los costes medioambientales están ocasionados por la prestación del servicio de abastecimiento y saneamiento, apareciendo como conceptos más habituales la sobreexplotación de ríos y de acuíferos, en el caso del abastecimiento, y el vertido de aguas contaminadas, en el caso del saneamiento.

Lo hasta aquí expuesto viene a explicar que la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-costa y su distribución territorial presenta una notable complejidad, en su interpretación. Mientras en casi toda España sólo se diferencian pueblo y ciudad, en Galicia se distinguen aldea, pueblo y villa (lo que se refleja en la Figura 88).

La "Huella Hídrica" refleja la realidad de que los casi tres millones de hectáreas de superficie útil dos tercios corresponden a espacios forestales y otra quinta parte a labradíos. En la superficie cultivada los forrajes, maíz-patatas y leguminosas ocupan más de la cuarta parte cada uno, en detrimento de los demás cereales y otros cultivos. Salvo en "openfields" en que todavía se hallan rodales de centeno y barbecho, las rotaciones intensivas son múltiples, aunque con sólo unos cultivos básicos. Las patatas se combinan con centeno, trigo y nabos en la meseta lucense y altiplanos orensanos. El maíz lo hace con las patatas, trigo, centeno y alcacer en la Galicia de transición, con la avena en el bajo Miño y con el ray de grass en A Mariña y Rías Baixas. Los campos de maíz dominan más cuanto más al oeste donde el riesgo de heladas disminuye. Apenas se siembra ya maíz de grano para el consumo humano. El maíz forrajero, alguno híbrido, cada vez ocupa mayor extensión por su adaptabilidad a las pequeñas explotaciones, ya que es fácil de ensilar, produce mucha materia seca, con un alto valor energético y combina bien en distintas rotaciones. Las praderas, artifi ciales y naturales, se han convertido en uno de los elementos más característicos del paisaje; a veces ocupan tierras de labor más aptas para otros usos (Sotelo, J.A. "et alii", 2010).

La "Huella Hídrica" también se relaciona con la realidad de las dos supuestas "áreas metropolitanas" en torno a las ciudades de La Coruña y Vigo. Además se ve la influencia en la Huella de conurbaciones como Pontedeume-Cabanas o Viveiro-Covas, cuando resultan de la simple explotación común del contorno de una playa, no deja de ser una exageración. Como también lo es aplicarlo a Cee-Corcubión o a Ribeira-Rianxo, Vilagarcía-Cambados y Sanxenxo-Poio, sólo porque entre esos núcleos se extiende un *continuum* de asentamientos dispersos, alargados a causa de condicionantes topográficos.

Se trata de áreas *rururbanas* cuyas características más defi nitorias son la heterogeneidad morfológica y la pluriactividad de sus habitantes tanto por lo que respecta a los sectores económicos (agricultura, marisqueo, pesca, construcción, industria, comercio, servicios), como por el medio de trabajo (campo, mar, ciudad); es el moderno *modus vivendi* del "part time" que se funde con la vieja cultura del minifundio tradicional, lo que se refleja directamente en la realidad de la "Huella Hídrica" de la región (Armas, P. 2000).

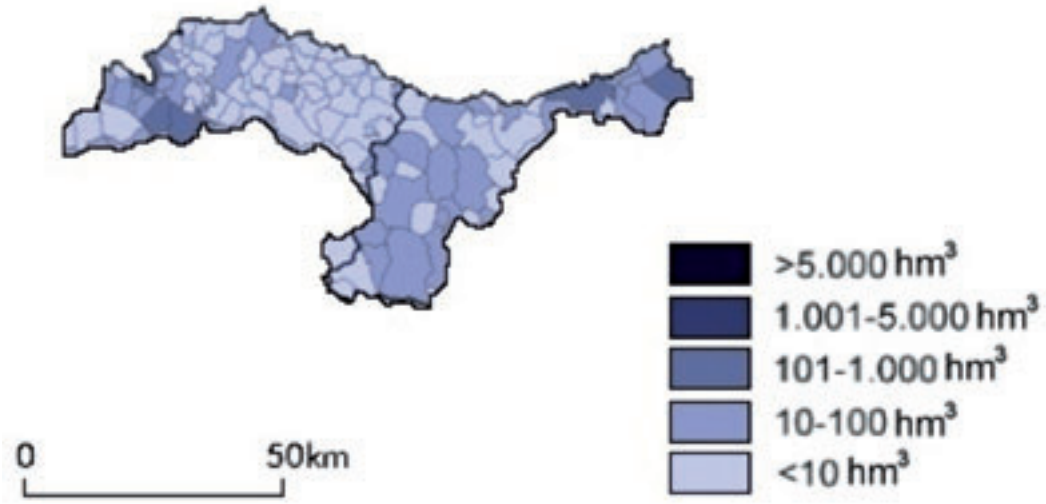
Además, la "Huella Hídrica" refleja en su distribución la existencia de dos áreas urbanas, con escasas ligazones entre sí, Vigo (compuesta por Vigo, Redondela, Nigrán) y La Coruña (La Coruña, Arteixo, Oleiros, Cambre, Culeredo); equiparadas en cuanto a población (algo más de 320.000 hab. cada una). Les siguen en la jerarquía cinco ciudades medias: Ferrol (Ferrol, Fene, Narón, Neda), Santiago (con sus prolongaciones por Ames, Teo, Boqueixón y Vedra), Ourense (con sus pequeños municipios limítrofes, como San Ciprián das Viñas, Barbadas, Toén, Pereiro de Aguiar, Coles), Pontevedra (Pontevedra, Marín,

Poio) y Lugo; con poblaciones entre los 145.000 y los 80.000 hab. El resto de los concellos de Galicia refl ejan una “Huella Hídrica” inferior a los 10 hm3; la causa la encontramos en que en esta región nos encontramos ante un territorio de aldeas (Sotelo, J.A. “et alii”. 2010).

6.1.1.2. Demarcación hidrográfica de las cuencas internas del País Vasco

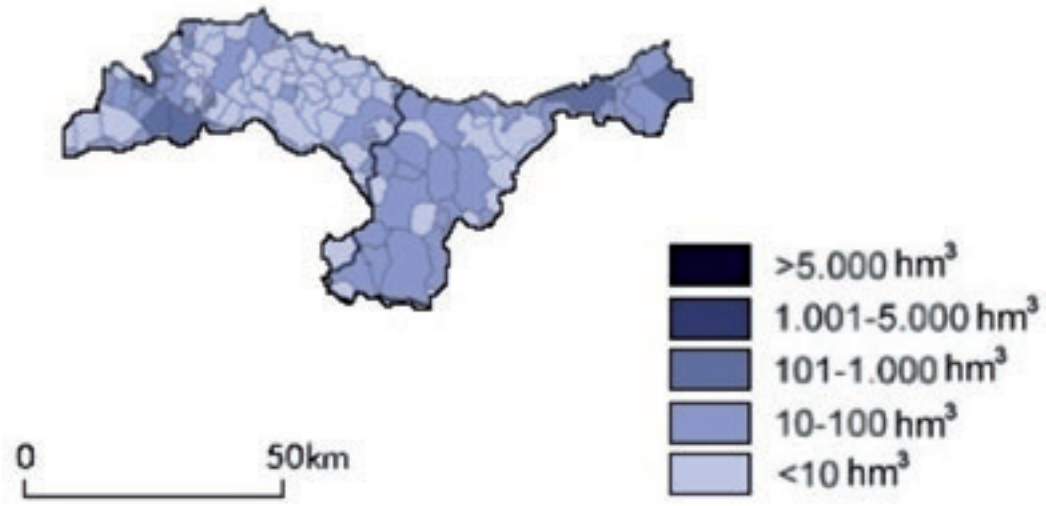
La Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas del País Vasco comprende la superficie de los ríos que discurren íntegramente por la Comunidad Autónoma del País Vasco, lo que incluye la de aquellos que desembocan en las aguas de transición de otros ríos intercomunitarios (15).

FIGURA 89. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (1996)



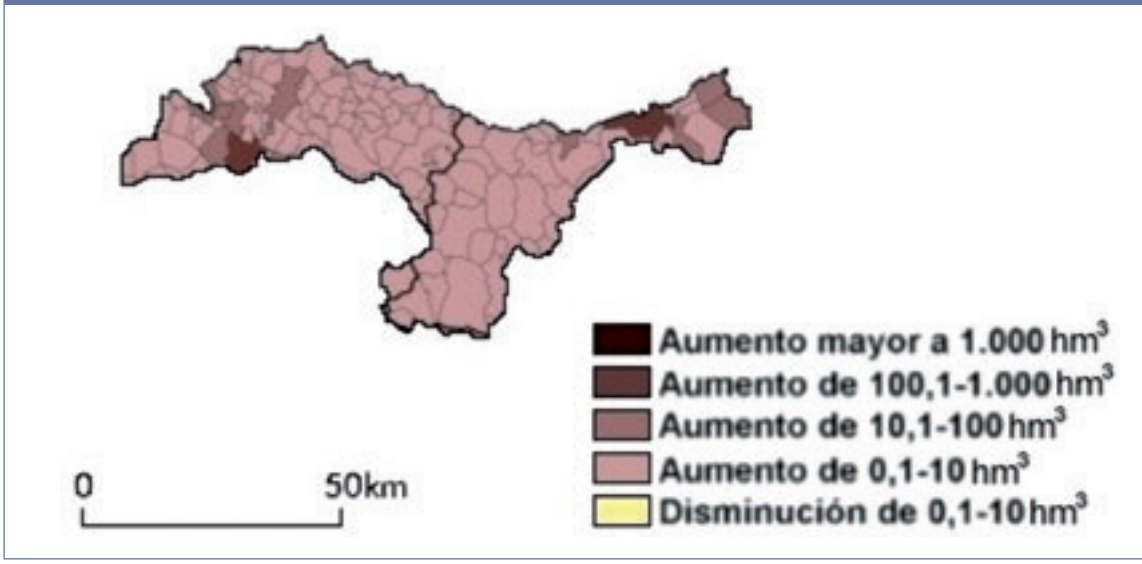
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 90. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 91. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

En la realidad de la "Huella Hídrica" del País Vasco influye notablemente la elevada humedad ambiental, la frecuente nubosidad y precipitaciones. No podemos olvidarnos, no obstante, que pese a la pequeña superficie de la comunidad, los contrastes pluviométricos, y climáticos en general, son considerables (hecho éste que se plasma, igualmente, en la Huella). Los datos de su "Huella Hídrica" "estándar" o de su "Huella Hídrica" "adaptada" los encontramos en la tabla siguiente:

TABLA 61. Resultados; Cuencas Interiores del País Vasco

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Cuencas Inter. País Vasco	3.394,3	2.588,5	546,4	416,7

La valoración de los datos de La "Huella Hídrica" nos aproxima a la compleja realidad de la población que puede considerarse integrada en el ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco, según la asignación de entidades de población se eleva a 1.412.198 habitantes, según datos de 2008. La densidad de población que implica, para una superficie de 2.272 km^2, es de 621,5 hab. /km^2, prácticamente el doble de la calculada para el conjunto de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Igualmente, destacar que casi dos tercios de la población de la Comunidad Autónoma del País Vasco se encuentran en este ámbito de las Cuencas Internas, que constituye apenas un tercio de la superficie de la Comunidad Autónoma. Incluye sus dos aglomeraciones urbanas más importantes: el área metropolitana de Bilbao y el entorno de Donostialdea".

Sin lugar a dudas, la importancia del agua verde es muy importante. De hecho, las Precipitaciones están íntimamente relacionadas con el factor orográfico lo que explica la gran cantidad de lluvias de toda la zona. La pluviometría tiene un rango amplio de variación espacial oscilando entre valores medios máximos de 2.145 mm/año y medios mínimos de 1.231 mm/año, siendo la media de 1.580 mm/año, del total de la lluvia caída, 1.566 hm^3/año retornan a la atmósfera por medio de la evapotranspiración real (un 44%) y 2.024 hm^3/año se convierten en escorrentía (estos valores de recursos no incluyen los correspondientes a la porción de los sistemas de explotación Ibaizabal, Oria, Urumea y Bidasoa externos a las Cuencas Internas). Estas cifras suponen que en las Cuencas Internas la aportación específica alcanza los 890 mm anuales con un coeficiente de escorrentía que alcanza el 56%, una cifra muy elevada".

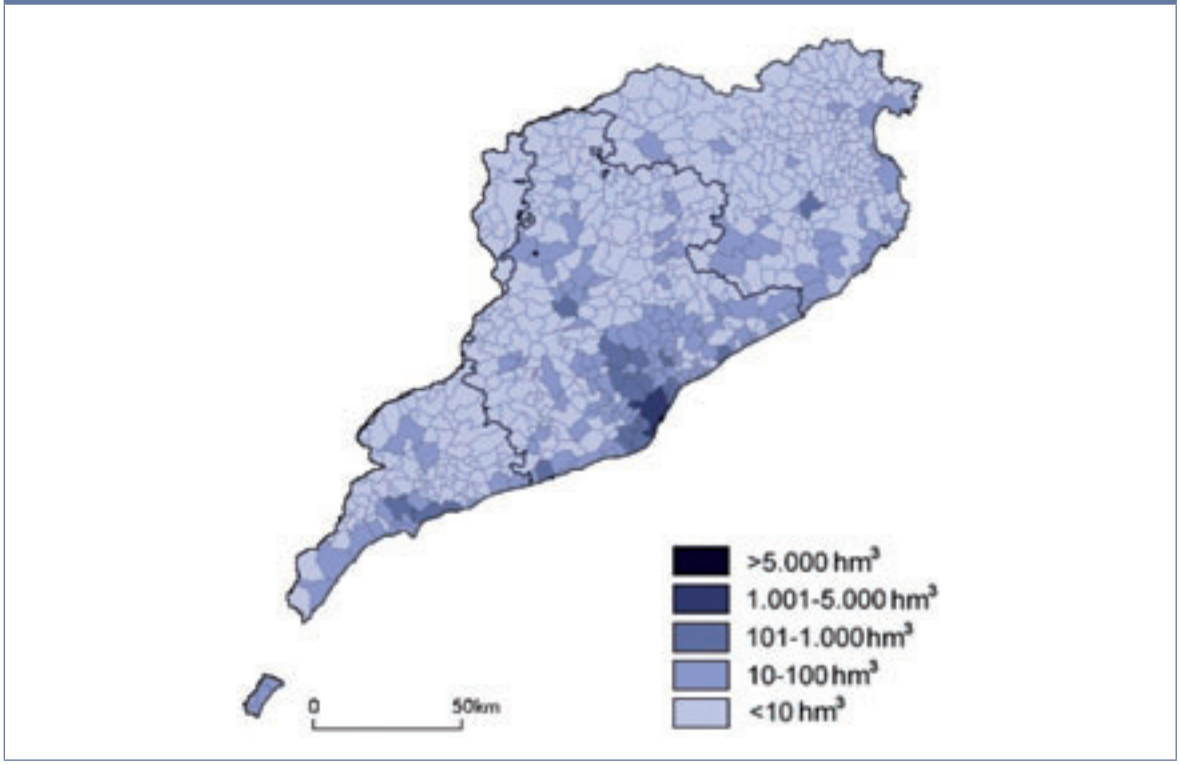
Esto se concreta en unos recursos hídricos que en el ámbito territorial de las Cuencas Internas del País Vasco ascienden a 3.722 hm^3/año para el periodo 1950/51-2005/08; los recursos hídricos disponibles, descontando la restricción medioambiental por caudales ecológicos de 546 hm^3/año, ascienden

a 3.432 hm³/año. Como es lógico pensar, esto se ve matizado por los "usos y demandas"; la demanda total de agua en el ámbito de las Cuencas Internas del País vasco es de 208,8 hm³ anuales, de los que un 93,5% son servidos por redes urbanas de abastecimiento, un 6,3% proceden de las propias captaciones de las instalaciones industriales, y el resto, 0,2% se reparte entre campos de golf y sistemas de abastecimiento dispersos para el ganado. La mayor demanda corresponde a los hogares, 55,3%, seguida por la demanda industrial, 23,7%, y la comercial, 11,9%. La demanda institucional supone el 7,5%, mientras que la demanda ganadera apenas llega al 1,5%, en su mayoría conectada a las redes de abastecimiento, y el golf representa el 0,1% del total. En este contexto, en relación con la "Huella Hídrica", la Recuperación de costes presenta un porcentaje que alcanza el 78,5%, lo que supone que aproximadamente 0,34 €/m³ son sufragados con cargo a las distintas administraciones públicas que subvencionan parte de las infraestructuras que permiten garantizar dichos servicios".

6.1.1.3. Demarcación hidrográfica de las cuencas internas de Cataluña

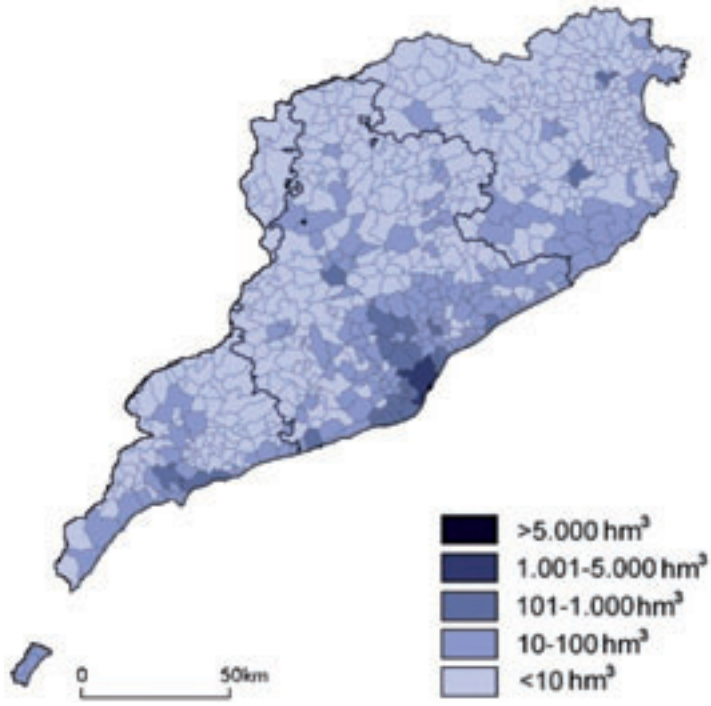
La Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña tiene una extensión de 16.438 km² y lo conforman, las cuencas y subcuencas de los ríos Muga, Fluvià, Ter, Daró, Tordera, Besòs, Llobregat, Foix, Gaià, Francolí y Riudecanyes, y las cuencas de todas las rieras costeras entre la frontera con Francia y el desagüe del río Sénia, así como las aguas costeras y subterráneas asociadas (26).

FIGURA 92. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (1996)



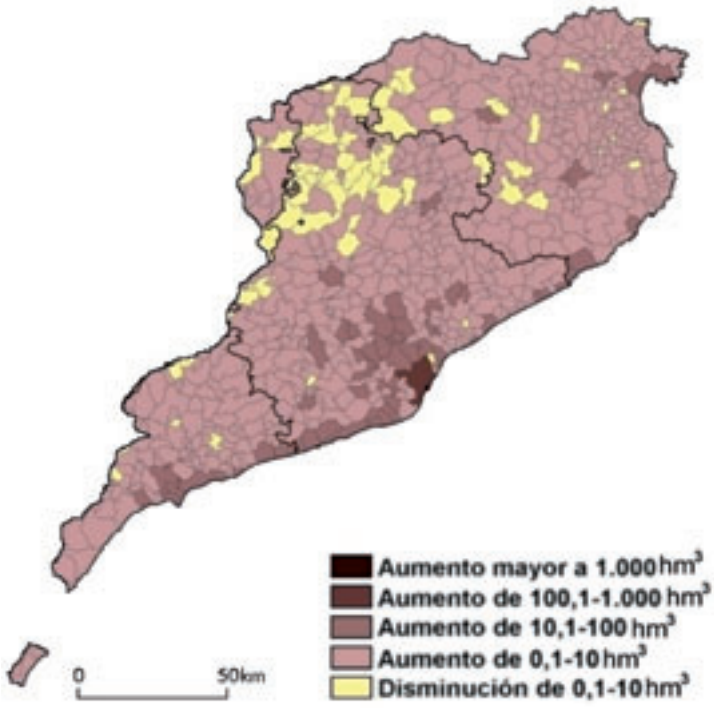
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 93. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 94. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

Los datos de su “Huella Hídrica” “estándar” o de su “Huella Hídrica” “adaptada” los encontramos en la tabla siguiente:

TABLA 62. Resultados; Cuencas Internas de Cataluña

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Cuencas Internas de Cataluña	16.579,6	2.579,1	3.245,3	504,8

La “Huella Hídrica” de la demarcación hidrográfica de las cuencas internas de Cataluña, se nos muestra territorialmente hablando, paralela a un sistema urbano maduro y consolidado en el que se puede establecer una jerarquía de ciudades en función del volumen demográfico, su capacidad de estructuración sobre el territorio circundante, y la propia Huella. En el nivel más elevado aparece el área metropolitana de Barcelona (presenta una Huella que supera los 5000 hm^3). Esta aglomeración urbana está compuesta por un núcleo central y sus respectivas prolongaciones hacia comarcas colindantes con el Barcelonés. En estrecha relación con estas tendencias recientes en el seno del área metropolitana, debe interpretarse el protagonismo que están cobrando en la última década y media de las prolongaciones del continuo urbano de la aglomeración barcelonesa (con una Huella que oscila, según los municipios entre los 100 y los 5000 hm^3). Si las desigualdades en el crecimiento poblacional a nivel rural-urbano son un rasgo destacado desde el punto de vista territorial cabe, asimismo, resaltar la existencia de una dinámica diferente entre las comarcas litorales, por un lado, y las comarcas interiores y de montaña, respecto de la Huella. Grosso modo, la “Huella Hídrica” estrándar es de 16.579,6 hm^3, con una “Huella Hídrica” estándar año de 2.579,1 m^3 por habitante. De forma más concreta, la “Huella Hídrica” adaptada total es de 3.245,3 hm^3, y, una “Huella Hídrica” adaptada de 504,8 m^3 por habitante, al año.

La explicación a esta compleja realidad la encontramos en unas precipitaciones medias anuales de unos 695 mm (contabilizando rieras), representa un volumen, en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña, de 11.429 hm^3. Las lluvias más elevadas se producen en las cabeceras del Ter, el Fluvià y la Muga, con valores medios que superan los 1.000 mm, e incluso los 1.200 mm en la cabecera del Ter. A grandes rasgos, la precipitación disminuye de norte a sur, donde se estiman valores mínimos de pluviometría media del orden de 460 mm (Baix Gaià) y también hacia la costa”. Los recursos hídricos totales en régimen natural se pueden estimar en unos 2.610 hm^3 anuales de media (…) estos recursos totales tienen un distribución territorial bastante irregular, y se concentran mayoritariamente en las cuencas del norte (Muga, Fluvià, Ter, Tordera y cabecera del Llobregat), que reciben más precipitación, más uniforme y cuentan con unos coeficientes de escorrentía más elevados.

La población de la Demarcación está altamente concentrada en el municipio de Barcelona y su área metropolitana, con el 48% de la población total y una densidad de 5.010 hab/km^2 (16.000 hab/km^2 si sólo se tiene en cuenta el municipio de Barcelona), muy superior a la densidad de población media de Catalunya, que es de 226 hab/km^2”. Por otra parte, si se compara la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña con el resto del territorio catalán, la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña es con diferencia la zona donde es más visible el dinamismo de las actividades urbanas e industriales catalanas. Concentra el 92% de la población catalana (con 6.634.030 habitantes en el año 2007), y a pesar de ello, únicamente focaliza el 41% de la demanda de agua del conjunto de Cataluña. Además, a diferencia de lo que pasa por el conjunto de Cataluña, los usos consuntivos predominantes en la Demarcación son los usos urbanos (con un 52% sobre el total), seguidos de la demanda de los sectores agrícola e industrial. En cuanto al origen del recurso, un 55% de la demanda se encuentra abastecida por redes municipales, con un volumen total abastecido de 632 hm3/año, y el resto proviene de otras fuentes como ahora captaciones en el medio o aguas regeneradas.

En la Demarcación hay 66.568 ha ocupadas por parcelas de riego, y las necesidades de los cultivos en este ámbito representan únicamente un 17,8% del total catalán, con un total de 369 hm^3/año. Los usos industriales consuntivos en el Demarcación se han estimado en 150 hm^3/año, de los que casi 40 hm^3/año se abastecen a partir de redes municipales de abastecimiento, y el resto se abastece a partir de fuentes propias. Igualmente, señalar a la hora de entender la realidad de la “Huella Hídrica” de la demarcación, que *el sector* energético en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña demanda un total de 11.359 hm^3 anuales, volúmenes que se utilizan principalmente para

aprovechar la energía potencial de los ríos mediante centrales hidroeléctricas, y por la refrigeración de centrales térmicas. En ambos casos es necesaria una gran cantidad de agua y la ocupación de tramos fluviales, pero estos usos son compatibles con otros usos del agua y no suelen ser consuntivos de grandes cantidades de agua".

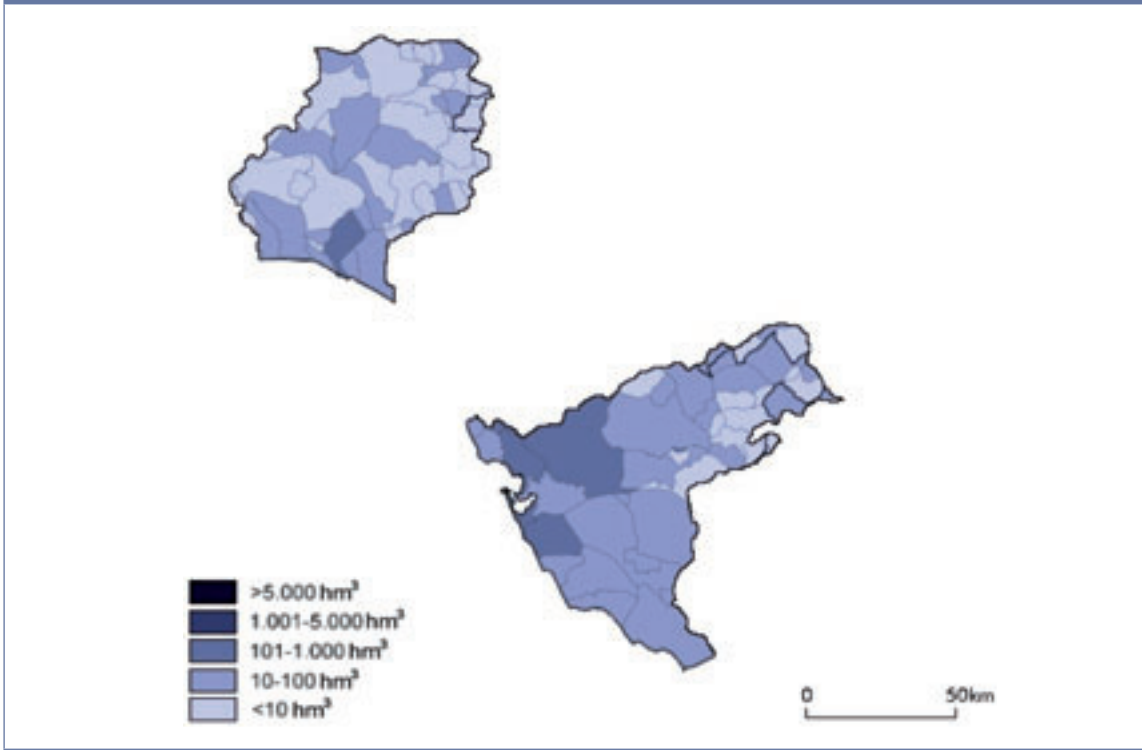
Todo esto se traduce en el hecho de que las presiones sobre las masas de agua: en la Demarcación la densidad media de población es de 403,6 habitantes/km^2. Esta cifra se encuentra muy por encima de la media europea (106,9 habitantes/km^2), según datos de la Oficina estadística de la Comisión Europea (Eurostat) en el año 2008. Es precisamente esta concentración demográfica el principal factor que explica el elevado porcentaje de masas de agua que se ven afectadas por presiones significativas en el Demarcación".

Recuperación de Costes: la DMA cita en su artículo 9 que "los estados miembros deberán tener en cuenta el principio de recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua". En particular, la Directiva establece que, para el año 2010, los estados miembros deben asegurar que los precios del agua incorporen incentivos para un uso eficiente del agua y una contribución adecuada de los diferentes usos al coste de los servicios. Así, los costes actuales del ciclo del agua son 1.684 millones de euros, el nivel de recuperación actual de los costes del ciclo del agua está comprendido entre el 65% y el 81%, como valor de referencia, se debe tener en cuenta que actualmente el precio medio del ciclo del agua en Cataluña es de 1,70 €/m^3, los costes unitarios para una plena recuperación van de 2,08 €/m^3 a 2,53 €/m^3".

6.1.1.4. Demarcación hidrográfica de las cuencas atlánticas de Andalucía

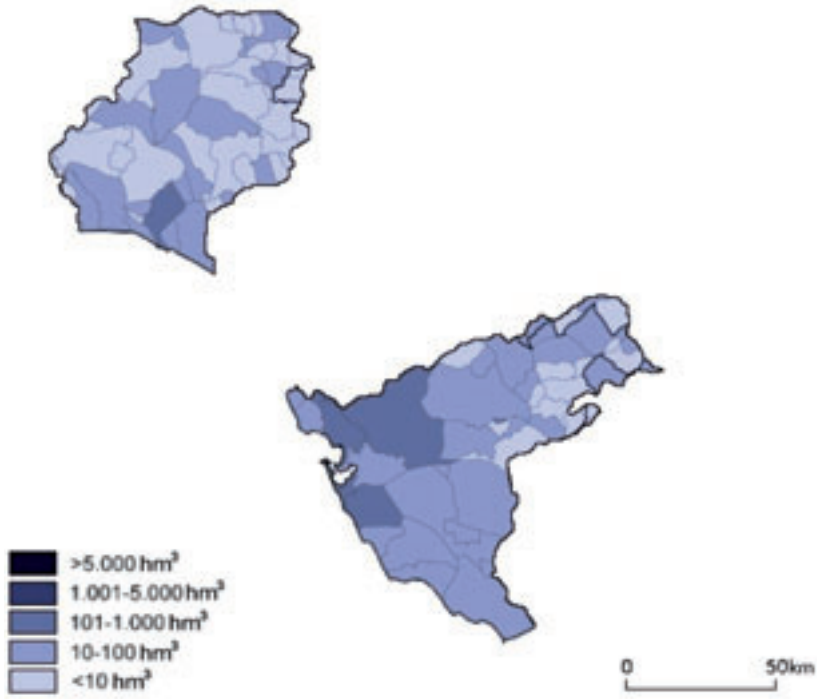
La Demarcación Hidrográfica de las cuencas atlánticas de Andalucía comprende las Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate y la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel y Piedras. Detengámonos en el análisis de su "Huella Hídrica".

FIGURA 95. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (1996)



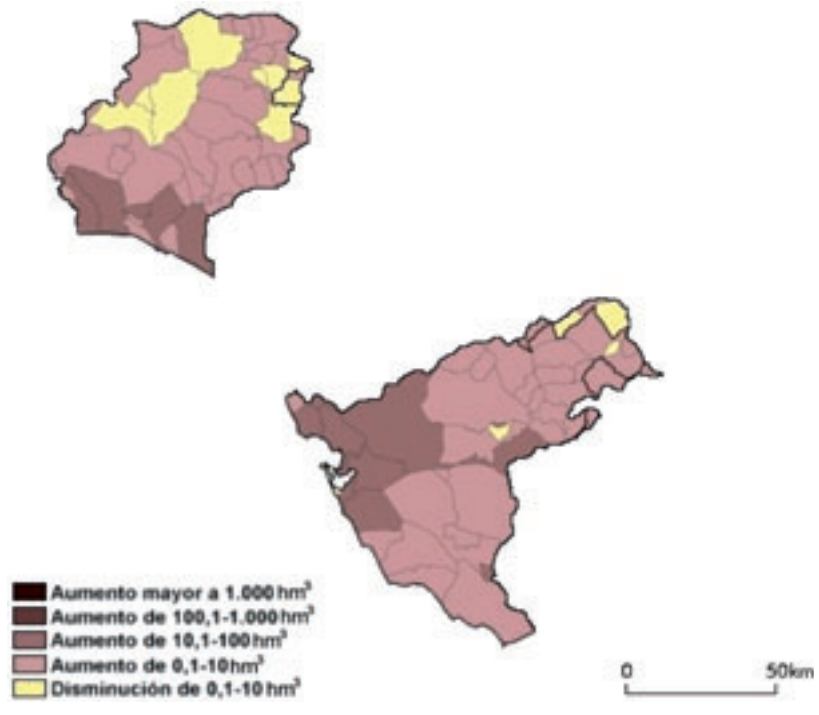
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 96. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 97. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

6.1.1.4.1. La Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Guadalete y Barbate e intercuencas entre el límite de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y el límite con la cuenca del Guadalquivir, así como, las aguas de transición a ellas asociadas. La Demarcación queda configurada y delimitada por el Valle del Guadalquivir al Norte, el extremo occidental del subsistema subbético en la parte oriental y el océano Atlántico al Sur y al Oeste. La superficie asciende a 5.969 km^2 que pertenecen en su mayor parte a la provincia de Cádiz (93,9%), con pequeñas fracciones en Málaga (2,7%) y Sevilla (3,5%)" (7).

La "Huella Hídrica" de la presente demarcación queda recogida en la Tabla siguiente:

TABLA 63. Resultados; Guadalete y Barbete

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Guadalete y Barbate	1.988,2	2.391,6	1.188,7	1.429,9

La explicación a la realidad del agua de la cuenca la encontramos en el hecho de que el clima de la vertiente atlántica gaditana viene definido por su situación geográfica que justifica su pertenencia al ámbito climático mediterráneo, cuyos caracteres principales dominan toda la región. No obstante, su apertura hacia el Atlántico, facilitada por la disposición del relieve, introduce matices oceánicos que determinan en ciertos parajes niveles pluviométricos similares a los de latitudes más húmedas. La precipitación media anual en la mayor parte de la cuenca es superior a los 600 mm, aunque debido a las peculiaridades orográficas y geográficas algunas zonas de la Sierra de Grazalema superan incluso los 2.000 mm, mientras que en la zona más occidental de la cuenca escasamente se alcanza los 500 mm. La estacionalidad del régimen pluviométrico muestra que a lo largo del año las lluvias se concentran principalmente, al final del otoño y en invierno, con descensos importantes durante la primavera y una marcada carencia de precipitaciones durante el periodo estival.

Por otra parte, señalar que de los treinta y nueve municipios que conforman la demarcación, el 56% son municipios de menos de 10.000 habitantes, y el 18% tienen menos de 2.000 habitantes. La población se encuentra bastante dispersa exceptuando las principales aglomeraciones y los principales núcleos de cada municipio, ya que el 77,23% de la población vive concentrada en 9 municipios, lo cual hace que estos espacios tengan una mayor demanda de agua y de infraestructuras. Esta distribución espacial de la población se debe, principalmente, a la paulatina despoblación de las áreas rurales, sobre todo desde mediados del siglo XX, que propicia una migración masiva hacia las ciudades, y hacia los municipios más cercanos a estas; en este caso, Jerez de la Frontera, Cádiz, San Fernando, El Puerto de Santa María, Chiclana de la Frontera o Sanlúcar de Barrameda. Por otro lado, la mayor concentración de la población se da en la franja costera.

Igualmente, resaltar la importancia de los recursos hídricos. En la demarcación los recursos hídricos provienen mayoritariamente de origen superficial y subterráneo. Los recursos hídricos superficiales son regulados a través de grandes presas. La capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate es aproximadamente de 1.600 hm^3. Los recursos de aguas subterráneas se estiman en, aproximadamente 166 hm^3/año. Y es que, la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate, actualmente no dispone de capacidad de desalación ya que para la satisfacción de las demandas, hasta el momento, no ha sido necesario plantear la construcción de este tipo de instalaciones. En la actualidad, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate existen catorce estaciones depuradoras, todas en la provincia de Cádiz, de las que se reutilizan 3 hm^3/año con una capacidad de regeneración de 15,1 hm^3/año; los recursos hídricos disponibles son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación, procedentes de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, y más concretamente de 56 hm^3/año de la cuenca del río Guadiaro.

Usos, demandas, Costes y recuperación de costes. La demanda total consuntiva del Sistema Guadalete-Barbate es 461,6 hm^3/año, siendo la demanda principal la agraria, con 318,5 hm^3/año, lo que representa casi un 70% de la demanda total. La demanda urbana supone 121,5 hm^3/año que representa un 26,3%. Asimismo la demanda de producción de energía eléctrica alcanza los 15,2 hm^3/año (3,3%) y por último, la demanda recreativa suma 6,4 hm^3/año (1,4%). Por su parte, el coste total de los servicios de agua susceptibles de recuperación de costes en la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate

para el año 2008 ascendió a 154,92 millones de Euros. Frente a estos costes, los organismos que prestan los servicios han obtenido unos ingresos por tarifas del orden de 137,08 millones de Euros, por lo que el índice de recuperación global se sitúa en 88,49%. El análisis por usos revela que los índices de recuperación se sitúan en un 90,09% en el uso doméstico, 73,64% en la agricultura y 88,17% en la industria.

6.1.1.4.2. Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel y Piedras

Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras y las intercuencas con vertido directo al Atlántico desde los límites de los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta los límites de los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, así como, las aguas de transición a ellas asociadas (…) geográficamente ocupa 4.729 km^2, casi en su práctica totalidad en la provincia de Huelva, y 94 km^2 en los municipios sevillanos de El Madroño y El Castillo de las Guardas (28). La "Huella Hídrica" de esta cuenca puede observarse en la Tabla siguiente:

TABLA 64. Resultados; Tinto, Odiel y Piedras

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Tinto, Odiel y Piedras	839,7	2.391,6	459,2	1307,9

Sobre este territorio se desarrolla un clima que se puede clasificar como mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica. En el régimen pluviométrico de la zona, desempeña un papel decisivo la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del estrecho de Gibraltar, la precipitación total anual en la demarcación se encuentra en torno a los 636 mm, o lo que es lo mismo, 3.007 hm^3/año".

Tal y como sucede en la cuenca anterior, la Población reside en municipios que municipios de menos de 10.000 habitantes, y el 28% tienen menos de 2.000 habitantes. La población se encuentra bastante dispersa exceptuando las principales aglomeraciones y los principales núcleos de cada municipio, ya que el 71,23% de la población vive concentrada en 8 municipios, lo cual hace que estos espacios tengan una mayor demanda de agua y de infraestructuras. Esta distribución espacial de la población se debe, principalmente, a la paulatina despoblación de las áreas rurales, sobre todo desde mediados del siglo XX, que propicia una migración masiva hacia las ciudades, y hacia los municipios más cercanos a estas; en este caso, Huelva, Lepe, Moguer, Cartaya o Aljaraque. Por otro lado, la mayor concentración de la población se da en la franja costera".

Sin lugar a dudas la "Huella Hídrica" tiene una relación directa con los Recursos hídricos; en la demarcación los recursos hídricos provienen mayoritariamente de origen superficial y subterráneo. Los recursos hídricos superficiales son regulados a través de grandes presas. La capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras es aproximadamente de 235 hm^3. Los recursos hídricos naturales subterráneos disponibles se estiman en unos 48 hm^3/año. Otros recursos hídricos: la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, actualmente no dispone de capacidad de desalación ya que para la satisfacción de las demandas, hasta el momento, no ha sido necesario plantear la construcción de este tipo de instalaciones. Además, actualmente, en el conjunto de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras tampoco existen infraestructuras, que permitan la reutilización directa de aguas residuales". Por otra parte, señalar que los recursos hídricos externos: 225 hm^3 procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza y el Bombeo de Bocachanza. Estos recursos abastecen demandas tanto de la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras como de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

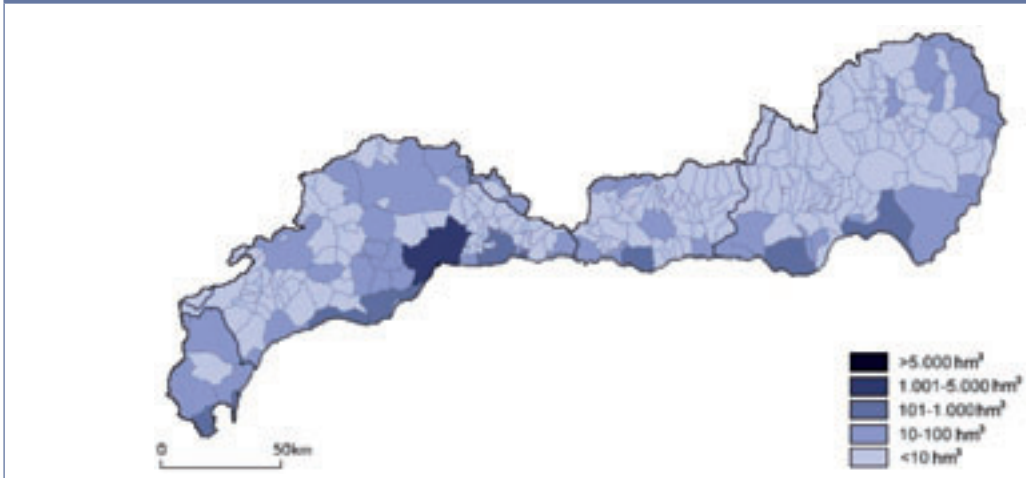
La "Huella Hídrica" adaptada es de 459,2 hm^3, relacionándose con una la demanda total consuntiva superior a 287 hm^3/año, siendo la demanda principal la agraria, con 183,9 hm^3/año, lo que representa un 64% de la demanda total. La demanda urbana supone 56,2 hm^3/año que representa un 19,5%. Asimismo la demanda industrial no dependiente de las redes de abastecimiento urbano alcanza los 45,7 hm^3/año (15,9%), sumando la demanda recreativa los 1,95 hm^3/año (0,7%). Además los servicios de agua susceptibles de recuperación de costes en la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras asciende a 111,11 millones de euros. Frente a estos costes, los organismos que prestan los servicios han obtenido

unos ingresos por tarifas del orden de 97,99 millones de Euros, por lo que el índice de recuperación global se sitúa en 88,19%. El análisis por usos revela que los índices de recuperación se sitúan en un 90,88% en el uso doméstico, 73,41% en la agricultura y 93,86% en la industria (con una "Huella Hídrica" adaptada de 1307,9 m3 por persona y año.

6.1.1.5. Demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas de Andalucía

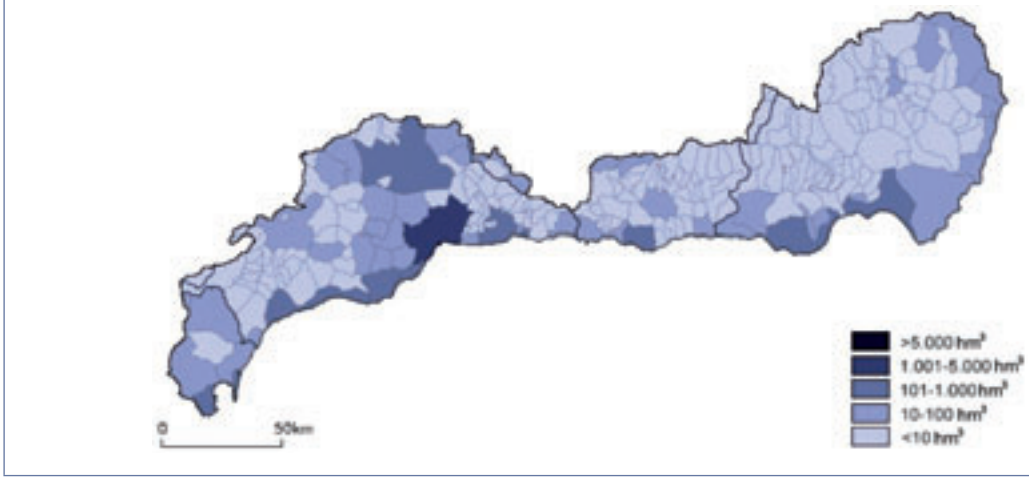
La Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas se extiende sobre una superficie de 17.952 km^2 a lo largo de una franja de unos 50 kilómetros de ancho y 350 de longitud, desde el límite entre los términos municipales de Tarifa y Algeciras hasta la cuenca y desembocadura del río Almanzora. Está conformada por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo. Todo este territorio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz (29).

FIGURA 98. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (1996)



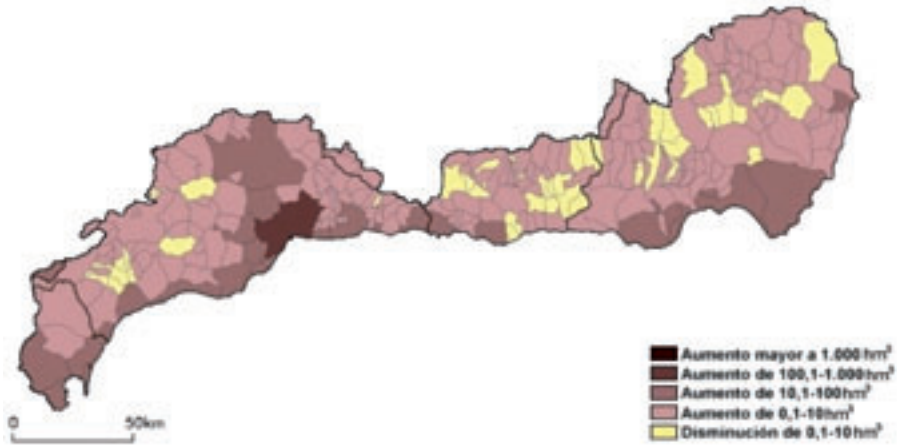
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 99. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 100. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La "Huella Hídrica" de la demarcación podemos observarla en la Tabla adjunta:

TABLA 65. Resultados; Cuenca Mediterránea Andaluza

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Cuenca Mediterránea Andaluza	5.779,1	2.391,6	2.218,5	918,1

La "Huella Hídrica" estándar asciende a 5.779,1 hm^3, con 2391,6 m^3 por habitante y año; ésta asciende a 2.391,6 m^3 por habitante y año. En lo que a la "Huella Hídrica" adaptada se refiere, decir que es de 2.218,5 Hm^3, y de 918,1 m^3 por habitante y año. Como podemos observar en las figuras adjuntas, la mayor parte de los municipios costeros (Málaga, Almería, los integrantes del Poniente almeriense, que van a ser estudiados en esta investigación, como estudio de caso, etcétera), presentan un aumento de su "Huella Hídrica" estándar superior a los 1.000 hm^3, en el lapso de 1996 al 2008.

Sin lugar a dudas, en lo hasta aquí expuesto, desempeña un papel fundamental el clima; éste es quizás uno de los máximos exponentes de variabilidad, y no tanto por las temperaturas de carácter subtropical en las inmediaciones de la costa y mucho más bajas en las sierras del interior, donde la nieve es un fenómeno frecuente sino por el régimen de lluvias, muy generoso en el extremo occidental, donde se localiza uno de los máximos nacionales en la cuenca del Guadiaro llegándose localmente a superar los 2.000 mm de precipitación media anual, y propio de un ambiente desértico en algunos sectores de la provincia almeriense, con valores inferiores a 200 mm.

Tanto la localización geográfica como las características físicas le confieren a la demarcación una especial vulnerabilidad frente a fenómenos meteorológicos extremos. Los períodos de sequía son una de las señas de identidad del régimen pluviométrico de este territorio, donde la casi total ausencia de lluvias en el periodo estival es un rasgo común a todos los sectores, incluidos los más húmedos, pero que también sufre con cierta frecuencia episodios plurianuales de escasez de precipitaciones que han llegado a generar en el pasado reciente situaciones críticas incluso para el servicio de las demandas más prioritarias.

Por el contrario, los aguaceros torrenciales en los que se concentra la escasa pluviometría de gran parte del litoral y de las áreas subdesérticas, junto al accidentado relieve, originan ocasionales y violentas avenidas que producen graves daños económicos, e, incluso, la pérdida de vidas humanas. Este tipo de eventos, potenciados por la grave deforestación de amplias zonas y las fuertes pendientes del terreno (con un desnivel máximo de casi 3.500 m en la vertiente meridional de Sierra Nevada), explica la intensidad de los procesos erosivos y de pérdida de suelos fértiles, a la vez que desestabiliza la red hidrográfica y aumenta los riesgos en las márgenes de los cauces.

Igualmente, decir que el asentamiento de la población en la Demarcación es muy dispar, con un contraste muy acusado entre las zonas costeras e interiores. Así, algunos municipios de la Costa del Sol malagueña cuentan con densidades cercanas a 5.000 hab/km^2, mientras que otros del interior de la provincia almeriense apenas llegan a los 3 hab/km^2 (con unos municipios cuya "Huella Hídrica" superaba en la zona costera, en 2008, los 5.000 hm^3, frente a otros ubicados en las Alpujarras, Sierra Nevada,…, que quedaban por debajo de los 10 hm^3).

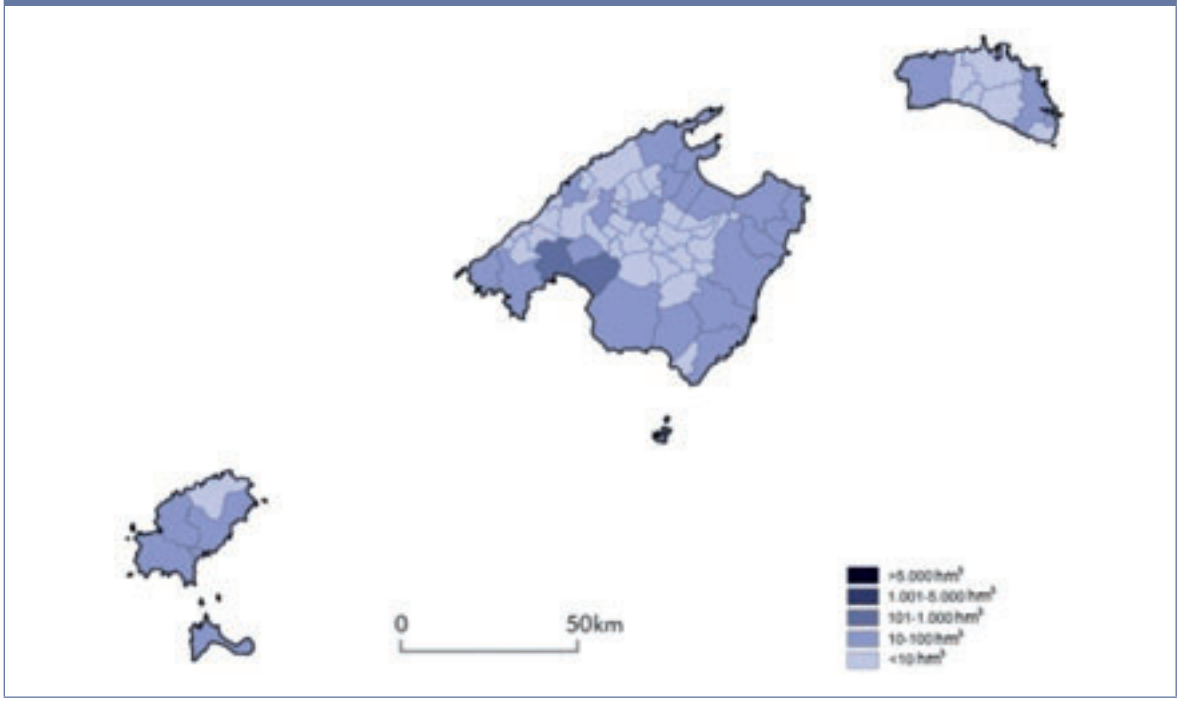
Sin lugar a dudas, se va a dar una relación directa con unos recursos hídricos disponibles en la demarcación, constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (naturales, reutilización, desalación, etc.), así como por los recursos hídricos externos (transferencias). En la demarcación los recursos hídricos tienen mayoritariamente origen superficial o subterráneo. Decir, igualmente, que los recursos hídricos superficiales son regulados a través de grandes presas. La capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación es en la actualidad de 1.177 hm^3. Los recursos de aguas subterráneas, 398 hm^3/año, representan aproximadamente un 37% del total de recursos hídricos. Estas cifras reflejan la importancia de este tipo de recurso en la cuenca. Además, en la Demarcación, los recursos hídricos disponibles que provienen de la desalación se han fijado en 23 hm^3/año, lo que supone un 2,1% de los recursos hídricos propios de la demarcación. Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la de la reutilización de las aguas. Aunque, obviamente, el volumen de recurso es el mismo, su aplicación sucesiva permite satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización; actualmente, en el conjunto de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas existen 24 Estaciones Regeneradoras de Agua (ERAs) en funcionamiento que proporcionan 21 hm^3/año de aguas regeneradas, –11,9 hm^3 en regadío y 9,1 hm^3 en golf–, lo que supone un 1,9% de los recursos hídricos disponibles de la demarcación".

Por otra parte, podemos decir que en al ámbito territorial de la Demarcación, 42,3 hm^3/año corresponden a recursos procedentes de transferencias de otras demarcaciones hidrográficas, lo que supone un 4% de los recursos hídricos disponibles de la demarcación. Concretamente proceden de los trasvases Tajo-Segura, Negratín-Almanzora y del sistema Bujeo provenientes de las cuencas del Tajo, Guadalquivir y la vertiente atlántica andaluza, respectivamente. Todo ello en íntima relación con la demanda total consuntiva de la Demarcación que es del orden de 1.380 hm^3/año, siendo la demanda principal la agraria, con 970 hm^3/año, lo que representa un 70,5% de la demanda total, mientras que la demanda urbana supone 356 hm^3/año (25,8%). La demanda recreativa, fundamentalmente asociada a la actividad del golf consume 29 hm^3/año (2,1%), por encima de la industria no dependiente de las redes de abastecimiento urbano, 22 hm^3/año (1,7%). El déficit, imputable íntegramente a "infradotación" del regadío, asciende a 112 hm^3/año". Igualmente, apuntar que *el coste de los servicios del agua de la Demarcación asciende a 402 millones de euros anuales, de los que se recuperan 338 millones de euros, lo que supone un porcentaje promedio del 84,2% en el conjunto de la demarcación. Los porcentajes de recuperación de costes por usos van desde el 78% del regadío hasta el 100% del golf. Los usos de urbanos tienen un porcentaje de recuperación de costes del 84,7% y el uso industrial un 93,2%".*

6.1.1.6. Demarcación hidrográfica de las Islas Baleares

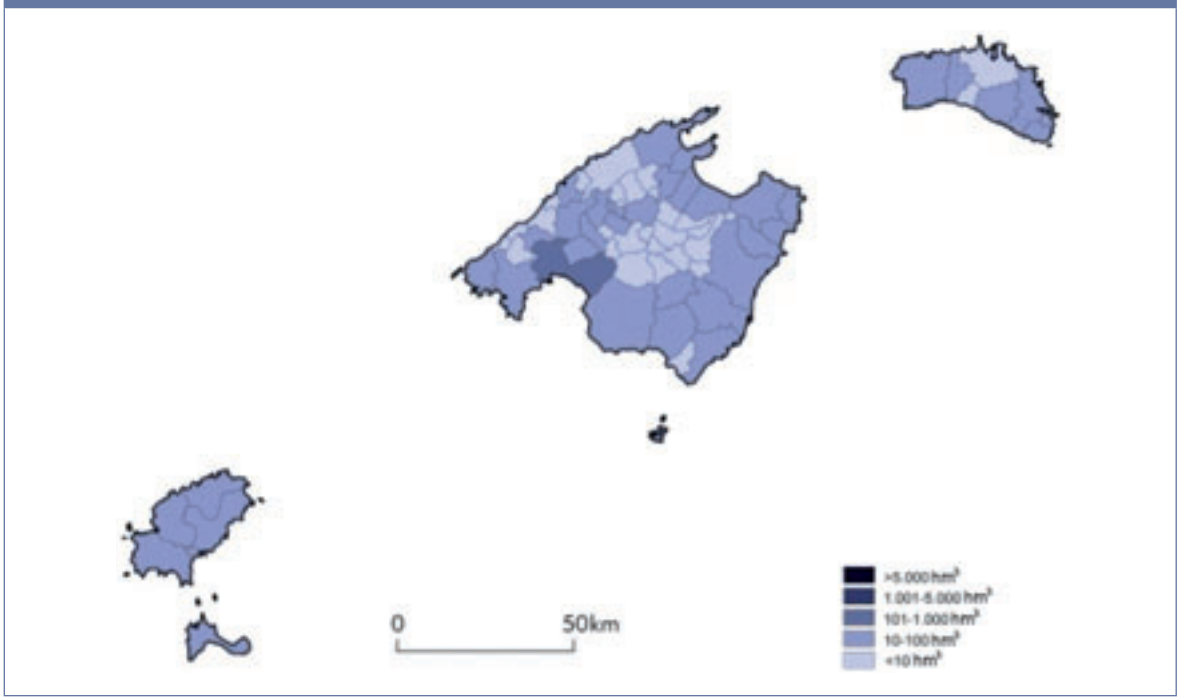
La Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares coincide totalmente con el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares. Comprende tres islas mayores (Mallorca, 3.604 km^2; Menorca 693 km^2; y Eivissa, 569 km^2), una menor (Formentera, 82 km^2), además de Cabrera (49 km^2), Dragonera, y gran cantidad de islotes hasta totalizar una extensión conjunta de 4.968 km^2.

FIGURA 101. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (1996)



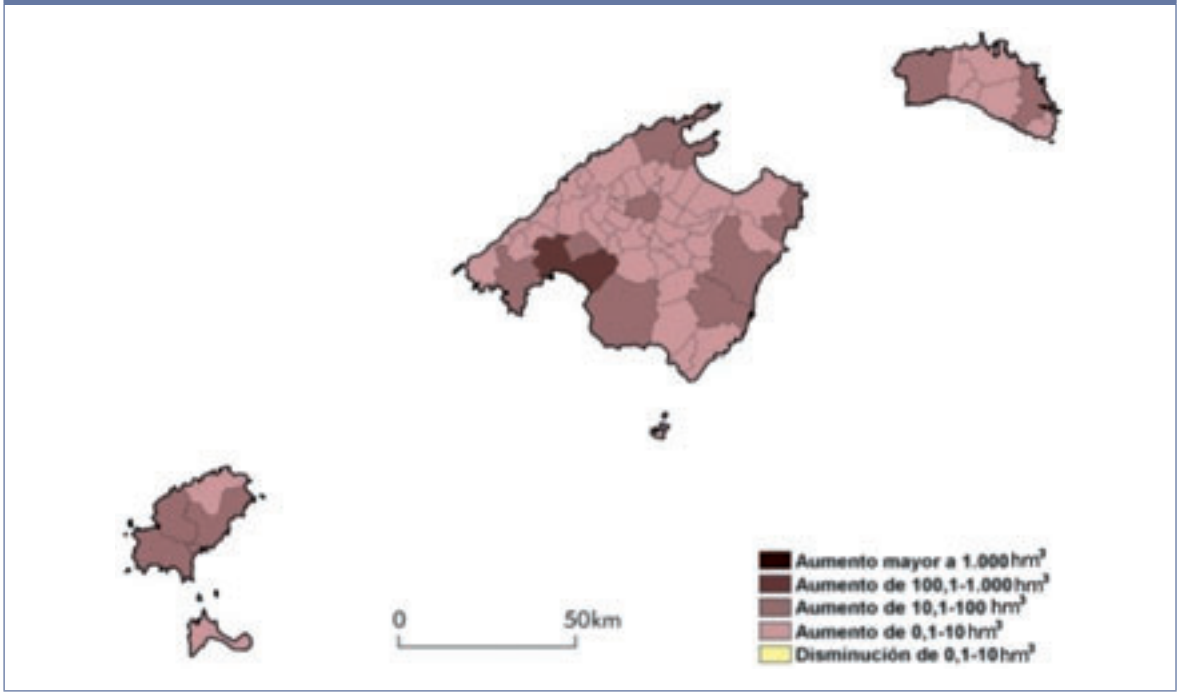
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 102. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 103. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

Gran parte del territorio (cerca del 85%) corresponde a zonas relativamente llanas con altimetrías por debajo de los 200 m de cota, aunque en la Sierra Norte de Mallorca se superan los 1.400 m de altitud. La red hidrográfica es muy densa, pero sin cursos permanentes como es propio de una geografía con un gran número de torrentes que drenan cuencas generalmente muy poco extensas; este escenario hace que la principal característica que diferencia la hidrología de las Islas Baleares respecto a la de la mayor parte de las cuencas peninsulares es que las aguas subterráneas constituyen casi el único recurso hídrico natural disponible (30).

La población total de las Islas Baleares era de 1.001.062 habitantes según la revisión del padrón municipal de 1 de Enero de 2006. La isla más poblada es lógicamente Mallorca con 790.763 habitantes, seguida de Ibiza con 113.908 habitantes, Menorca con 88.434 habitantes y Formentera con 7.957 habitantes. Además, es muy importante la llegada de visitantes a las islas cuantificada en cifras por encima de los 10 millones de personas en los últimos años. En términos generales, la media mensual de la población flotante es del orden de 290.000 personas si bien en los meses punta, julio y agosto, llega a más de 650.000 personas. En el caso de Formentera la población flotante puede representar hasta un 71% de la población residente, un 68% en Ibiza, un 27% para el caso de Menorca, y un 19% en la isla de Mallorca. La densidad de población en Baleares es de unos 200 hab/km^2, muy superior a la media nacional, y oscila entre los 219 de Mallorca y los 98 de Formentera. La Comunidad Autónoma de las Islas Baleares debe ofrecer servicios, entre ellos el agua, e infraestructuras, además de a su población residente, a toda la población flotante que utiliza recursos y demanda actividades que tienen como principal objetivo el disfrute del entorno natural del archipiélago.

Se explica de esta manera el hecho de que la "Huella Hídrica" en Mallorca está directamente relacionada con el hecho de que Mallorca concentra, las cuatro quintas partes de la población balear. Además, en Palma, la capital, se censan dos de aquellas cinco partes, la mitad de la población mallorquina de derecho. A esta situación se ha llegado a través de una evolución demográfica, económica y del doblamiento que, entre islas, ha acusado notables diferencias. También resulta fácil identificar lo balear en términos de geografía humana. Los flujos e influencias humanas –demográficas y socioeconómicas– interinsulares han sido, y en gran medida siguen siendo, efímeras. El aislamiento afecta, y ha afectado, a cada una de las islas (esto tiene fiel reflejo en la realidad de una Huella que en las islas

oscila entre los 10 y los 100 hm^3, umbral sólo superado por Palma de Mallorca en niveles entre 100 y 1000 hm^3).

Hoy existen unos activos demográficos que pueblan y controlan el espacio con diferentes patrones territoriales. Esta organización espacial responde a dos tipos de condicionantes: los derivados del medio físico y los que la historia ha legado. Del desarrollo industrial postautárquico queda, en Mallorca y en Menorca, la consideración urbana de los principales núcleos de la jerarquía urbana, la especialización ganadera de Menorca, el regadío de Mallorca y el tapiz de frutales de secano –especialmente del almendro– que cubre Mallorca e Ibiza conviviendo con un pie de herbáceos de secano. La parcelación de las fincas rústicas que inicia el deshielo de la gran propiedad es, igualmente, de la época colonial.

En los momentos actuales la "Huella Hídrica" nos muestra una realidad consecuencia de una economía turística, crecimiento económico y motorización. De una parte la población de derecho que no trabaja directamente en le sector turístico se relocaliza puntualmente en fin de semana y provisionalmente en verano. Por otra parte, en momentos punta de la temporada veraniega, las islas incorporan una población alóctona casi equivalente a la autóctona.

La "Huella Hídrica" refleja en las islas Baleares la complejidad de una terciarización de la economía que impregna y estructura el territorio. Sin embargo, los sectores primario e industrial, aun siendo minoritarios y terciario dependientes, siguen contando a la hora de interpretar la geografía balear. El primario es clave para entender el paisaje insular mientras que el secundario lo es a la hora de interpretar parte de susodicha Huella. Ésta se ve complementada por las actividades turísticas; gracias a éstas las islas Baleares se han distanciado, a partir de los años sesenta, de la media española en renta disponible, hasta colocarse, en los prolegómenos del presente siglo, a la cabeza de las Comunidades autónomas; al mismo tiempo, las islas se han situado en unos niveles de densidad de población soportada muy superiores a las preturísticas (Sotelo, J.A. "et alii". 2010).

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla adjunto:

TABLA 66. Resultados; Islas Baleares

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Islas Baleares	2.259,8	2.298,6	727,1	739,6

Desempeña un papel fundamental en las referidas Huellas Hídricas, la síntesis de las variable del medio físico, como del antrópico. Así, podemos decir que para la isla de Mallorca la pluviometría anual es de 610 mm; en la isla de Menorca, la pluviometría anual es menor, 543 mm; en la isla de Ibiza la pluviometría anual es menor que en las otras dos islas principales, 451 mm; en Formentera se tienen los valores más bajos de pluviometría, con una media anual de 364 mm".

Esto se concreta en un consumo de agua total de las Illes Balears es de 257 hm^3, suponiendo la isla de Mallorca el 79.8% del consumo (205.1 hm^3), Menorca el 10.7% (27.7 hm^3) y las Pitiusas (Ibiza y Formentera) 9.5% (24.3 hm^3). El 79,63% procede de agua subterránea, el 2,57% de embalses, el 9,08% de agua desalada y el 8,72% de agua regenerada. Igualmente, destacar que el ciclo balear del agua recupera, de media, el 86.5% de los costes financieros generados en la prestación de los distintos servicios. Incluyendo el coste derivado del impacto ambiental generado en las actividades relativas al ciclo hidráulico, la recuperación de costes se reduce hasta el 74.5% de los costes generados. Igualmente, señalar que en las Islas Baleares las principales presiones sobre el ciclo del agua proceden de la elevada extracción de recursos subterráneos para abastecimiento, y de prácticas agrarias poco respetuosas con el medio por la introducción de agentes contaminantes, en especial fertilizantes. Las fuentes de contaminación puntual por vertidos urbanos, industriales y agrarios son menos significativas, siendo el grado de depuración de las aguas residuales urbanas muy elevado.

6.1.1.7. Demarcaciones hidrográficas de las Islas Canarias

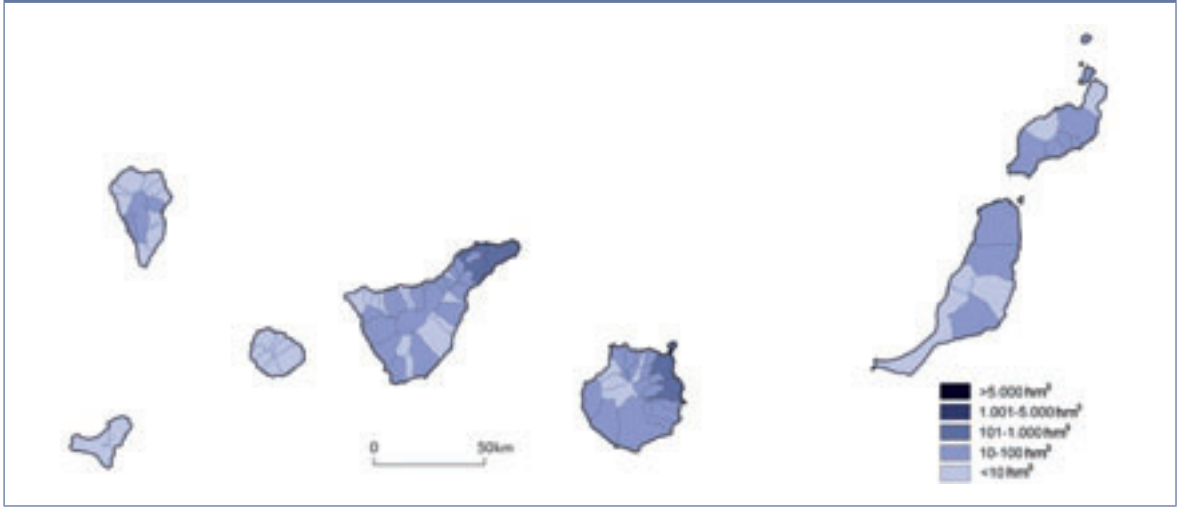
Las Demarcaciones Hidrográficas de las islas Canarias está clasificada dentro de las demarcaciones intracomunitarias españolas siendo los límites geográficos de la demarcación los mismos que los de la propia isla y sus aguas costeras (es decir, la Comunidad Autónoma de Canarias). Se diferencian siete Demarcaciones: la Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria, la Demarcación Hidrográfica de

Fuerteventura, la Demarcación Hidrográfica de Tenerife, la Demarcación Hidrográfica de El Hierro, la Demarcación Hidrográfica de La Gomera, la Demarcación Hidrográfica de La Palma, la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote.

El clima canario, tan ponderado en los últimos años con fines propagandísticos para el turismo, ha sido secularmente un inconveniente más a sumar a un relieve adverso, en la vida de los habitantes de Canarias. Uno u otro elemento, o los dos, han hecho ingrato la interacción entre el medio y el hombre. Esto se refleja también en la "Huella Hídrica" de la región. La constitución paisajística del archipiélago canario puede calificarse de cualquier manera menos de homogénea. En espacios de pocas decenas de kilómetros e, incluso, metros cuadrados, pueden apreciarse muy diferentes unos de otros, marcados por la disposición de un relieve con características orográficas y litológicas muy variadas (Sotelo, J.A. "et alii". 2010).

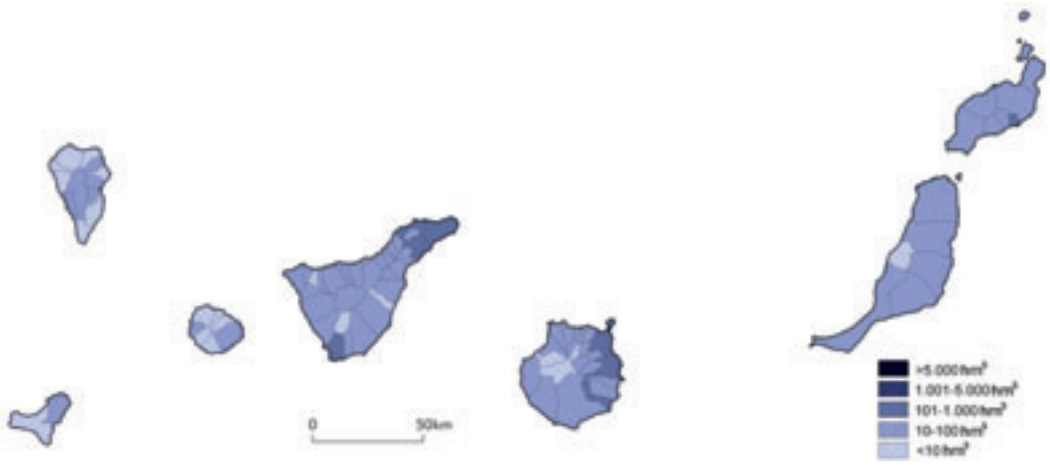
A esto añadir las variaciones demográficas que han modificado el modelo de organización territorial de las islas, a partir de una acusada terciarización ocupacional y un proceso de "urbanización" de la vida del isleño. Se produce, por tanto, un proceso de confrontación entre un espacio rural que tiende a adquirir comportamientos sumisos al macrodinamismo de las ciudades y a estabilizar su evolución demográfica frente al aumento de la densidad poblacional, en algún caso de forma espectacular e indeseada, la diversificación de los servicios, empleo y el nivel de vida en éstas, y el surgimiento de nuevas zonas urbanas sobre áreas antaño despobladas, fenómenos asociados a unos cambios en el concepto de recursos naturales que orientan su representatividad a la aptitud turística, infraestructural y de ocio en el litoral. La ruptura de la relativa homogeneidad territorial de su distribución a nivel provincial, con mayor peso en las islas occidentales, tiende a consolidar un trasvase poblacional hacia las tres islas orientales, dado el importante dinamismo que ha existido en Gran Canaria y, en los últimos años, en Lanzarote y Fuerteventura, donde la revitalizada actividad portuaria, comercial y, especialmente, la turística, han supuesto factores de atracción ineludibles para una población cansada de las dificultades seculares de la economía rural. La mayor intensidad de estos factores en las islas orientales explican esa tendencia, aunque aún no se haya perdido el equilibrio interprovincial, ya que aquellas han pasado de acoger un 48% de la población regional en 1960, a casi un 53% en 1996. No obstante se aleja bastante del 43% que alcanzaban las islas orientales en 1900. Estos fenómenos explican, en parte, la realidad de una "Huella Hídrica" que en general supera en todas las islas los 10 hm3 (Sotelo, J.A. "et alii". 2010).

FIGURA 104. La "Huella Hídrica" en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (1996)



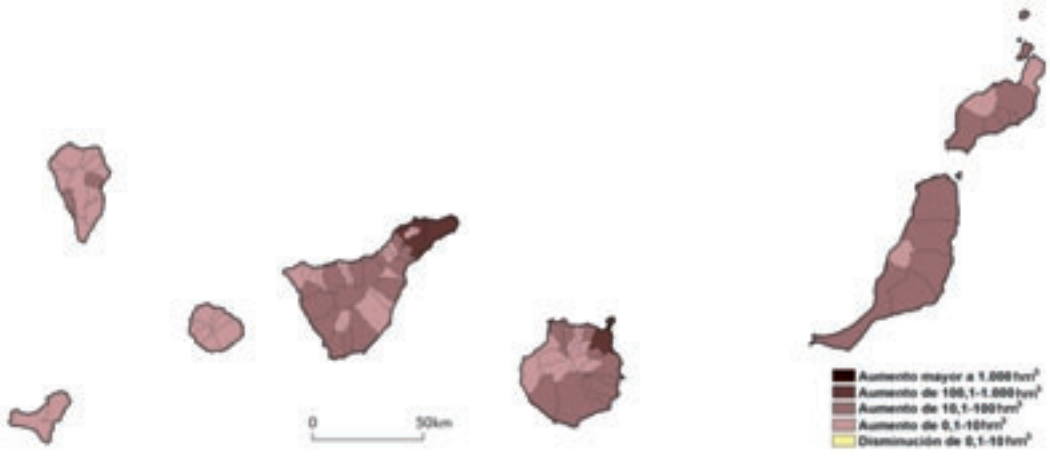
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 105. La “Huella Hídrica” en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 106. Variaciones en la “Huella Hídrica” en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

Detengámonos en el análisis de la “Huella Hídrica” de las cuencas canarias.

6.1.1.7.1. Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria:

El origen volcánico de Gran Canaria, contribuye a que aumente la complejidad para obtener y almacenar el agua, superficial o subterránea. Numerosos pozos secos o presas que no almacenan agua son testigos de esto. Gran Canaria tiene forma redondeada de unos 50 km de diámetro, una altura máxima de 1.957 metros y una superficie de 1.560 km^2 (31).

Los regímenes pluviométrico e hidrológico se caracterizan, por la gran irregularidad de su distribución espacial y temporal, así pues, los valores hidrológicos medios insulares mencionados deben considerarse solamente como una primera aproximación a la realidad y permiten identificar, en parte, los problemas hídricos locales. La precipitación media anual en la isla está en torno a los 300 mm (…) la totalidad de la red hidrográfica, está constituida por cursos de agua de carácter efímero y de respuesta hidrológica irregular y en ocasiones torrencial. La “Huella Hídrica” de la demarcación se recoge en el cuadro siguiente:

TABLA 67. Resultados; Gran Canarias

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Gran Canaria	1,692,4	2.109,6	233,5	291

Respecto de los recursos hídricos: los recursos hídricos disponibles en la demarcación están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (naturales, reutilización, desalación, etc.). En la isla los recursos hídricos provienen mayoritariamente de origen no convencional (desalación) y subterráneo. Los recursos de aguas subterráneas, 71,4 hm^3/año, representan aproximadamente un 87% del total de recursos hídricos naturales y un 43% de los recursos hídricos totales de la isla. Estas cifras reflejan la importancia de este tipo de recurso en la isla de Gran Canaria. Podemos diferenciar los recursos por desalación y los recursos por reutilización; respecto de los primeros, en Gran Canaria se han superado los límites de disponibilidad de agua del ciclo hidrológico natural y se convive desde hace décadas con un déficit estructural importante, que obliga a contemplar la desalación como un recurso básico más que alternativo para la satisfacción de las demandas; la demanda de agua que el crecimiento demográfico y el desarrollo económico de Gran Canaria han generado en las últimas décadas, se ha basado en gran parte en la desalación. En la actualidad la gran mayoría de la población de la isla es abastecida con agua desalada, particularmente en cotas bajas, pero también se abastece al regadío, existiendo desaladoras de agua de mar privadas con fines agrícolas. La diferencia entre los recursos naturales renovables, 82,4 hm^3 de un año hidrológico medio, y los 167 hm^3 que son necesarios para satisfacer el consumo actual es de 84,6 hm^3".

Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la de la reutilización de las aguas. Aunque, obviamente, el volumen de recurso es el mismo, su aplicación sucesiva permite satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización; en Gran Canaria se reutilizan de manera directa un total de 11,8 hm^3/año, suponiendo un 7% de los recursos hídricos propios de la isla. Casi la totalidad de las aguas regeneradas corresponde a aguas residuales urbanas e industriales depuradas. El destino de estos volúmenes de agua reutilizadas es fundamentalmente para el regadío de zonas agrícolas (3,8 hm^3 - 32%), usos recreativos (campos de golf 3,3 hm^3 - 28%) y para usos de agua no potable urbanos: baldeo de calles, riego de parques y jardines, etc. (4,7 hm^3 - 40%)".

Por otra parte, la demanda total consuntiva de Gran Canaria es casi 167 hm^3/año, siendo la demanda principal la de la población, con 76,5 hm^3/año, lo que representa casi un 46% de la demanda total, pudiéndose desglosar en demanda de la población permanente (urbana), con 60,2 hm^3/año y demanda turística, con 16,3 hm^3/año. La demanda agrícola supone 70,5 hm^3/año que representa un 42%, así mismo, último la demanda recreativa con casi 11,7 hm^3/año (7%) y por la demanda industrial, no dependiente de las redes de abastecimiento urbano con 8,3 hm^3/año (5%)". Igualmente, señalar que el coste total de los servicios de agua en la demarcación asciende a 207 millones de Euros en el año 2006. De esta cuantía, una cantidad de 31 millones de Euros corresponde a subvenciones a fondo perdido realizadas por propietaria de los servicios. Frente a estos costes, los organismos que prestan los servicios han obtenido unos ingresos del orden de 163 millones de Euros en el año 2006, por lo que el índice de recuperación global se sitúa en 77%. En lo que se refiere a los servicios de agua se observa que se recupera, en términos globales, un 78% en los servicios urbanos y un 75% en los servicios de agua para regadío".

6.1.1.7.2. Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura

Por su parte, la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura, presenta los mismos límites geográficos que los de la propia isla y sus aguas costeras. Del Archipiélago canario es la isla más cercana al continente africano, del cual dista poco más de 100 km, y la segunda en superficie (1.660 km^2). Administrativamente se encuentra dividida en seis municipios, ubicándose la capital insular en el de Puerto del Rosario. La población insular, según datos de 2008, es de 100.929 habitantes, con una densidad de población de 57 hab/km^2, muy inferior a la media regional de 272 hab/km^2 (32). La "Huella Hídrica" de la demarcación se recoge en la Tabla siguiente:

TABLA 68. Resultados; Fuerteventura				
RESULTADOS	**HH Estándar Total (hm^3)**	**HH Estándar (m^3/hab/año)**	**HH Adaptada Total (hm^3)**	**HH Adaptada (m^3/hab/año)**
Fuerteventura	182,8	2.109,6	43,5	501,9

El valor medio anual de precipitaciones para la isla es de poco más de 120 mm, La torrencialidad de las lluvias, que se concentra en pocos días al año, favorece la escorrentía frente a la infiltración. También favorecen la escorrentía la escasa cobertura vegetal y en general las características de los suelos, que disminuyen la infiltración y favorecen por tanto la escorrentía. Aunque cabría deducir un alto potencial para el aprovechamiento de la escorrentía, el carácter torrencial haría necesaria una gran capacidad de captación y almacenamiento. La presión por consumo de agua para abastecimiento urbano se concentra en Puerto del Rosario con 1,5 hm^3. Por el contrario Betancuria sólo aporta 0,04 hm^3, al total de la isla que es de 4,2 hm^3. El resto de municipios presenta una distribución de volúmenes bastante equilibrada entre sí. El regadío consume 1,2 hm^3/año, mientras que las actividades ganaderas tan sólo consumen 0,2 hm^3/año; finalmente el sector industrial utiliza 0,37 hm^3/año. A esto hay que añadir que la capacidad instalada de desalobración de aguas subterráneas, asciende a 2,37 hm^3/año.

Igualmente, señalar que la recuperación de costes parcial (donde las subvenciones otorgadas a fondo perdido se consideran como una disminución de costes y un aumento de los ingresos del servicio) alcanza un grado de recuperación parcial elevado, 113%, debido a la alta participación de las subvenciones directas; la recuperación de costes global (que considera la totalidad de los costes del servicio, incluyendo los costes de capital de obras financiadas "a fondo perdido" por otros entes) apenas alcanza el 39%.

6.1.1.7.3. Demarcación Hidrográfica de Tenerife:

La Demarcación Hidrográfica comprende el territorio de la isla de Tenerife, así como las aguas costeras asociadas. La isla de Tenerife, la más extensa (2.034 km^2) y poblada del archipiélago Canario (33).

La "Huella Hídrica" de la demarcación se recoge en el la Tabla siguiente:

TABLA 69. Resultados; Tenerife				
RESULTADOS	**HH Estándar Total (hm^3)**	**HH Estándar (m^3/hab/año)**	**HH Adaptada Total (hm^3)**	**HH Adaptada (m^3/hab/año)**
Tenerife	1.769,7	2.109,6	265,7	316,8

La "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife, presenta una relación directa con la explotación y gestión de los recursos superficiales y subterráneos (con 190,7 hm^3, representaron el 87,2% de los recursos disponibles de la Isla en 2008); la progresiva reducción cuantitativa y de calidad de estos recursos naturales, hace preciso su desalinización, principalmente en el Noroeste y Suroeste de la Isla, y la incorporación de nuevos recursos procedentes de la desalación de agua de mar (18,9 hm^3), y reutilización de aguas regeneradas (8,9 hm^3) mayoritariamente en el Área Metropolitana de Santa Cruz-Laguna, y el Sur de la Isla".

Por otra parte señalar que la disponibilidad de aguas superficiales (14,7 hm^3/año) es muy baja en relación con la cantidad de lluvia (779 hm^3/año) que recibe la Isla. A la reducida disponibilidad de este recurso se une también un bajo nivel de aprovechamiento, debido a la alta torrencialidad. Respecto a las aguas subterráneas, en 2005 el caudal conjunto aportado por galerías y pozos era de 186 hm^3/año, lo que supuso una reducción en las aportaciones de origen subterráneo, respecto de 1985, del 10%. El caudal de las galerías ha sufrido una reducción de un 25%, y el de los pozos se ha incrementado un 40%.

Igualmente, decir que se ha estimado el abastecimiento urbano en 2005, obteniéndose para el conjunto de la Isla un valor de 81,1 hm^3, el 37,1% del total de la demanda de la demarcación. El consumo urbano se concentra significativamente en el Área Metropolitana de la Isla, formada por el casco urbano de Santa Cruz de Tenerife (con la única exclusión de los núcleos poblacionales de Anaga), y por el centro urbano y los diversos barrios de la vertiente meridional de La Laguna. En esta área se consume el

40% del volumen total demandado por toda la población de la Isla (…) la demanda de abastecimiento turística es de 27,4 hm^3. El sector turístico en la Isla de Tenerife constituye el tercer consumo hídrico de importancia (12,5% del total de la demanda), tras el agrícola y el abastecimiento de la población residencial.

La demanda por uso industrial en la Demarcación Hidrográfica del Tenerife, ascendió en 2005 a 4,93 hm^3 (…) mientras que la demanda media para uso agrícola en Tenerife asciende a unos 85,1 hm^3, representando el 38,9% del total.

De los 27,86 hm^3 de agua procedente de la desalación de agua de mar y reutilización de agua regenerada (18,92 y 8,94 hm^3, respectivamente), han venido a dar respuesta al crecimiento de la demanda insular ante una reducción de la disponibilidad de recursos subterráneos (190,73 hm^3)".

"Recuperación de costes: el coste total de los servicios de agua en la isla de Tenerife se estima en 215,7 millones de euros al año. De este importe la mayor parte (70,6% del total) corresponde a los servicios de agua urbanos (distribución urbana y saneamiento), la distribución del agua para riego supone un 29,4% del total.

Los ingresos por la prestación de los servicios urbanos del agua ascienden a unos 222,8 millones de euros. El importe medio facturado de los pagos por los servicios del agua urbana se han cifrado en 1,75 €/m^3 en abastecimiento y en 0,26 €/m^3 en saneamiento (0,16 €/m^3 en alcantarillado y 0,10 €/m^3 en depuración) El precio medio del agua facturado para uso urbano es de 2,01 €/m^3 en el 2006. El pago medio de los regantes por los servicios de agua de riego en Tenerife en 2006 es de 0,70 €/m^3.

La recuperación de costes parcial (donde las subvenciones otorgadas a fondo perdido se consideran como una disminución de costes y un aumento de los ingresos del servicio) alcanza un grado de recuperación parcial de 106%; la recuperación de costes global (que considera la totalidad de los costes del servicio, incluyendo los costes de capital de obras financiadas "a fondo perdido" por otros entes) alcanza el 94%.

6.1.1.7.4. Demarcación Hidrográfica de El Hierro

La Demarcación Hidrográfica comprende el territorio de la isla de El Hierro, con una superficie de 270 km^2, siendo la más meridional y occidental de las Canarias, tiene una población de 10.892 (INE, 2009) (34).

La "Huella Hídrica" de la demarcación se recoge en la Tabla siguiente:

TABLA 70. Resultados; Isla del Hierro

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Isla del Hierro	22,1	2.109,6	9,3	885,7

El abastecimiento urbano consume 0,6 hm^3/año; el regadío consume 2,03 hm^3/año, mientras que las actividades ganaderas tan sólo consumen 0,04 hm^3/año; finalmente el sector industrial utiliza 0,03 hm^3/año". El porcentaje de recuperación de costes alcanzado en El Hierro se sitúa ligeramente por debajo de los valores medios de la Comunidad Autónoma, tanto para la recuperación de costes parcial como para la global. El porcentaje de recuperación de costes global de los servicios urbanos alcanza únicamente el 60%, siendo el mismo significativamente más bajo para el servicio de saneamiento".

6.1.1.7.5. Demarcación Hidrográfica de La Gomera

La Demarcación Hidrográfica comprende el territorio de la isla de La Gomera, con una superficie de 370 km^2, tiene una población de 22.769 (INE, 2009) (35).

La "Huella Hídrica" de la demarcación se recoge en la Tabla siguiente:

TABLA 71. Resultados; Isla de la Gomera

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Isla de la Gomera	45,9	2.109,6	11,4	523,3

El abastecimiento urbano consume 0,4 hm^3/año; el regadío consume 4,62 hm^3/año, mientras que las actividades ganaderas tan sólo consumen 0,03 hm^3/año; finalmente el sector industrial utiliza 0,05 hm^3/año". El porcentaje de recuperación de costes alcanzado en La Gomera se sitúa por debajo de la media de la Comunidad Autónoma, tanto para la recuperación de costes parcial como para la global. El porcentaje de recuperación de costes global de los servicios urbanos no llega al 50%. En La Gomera no se cobran actualmente los servicios de saneamiento, procediendo todos los ingresos de los servicios urbanos de agua del abastecimiento. Se estima que únicamente una pequeña parte (15%) de los ingresos del servicio de abastecimiento sirven para cubrir los gastos del servicio de saneamiento, por lo que el grado de recuperación de costes del servicio de saneamiento resultante es muy bajo.

6.1.1.7.6. Demarcación Hidrográfica de La Palma

La Demarcación Hidrográfica de La Palma comprende el territorio de la isla de La Palma, así como las aguas costeras asociadas con una extensión de 706 km^2, y una población residente de 86.062 habitantes. Con una gran parte de su territorio (35%) ambientalmente protegido y 155 km de costa, en general, el grado de presión sobre el territorio (201 hab/km^2) es inferior al soportado en otros ámbitos del Archipiélago. (36).

La "Huella Hídrica" de la demarcación se recoge en la Tabla siguiente:

TABLA 72. Resultados; Isla de la Palma

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Isla de la Palma	179,8	2.109,6	68,2	800,4

El desarrollo demográfico de los últimos años ha supuesto que, en el año 2006, La Palma contase con 86.062 habitantes residentes y 6.093 turistas de media (con una capacidad de alojamiento de 10.567 camas); lo que comporta una población conjunta de 92.155 habitantes, desarrollando su actividad principalmente sobre el territorio insular no protegido.

En la actualidad, en la Demarcación Hidrográfica de La Palma, existen 17 aglomeraciones urbanas de entre 2.000 y 10.000 habitantes equivalentes, y 3 aglomeraciones urbanas mayores de 10.000 habitantes equivalentes. La urbanización ligada al desarrollo urbano-turístico puede suponer un riesgo de daños futuros sin una planificación territorial ligada a la protección frente a inundaciones. Asimismo, supone un riesgo cuando la planificación territorial no va ligada a la disponibilidad de recursos actuales y futuros, pudiendo provocar situaciones de déficit en la atención de la demanda". El valor de la precipitación insular anual media, obtenido a partir de las series históricas de precipitación (1955-2007), y ponderado con su distribución territorial, se establece en unos 737 mm. La disponibilidad de aguas superficiales (15 hm^3/año) supone tan solo el 3% de la precipitación (516 hm^3/año) que recibe la Isla.

Respecto a las aguas subterráneas, del conjunto de los 253 hm^3/año de infiltración insular, unos 34 hm^3/año van a parar a los acuíferos meridionales y acaban contaminados por emanaciones de gases volcánicos, que no se contabilizan como recursos. De los 219 hm^3/año restantes, unos 29 hm^3/año alimentan al acuífero denominado Coebra, 102 hm^3/año van directamente al de las Vertientes, y 88 hm^3/año al acuífero Costero del Norte de la Isla. En torno a 67,8 hm^3/año (26%), constituyen los recursos subterráneos extraídos a través de nacientes, galerías y pozo.

Respecto de la demanda, se ha estimado que el abastecimiento urbano en 2005, obteniéndose para el conjunto de la Isla un valor de 6,38 hm^3, el 9,1% del total de la demanda de la demarcación. La demanda de abastecimiento turística, para el conjunto de la Isla asciende a 0,85 hm^3. El sector turístico en la Isla de La Palma constituye el tercer consumo hídrico de importancia (2,2 % del total de la demanda), tras el agrícola y el abastecimiento de la población residencial. La demanda media para uso agrícola en La Palma asciende a unos 64,39 hm^3 en el 2008, representando el 89,7% del total de la demanda".

El coste total de los servicios de agua en la isla de La Palma se estima en 13,78 millones de euros al año. De este importe la mayor parte (79,6% del total) corresponde a la distribución del agua para riego, y a los servicios de agua urbanos (distribución urbana y saneamiento), un 20,4% del total. Como coste del agua también se deben considerar, aparte del coste financiero de los servicios, los costes ambientales y los del recurso, concretándose los primeros a la sobreexplotación de los acuíferos (descenso

del nivel piezométrico, intrusión marina), y la contaminación (derivada principalmente de la agricultura, ganadería, vertidos urbanos, etc.). Los del coste del recurso es el coste de oportunidad por el uso del recurso en otras actividades que puedan obtener mayor valor de utilización. Los ingresos por la prestación de los servicios urbanos del agua ascienden a unos 9,11 millones de euros. El importe medio facturado de los pagos por los servicios del agua urbana se han cifrado en 0,62 €/m^3 en abastecimiento y en 0,11 €/m^3 en saneamiento (0,055 €/m^3 en alcantarillado y 0,055 €/m^3 en depuración).

El precio medio del agua facturado para uso urbano es de 0,73 €/m^3 en el 2006. Los precios que pagan los hogares por el agua incluyen las partidas de abastecimiento (extracción, regulación, tratamiento y distribución) y saneamiento (recogida, tratamiento y vertido). Los diferentes precios de los servicios del agua en los diferentes territorios se deben a diversas razones, entre los que figuran los tipos y la calidad de los servicios prestados, las inversiones realizadas y el origen de las aguas. El pago medio de los regantes por los servicios de agua de riego en La Palma en 2006 es de 0,17 €/m^3, 2.476 €/ha. La recuperación de costes parcial (donde las subvenciones otorgadas a fondo perdido se consideran como una disminución de costes y un aumento de los ingresos del servicio) alcanza un grado de recuperación parcial de 103%; la recuperación de costes global (que considera la totalidad de los costes del servicio, incluyendo los costes de capital de obras financiadas “a fondo perdido” por otros entes) alcanza el 64%”.

6.1.1.7.7. Demarcación Hidrográfica de Lanzarote

La Demarcación Hidrográfica de Lanzarote comprende la isla de Lanzarote y el grupo de islas e islotes que reciben el nombre de Archipiélago Chinijo, así como, las aguas costeras asociadas a la misma. La superficie de Lanzarote es de 795 km^2 (836 km^2, con los islotes de Graciosa, Montaña Clara, Alegranza y los dos Roques). Para la isla de Lanzarote la pluviometría media anual es de 136,23 mm (37). La “Huella Hídrica” de la isla queda recogida en la Tabla adjunta:

TABLA 73. Resultados; Lanzarote

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Lazarote	259,6	2.109,6	30,1	244,7

La población de Lanzarote en 2010, según el ISTAC (Instituto Canario de Estadística), asciende a 141.437 habitantes. Desde el punto de vista geográfico la mayor parte de la población se concentra en la capital de la isla, que absorbe el 41,12% del total. Destacan también los municipios de Teguise, Tías y San Bartolomé con el 14,21%, 14,05% y 12,84 % de la población respectivamente. Usos y demandas: la demanda total consuntiva de Lanzarote es de 26,51 hm^3/año, siendo la demanda principal la de la población, con 17,8 hm^3/año, lo que representa casi un 68% de la demanda total y se puede desglosar en demanda de la población permanente (urbana), con 9,61 hm^3/año y demanda turística, con 8,19 hm^3/año. La demanda agrícola supone 1,18 hm^3/año que representa un 4%, y la demanda recreativa con 7,19 hm^3/año (27%). Por último, la demanda industrial, no dependiente de las redes de abastecimiento urbano consume 0,44 hm^3/año (2%). Según las nuevas tendencias europeas en política de agua, los servicios deben interiorizar todos los costes, de tal forma que se recupere el total de ellos, esto es, recuperar las subvenciones al capital y las subvenciones directas. La recuperación de los costes en la isla de Lanzarote es baja, alcanzando el 33% de los costes globales y del 62% considerando los costes parciales.

6.1.2. Demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias situadas en territorio español

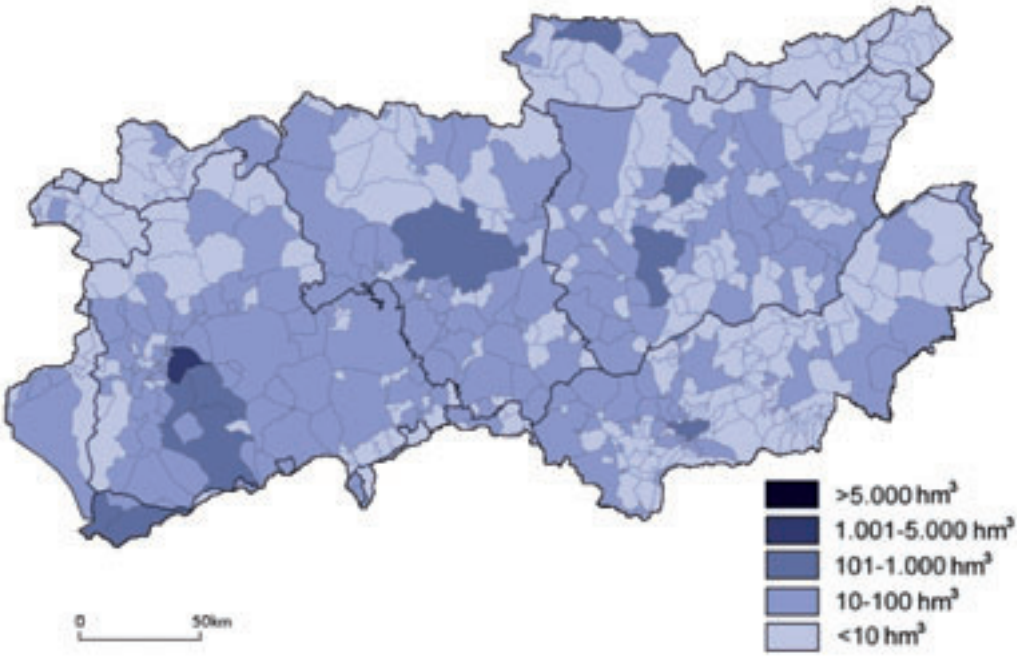
DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS ESPAÑOLAS

- Demarcaciones Hidrográficas con Cuencas Inter-comunitarias situadas en territorio español
  - 1. Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir
  - 2. Demarcación Hidrográfica del Segura
  - 3. Demarcación Hidrográfica del Júcar

6.1.2.1. Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

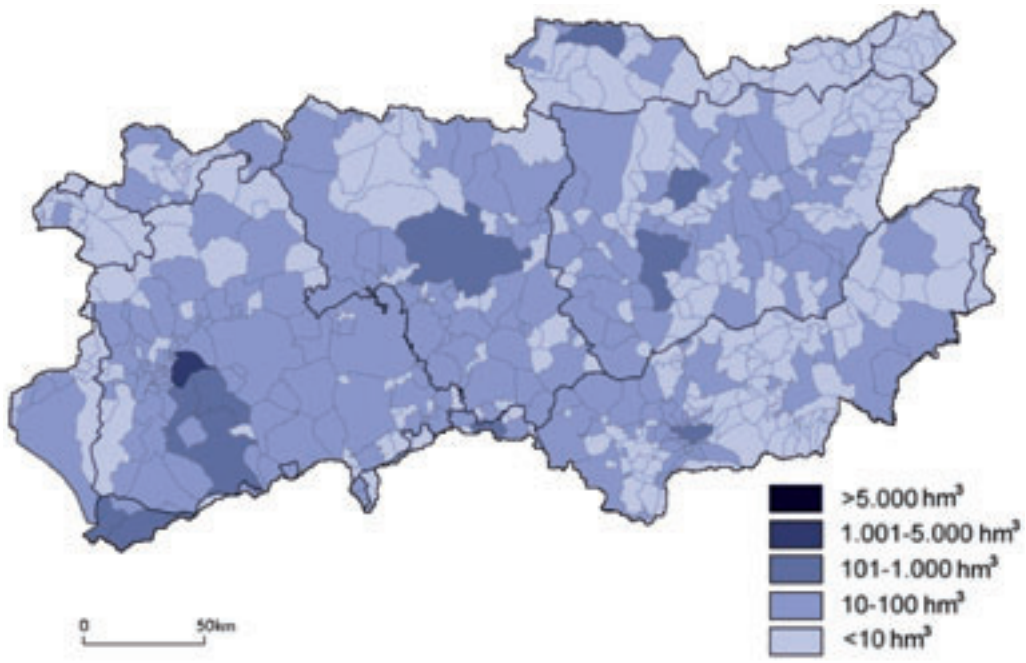
La Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, así como las cuencas hidrográficas que vierten al Océano Atlántico desde el límite entre los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta la desembocadura del Guadalquivir, junto con sus aguas de transición (18). La cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, con una extensión de 57.527 km^2, 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 12 provincias pertenecientes a cuatro Comunidades Autónomas, de las que Andalucía representa más del 90% de la superficie de la demarcación.

FIGURA 107. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996)



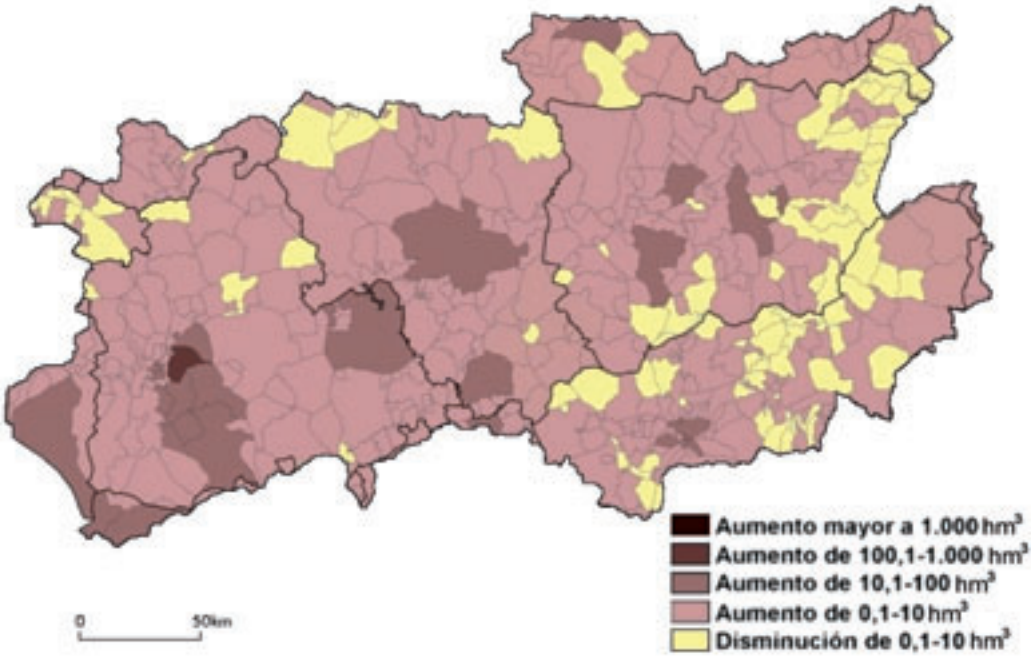
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 108. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 109. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

En volumen, la precipitación total media supone 33.000 hm^3, 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 (38).

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla adjunta:

TABLA 74. Resultados; Guadalquivir

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Guadalquivir	10.099,3	2.391,4	10.500,4	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 hm^3 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 hm^3/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 hm^3/año, siendo el principal consumidor el uso agrario, con 3.329 hm^3/año, lo que representa casi un 87% de la demanda total. La demanda urbana supone 436 hm3/año representando un 11% del total.

TABLA 75. Los principales usos del agua por origen (hm^3/año)

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

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2010).

Los niveles medios de las tarifas para los servicios urbanos de agua se sitúan en 1,23 €/m^3 con una media de 1,21 €/m^3 para el uso doméstico y una media de 1,40 €/m^3 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.

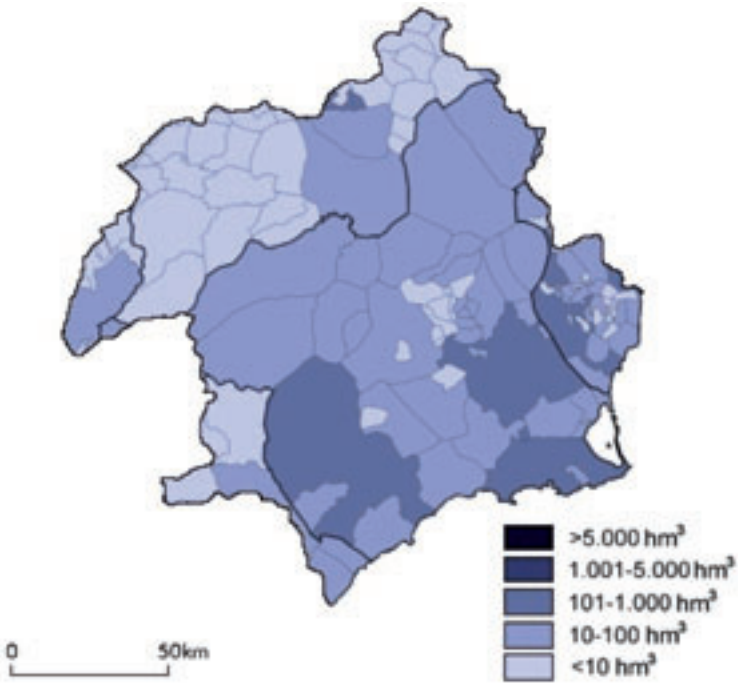
Igualmente, señalar que de los análisis realizados se desprende que el coste total de los servicios de agua susceptibles de recuperación de costes en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir as-

ciende 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.

6.1.2.2. Demarcación Hidrográfica del Segura

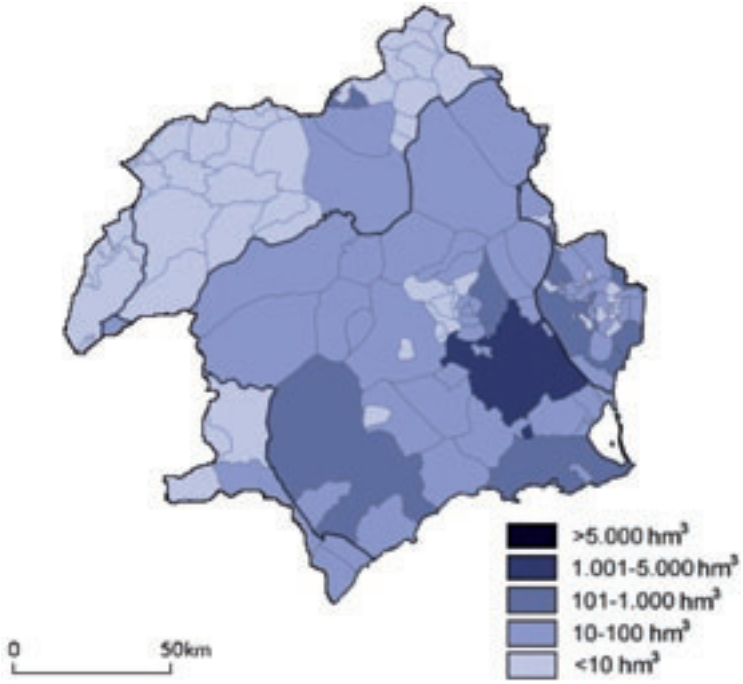
La Demarcación Hidrográfica del Segura comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición; además la subcuenca hidrográfica de 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 km^2, 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 (39).

FIGURA 110. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996)



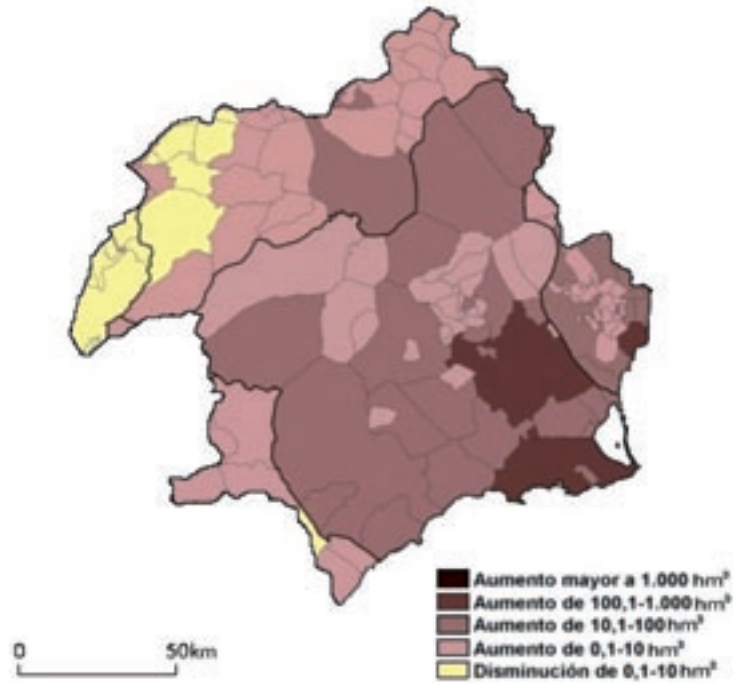
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 111. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Segura (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 112. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La “Huella Hídrica” de esta demarcación se recoge en la Tabla adjunta:

TABLA 76. Resultados; Segura

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (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/km^2, por encima de la media nacional (88 hab/km^2), 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 hm^3, 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 hm^3/año".

El déficit final medio interanual de la Demarcación Hidrográfica del Segura puede estimarse entre 313 hm^3/año y 371 hm^3/año, de los cuales entre 200 y 245 hm^3/año se dan en el sistema de explotación del río Segura, 88 hm^3/año se derivan de la sobreexplotación de recursos subterráneos del sureste de Albacete y 25 hm^3/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 tota. 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%.

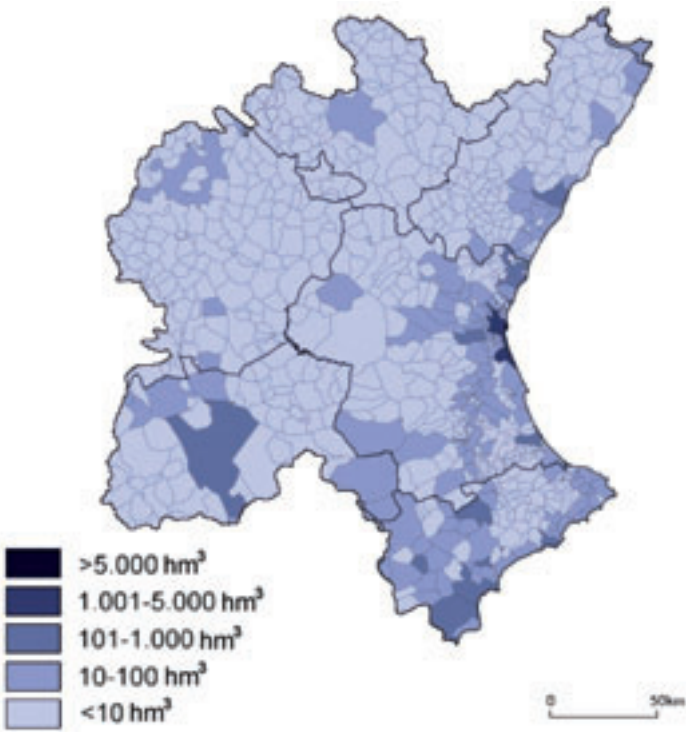
Igualmente, destacar que la sobreexplotación de las masas de agua subterránea de la Demarcación es uno de los principales problemas medioambientales existentes –que se refleja de forma notable en la "Huella Hídrica"–, ya que ocasiona la disminución de los caudales circulantes por las masas de agua superficiales 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".

6.1.2.3. Demarcación Hidrográfica del Júcar

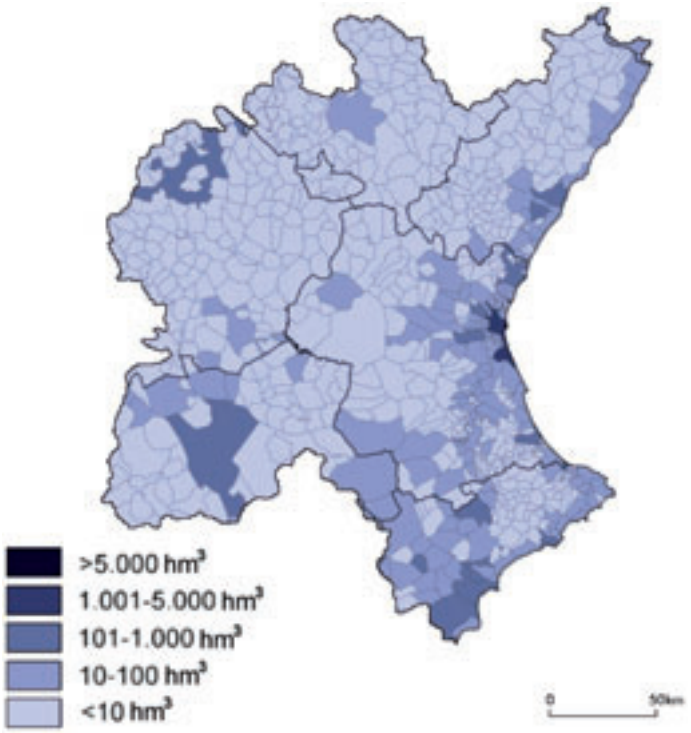
La Demarcación Hidrográfica del Júcar comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura y la desembocadura del río Cenia, incluida su cuenca, junto con sus aguas de transición. Quedan excluidas las 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 km^2 (40).

FIGURA 113. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2005)



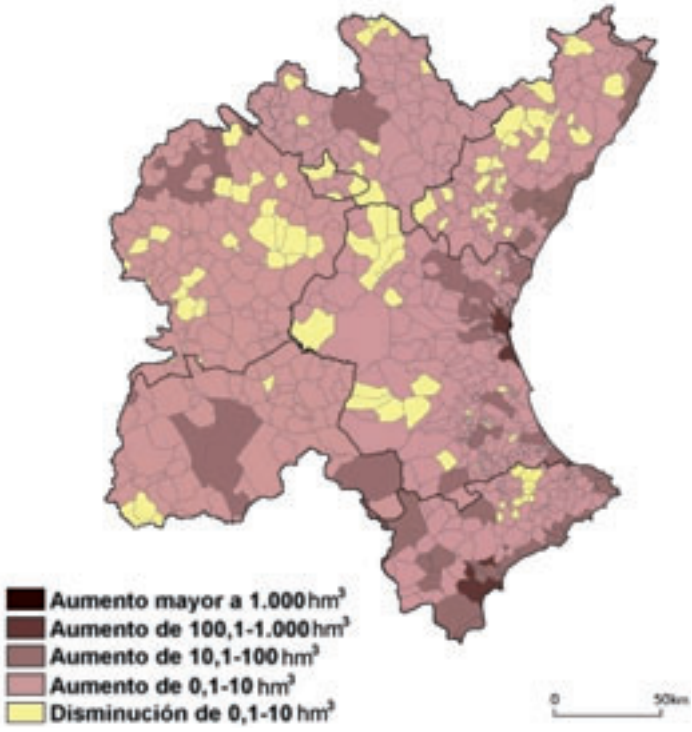
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 114. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 115. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (1996-2005)



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 Jucar se encuentra entre dos zonas climáticas muy diferentes: la Europea y la Norte-Africana. La densidad de población de la cuenca de 115 hab/km^2, muy por encima de la media nacional (89 hab/km^2). 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 la Tabla adjunta:

TABLA 77. Resultados; Júcar

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (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 hm^3/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 hm^3/año, a la que hay que añadir los 424 hm^3/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 hm^3 anuales, constituyendo un porcentaje aproximado del 17% del total de la demanda de la demarcación, destacándose como segundo uso en importancia volumétrica. En cuanto a su origen, de los 552 hm^3 abastecidos, aproximadamente 324 hm^3 son de origen subterráneo y 175 hm^3 superficial (de los cuales 114 hm^3 proceden de embalses). Alrededor de 3 hm^3 proceden de desalación, mientras que unos 50 hm^3 constituyen transferencias de la Mancomunidad de Canales del Taibilla.

La demanda bruta actual para uso agrario asciende a unos 2.540 hm^3, 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 hm^3/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 hm^3, lo que supone un 4% de la demanda total. En síntesis, la demanda total de agua en la Demarcación se estima en 3.317 hm^3 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 m^3 es de 1,39 € (que se desglosan en 0,06 €/m^3 en captación, 0,67 €/m^3 en distribución, 0,34 €/m^3 en saneamiento y 0,34 €/m^3 en depuración) y el facturado a los usuarios es de 1,15 €/m^3 (1 €/m^3 sin las tasas de alcantarillado), con un porcentaje de recuperación de costes del 82%.

Costes del agua para riego; en la Demarcación Hidrográfica del Jucar la gestión de aguas para riego se realiza mayoritariamente por entidades colectivas de riego en común que gestionan las infraes-

tructuras 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 €/m^3, 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%.

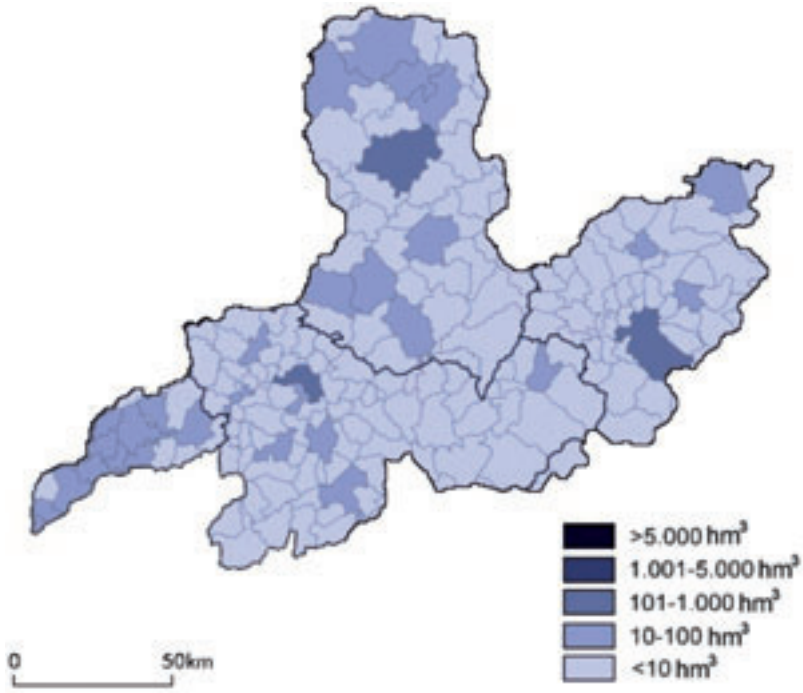
Prácticamente, la mitad de la superficie de regadío con aguas superficiales está gestionada por Comunidades de Regantes tradicionales que tarifan por superficie lo que elimina cualquier estimulo al ahorro. En las entidades que riegan con aguas subterráneas o mixtas, predomina la tarificación binómica – 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 de precios del agua.

6.1.3. Demarcaciones Hidrográficas correspondientes a las Cuencas Hidrográficas compartidas con otros países

6.1.3.1. Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Limia

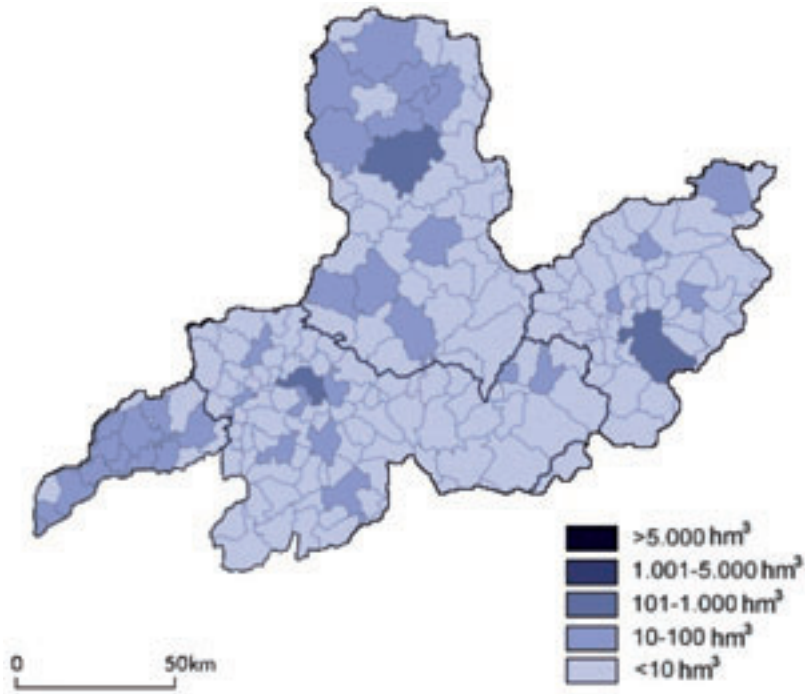
La Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil comprende el territorio español de las cuencas hidrográficas de los ríos Miño y Limia, así como la parte española de sus aguas de transición, con una superficie total de 17.619 km^2, incluyendo una parte continental y una parte asociada a las masas de transición (sobre el río Miño) y a la masa costera. Una parte importante de la superficie de la Demarcación corresponde a la Comunidad Autónoma de Galicia y extensiones más reducidas a Castilla y León y Asturias. Asimismo, que dos capitales provinciales, Ourense y Lugo, se asientan dentro de esta Demarcación. La Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil engloba 182 municipios cuyo territorio está en su mayoría dentro de la misma, de los cuales 118 se encuentran íntegramente dentro de su ámbito. Este número asciende a más de 200 si se considera todos los municipios que contemplan parte de su territorio dentro de la demarcación (41).

FIGURA 116. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (1996)



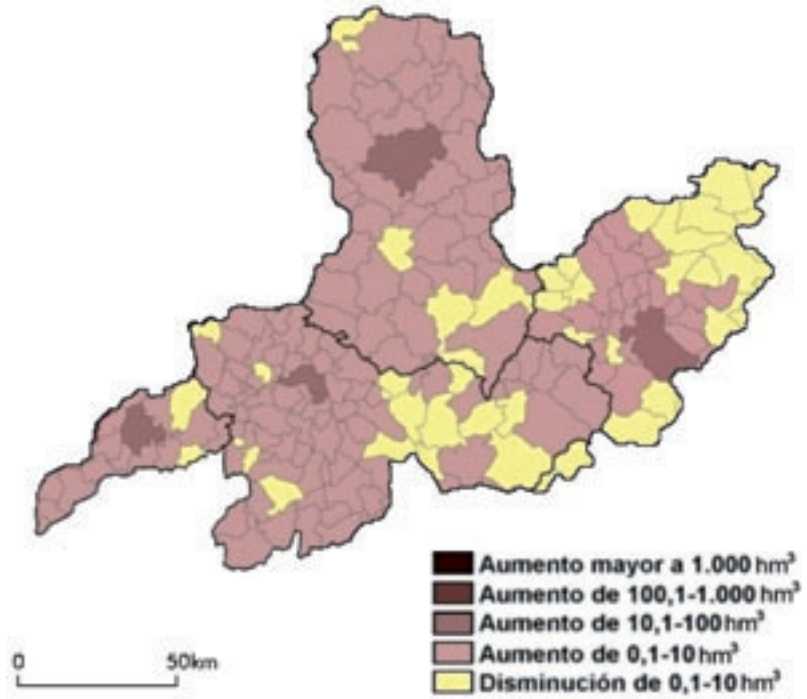
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 117. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 118. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La población en la Demarcación asciende a un total de 858.310 habitantes (INE 2009), siendo la densidad de la cuenca de unos 49 hab/km^2, muy por debajo de la media nacional (88 hab/km2). De los 118 municipios que están íntegramente dentro de la Demarcación, 15 tienen más de 10.000 habitantes, y aglutinan el 54.5% de la población total de la demarcación. La población se concentra en áreas concretas del ámbito territorial, que en su mayor parte coinciden con los municipios más cercanos a la costa como son Tomiño, O Porriño, Tui, o Mos y las capitales de provincia Lugo y Ourense que acogen el 24% de la población total de la Demarcación. El resto de la población se encuentra distribuida de una forma más homogénea a lo largo y ancho de todo el ámbito territorial. Aunque este análisis muestre un desequilibrio poblacional en el territorio, la mayor parte de la extensión de la Demarcación alberga población, por tanto se debe decir que la distribución de la población en la Demarcación presenta una gran dispersión.

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla adjunta:

TABLA 78. Resultados; Miña-Sil

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Miño-Sil	1.968,4	2.334,3	2.478,6	2.912,7

En él podemos observar cómo la "Huella Hídrica" estándar total asciende a los 1.968,4 hm^3, con una Huella estándar de 2.334,3 m^3 por habitante y año. Junto a esto nos encontramos con una "Huella Hídrica" adaptada total de 2.478,6 hm^3, y una "Huella Hídrica" adaptada de 2.912,7 m^3 por habitante y año. La explicación de los mismos la encontramos en varios factores. La pluviometría de la Demarcación presenta un amplio rango de variación, oscilando entre 760 y 1.900 mm/año, siendo la influencia atlántica y la propia morfología de la cuenca las que marcan estas precipitaciones. Los valores máximos se alcanzan en la zona del Macizo de Manzaneda-Cabeza de Manzaneda (1.778 m); entre el Navea y el Bibei; en las Sierras del Este de Lugo y Norte del Sil, sierra de los Ancares (2.214 m); y en el valle inferior del Miño. Los valles del Sil destacan por sus bajas precipitaciones, así como las depresiones de Monforte, El Bierzo y Ourense (700-900 mm). La Cabrera, a pesar de su altitud, destaca por sus precipitaciones no muy elevadas (800-1.000 mm) al igual que la zona cercana a la Babia. En general, el alto Sil Leonés recibe menos aportaciones en las vertientes al Sur que en las del Norte para alturas similares. La cuenca del Limia en Buscalque destaca por su precipitación de 1.435 mm/año; sin embargo, en la zona del valle de Arzoa la precipitación desciende por debajo de los 900 mm/año. La precipitación media anual es de 1.235 mm para el conjunto de la cuenca. De hecho, en la demarcación los recursos hídricos provienen mayoritariamente de origen superficial. Los recursos hídricos superficiales son regulados a través de grandes presas. La capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Si es aproximadamente de 3.000 hm^3. Los recursos renovables de aguas subterráneas y recurso disponible son 3.774 hm^3/año y 3.193 hm^3/año respectivamente que representan aproximadamente un 39% y 31% del total de recursos hídricos. Estas cifras reflejan la importancia de este tipo de recurso en la cuenca.

Por su parte, la demanda total de la Demarcación es 436,4 hm^3, donde la demanda urbana total es 64,2 hm^3; la demanda agraria es de 322,8 hm^3 (297,4 hm^3 regadío y 30,4 hm^3 el sector ganadero; la demanda industrial se sitúa en 35,82 hm^3, por último el destinado a otros usos 8,6 hm^3. El nivel medio de recuperación de costes en el año 2007 considerando los costes imputables y la facturación devengada por tipo de uso es del 55,5%. Sin embargo, esta situación es muy diferente según el tipo de uso de que se trate. Así pues, se tiene que en los usos industrial e hidroeléctrico se recupera casi por completo la totalidad de costes imputables, mientras que en los usos domestico y de regadío no ocurre lo mismo, siendo el regadío el que menos nivel de recuperación presenta.

TABLA 79. Recuperación de costes en la DHMS (año 2007)

Usos	Costes Totales	Costes Imputables	Ingresos	% Recuperación de costes totales	% Recuperación de costes imputables
Domésticos	24.432 €	23.829 €	5.413 €	22,2%	22,7%
Regadío	333.590 €	292.038 €	158.575 €	47,5%	54,3%
Industriales	49.483 €	44.972 €	44.783 €	90,5%	99,6%
Hidroeléctricos	695.671 €	636.710 €	635.870 €	91,4%	99,9%
TOTAL	**1.103.177 €**	**997.549 €**	**844.642 €**	**76,6%**	**84,7%**

Fuente: Estudios económicos y propuesta de fijación del Canon de Regulación y Tarifas de Utilización del Agua en la DHMS (año 2007). Precios constantes con base 2008.

6.1.3.2. Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico

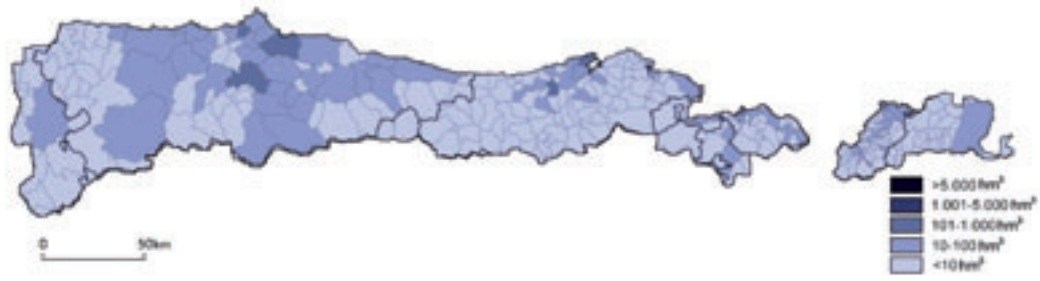
El Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, modificó el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos. Esta norma, define que la Confederación Hidrográfica del Cantábrico comprende el ámbito territorial de la zona terrestre de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, así como la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, en el ámbito de las competencias del Estado.

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla y las figuras adjuntas:

TABLA 80. Resultados; Cantábrico

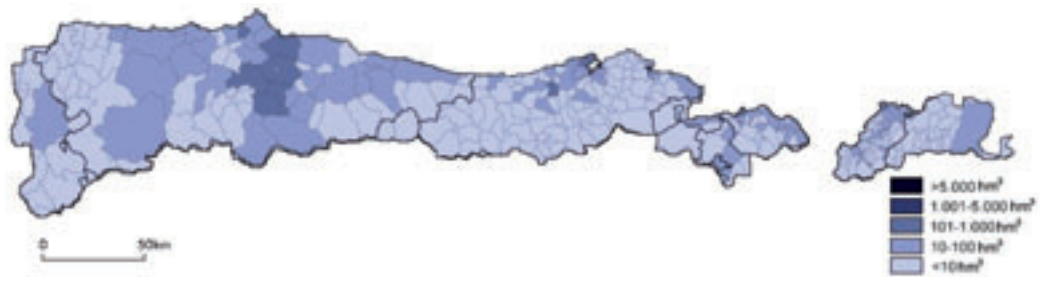
RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Cantábrico	5.215,8	2.349	3.282,4	1.478,3

FIGURA 119. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (1996)



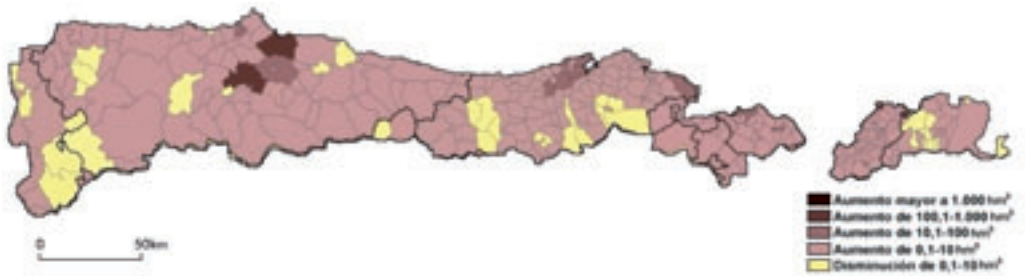
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 120. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 121. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.2.1. La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental

La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos que vierten al mar Cantábrico desde la cuenca del río Eo, hasta la cuenca del Barbadun, excluidas ésta última y la intercuenca entre la del arroyo de La Sequilla y la del río Barbadun, así como todas sus aguas de transición y costeras. La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidenta limita por el Oeste con las demarcaciones del Miño-Sil y de Galicia Costa, por el Sur con las demarcaciones del Duero y el Ebro; y por el Este con la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental y Francia. La Demarcación Occidental ocupa una superficie total de unos 19.002 km^2 de los cuales cerca de 17.444 km^2 son de la parte continental y transición; el resto corresponde a las masas de agua costeras (42).

El ámbito territorial del Cantábrico Occidental, localizado entre las latitudes 42º y 44º, coincide sustancialmente con la llamada España Verde o de clima Oceánico, presentando características climáticas de inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en todas las estaciones; de hecho, son abundantes a lo largo de todo el año, con unos valores medios anuales que oscilan entre 823 y 1.710mm y un promedio de 1.248mm. La distribución anual de las precipitaciones es relativamente homogénea, con dos máximos en primavera y otoño y un mínimo estival. Esta distribución varía localmente en función de la orografía, que ejerce una influencia muy importante a escala local. Así, puede observarse a lo largo de toda la Demarcación una correlación positiva entre la altitud y las precipitaciones medias anuales, con un incremento medio de entre 80 y 100 mm/año por cada 100 m de altura. Las precipitaciones en forma de nieve son frecuentes en las cabeceras de la Demarcación Cantábrica Occidental, de tal manera que es frecuente la presencia de un manto nival en las zonas de mayor altura durante la época invernal.

La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental está formada por 190 municipios, cuyos núcleos principales se encuentran dentro de este ámbito. La población en la Demarcación asciende a un total de 1.679.331 habitantes (INE 2008). La densidad de la cuenca es de 100 hab/km^2, ligeramente por encima de la media nacional (88 hab/km^2). De los 190 municipios, 31 tienen más de 10.000 habitantes, y aglutinan el 78% de la población total de la Demarcación. Los 159 municipios restantes acogen el 22% de la población total. Así, pues, la población de la Demarcación se encuentra claramente concentrada en municipios concretos del ámbito territorial, que la mayor parte coinciden con los municipios más cercanos a la cabeza provincial, o en estos mismos, como es el caso de Oviedo o Santander, y también en los municipios con una mayor actividad industrial y/o empresarial, como Gijón, Avilés o Torrelavega. El resto de la población se encuentra distribuida de una forma más homogénea a lo largo de todo el ámbito territorial. De hecho, aunque este análisis muestre un desequilibrio poblacional en el territorio, la mayor parte de la extensión territorial alberga población, exceptuando municipios que se encuentran en su mayor parte en alta montaña, por tanto la distribución poblacional en este ámbito presenta una cierta dispersión.

Los recursos hídricos disponibles en la Demarcación están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (naturales, reutilización, desalación, etc.), así como por

los recursos hídricos externos (transferencias). Los recursos hídricos superficiales son regulados a través de grandes presas. La capacidad total de embalses en el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental es aproximadamente de 645 hm^3. Los recursos renovables de aguas subterráneas y el recurso disponible son 4.217,41 hm^3/año y 3.327,73 hm^3/año, respectivamente, que representan aproximadamente un 33% y 26% del total de recursos hídricos. Estas cifras reflejan la importancia de este tipo de recurso en la cuenca. Igualmente, señalar que la demanda total de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental es 473,85 hm^3, donde la demanda urbana total es 238 hm^3; la demanda agraria es de 161,93 hm^3 (55,77 hm^3 destinados a regadío y 14,86 destinados a la ganadería); la demanda industrial se sitúa en 161,63 hm3, por último la demanda de riego para campos del golf es de 2,84 hm^3.

6.1.3.2.2. La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

La Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos que vierten al mar Cantábrico desde la cuenca del Barbadun hasta la del Oiartzun, incluyendo la intercuenca entre la del arroyo de La Sequilla y la del río Barbadun, así como todas sus aguas de transición y costeras, y el territorio español de las cuencas de los ríos Bidasoa, incluyendo sus aguas de transición, Nive y Nivelle (43).

Las precipitaciones son abundantes a lo largo de todo el año, con unos valores medios anuales que oscilan entre 827 y 1.787 mm y un promedio de 1.296 mm. La distribución anual de las precipitaciones es relativamente homogénea, con dos máximos en primavera y otoño y un mínimo estival. Esta distribución varía localmente en función de la orografía, que ejerce una influencia muy importante a escala local. Así, puede observarse a lo largo de toda la Demarcación una correlación positiva entre la altitud y las precipitaciones medias anuales, con un incremento medio de entre 80 y 100 mm/año por cada 100 m de altura.

La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental está formado por 122 municipios, cuyos núcleos principales se encuentran dentro de este ámbito. La población en el ámbito asciende a un total de 439.675 habitantes (INE 2008). La densidad de la cuenca es de 100 hab/km2, ligeramente por encima de la media nacional (88 hab/km^2).De los 122 municipios del ámbito, 12 tienen más de 10.000 habitantes, y aglutinan el 55% de la población total del ámbito. Por tanto, la población del ámbito se encuentra concentrada en municipios concretos del ámbito territorial, que la mayor parte coinciden con los municipios más cercanos a la cabeza provincial, o en estos mismos y también en los municipios con una mayor actividad industrial y/o empresarial, como Basauri, Galdakao, Durango o Hernani. El resto de la población se encuentra distribuida de una forma más homogénea a lo largo de todo el territorio.

Los recursos hídricos disponibles, de origen interno ascienden a 3.007,5 hm^3/año, descontando la restricción medioambiental por caudales ecológicos de 517 hm^3/año, cifra que será revisada con la implantación del nuevo régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua ríos, ascienden a 2.490,5 hm^3/año. La demanda total de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental es 112 hm^3, donde la demanda urbana total es 48,1 hm^3; la demanda agraria es de 2,3 hm^3; la demanda industrial se sitúa en 60,9 hm^3, por último la demanda de riego para campos del golf es de 0,7 hm^3".

6.1.3.3. Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero

La cuenca del Duero es la mayor de las cuencas hidrográficas de la península Ibérica con casi 100.000 km^2 de extensión. Administrativamente está compartida entre España (80% del territorio) y Portugal (20%). Los recursos naturales totales se han evaluado en unos 13.000 hm^3/año. La parte española de la demarcación limita, por el noroeste con la demarcación del Miño-Sil, por el norte con la del Cantábrico, al noreste y este con la del Ebro, y al sur con la demarcación del Tajo; hacia el oeste la cuenca continúa en Portugal. En España la cuenca se extiende parcialmente por el territorio de ocho comunidades autónomas, aunque debe tenerse presente que algo más del 98% de su territorio y de su población vienen a corresponder con la intersección de Castilla y León, comunidad que extiende el 83,7% de su territorio por la cuenca del Duero (44).

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla y en las figuras adjuntas:

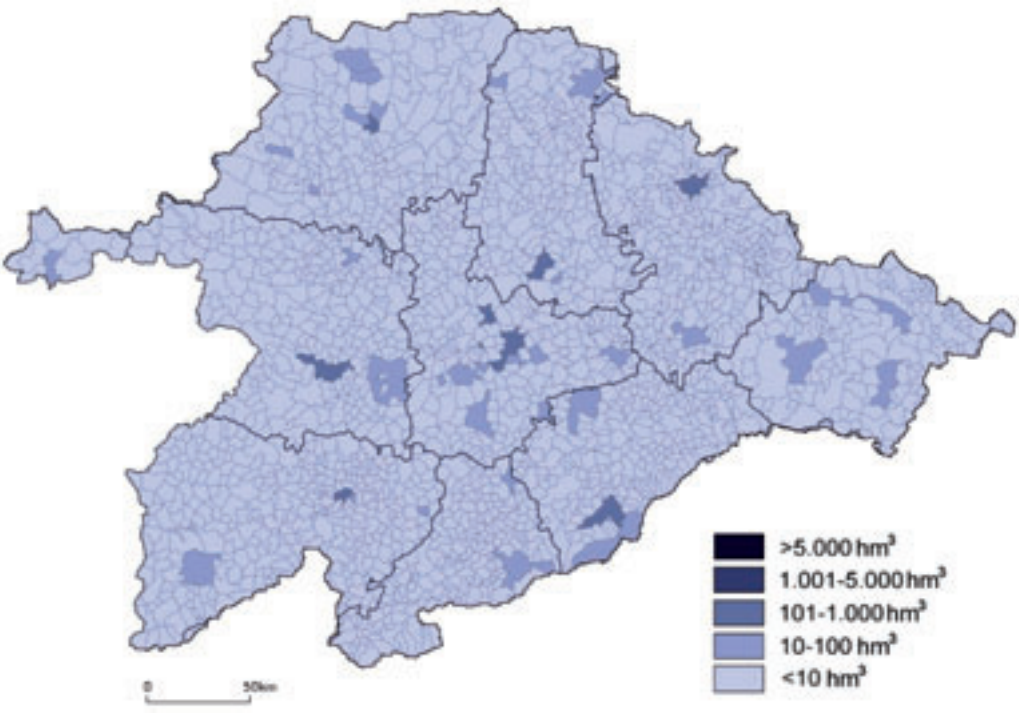
TABLA 81. Resultados; Duero

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Duero	5.084	2.308,4	9.745	4.424,8

La "Huella Hídrica" de Castilla y León es fiel reflejo de los caracteres que definen la población: la constante disminución, definida por un despoblamiento sostenido, tanto en los tiempos presentes como en los históricos con períodos de recuperación, y su marcado carácter agrícola. La elevada superficie regional y sus bajas densidades demográficas han desarrollado tradicionalmente en Castilla y León un hábitat rural basado en pequeños núcleos con un término municipal acorde al mismo, cuyo área permitía los desplazamientos habituales para las labores agrícolas. La "polimunicipalidad" resultante se establece en distancia más o menos cortas entre ellos y con la tendencia a un poblamiento concentrado (la mayor parte de sus municipios presentan una Huella por debajo de los 100 hm^3).

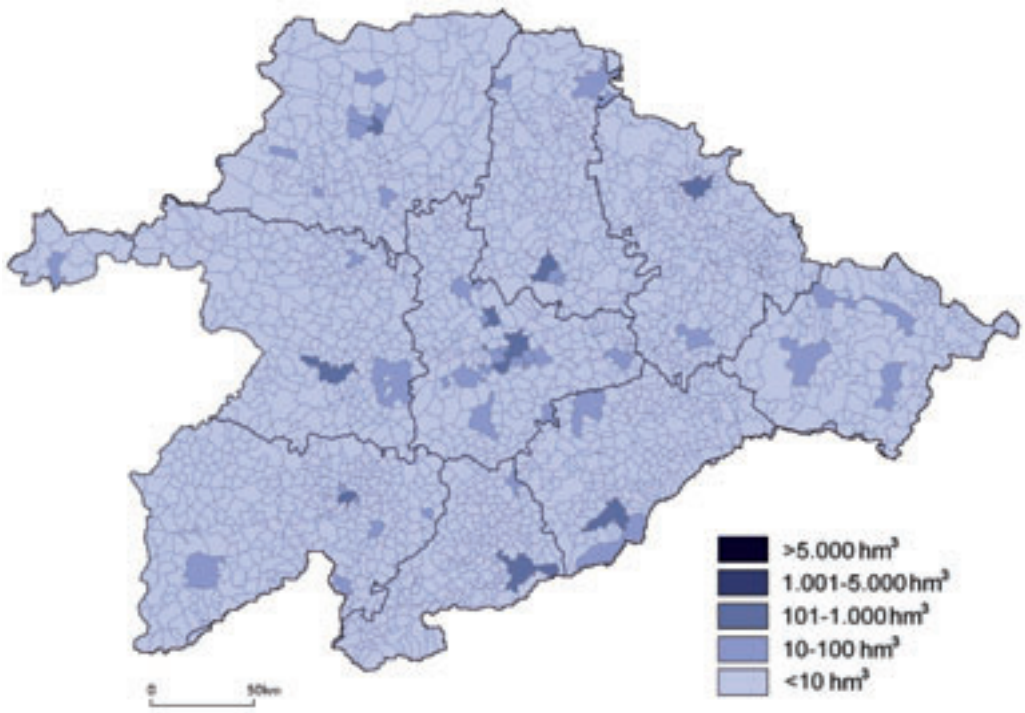
Los niveles de Huella se corresponden con una serie de ciudades medias que tienen su área de influencia en zonas profundamente rurales, zonas caracterizadas por la pérdida mantenida de la población y el sobreenvejecimiento, por lo que han tenido la tendencia de atraer y concentrar a la población del entorno rural, con un fuerte crecimiento en las últimas décadas, y aparecen como los únicos puntos de vitalidad demográfica de la región. Si se valora exclusivamente la jerarquía regional, aparece un nodo de un primer nivel, Valladolid, centrado geográficamente con respecto a la región, capital regional, un desarrollo industrial consolidado y que está originando su área metropolitana; se sitúa en la primacía de la jerarquía regional y en el tercer nivel de la jerarquía española (Área metropolitana regional, con una Huella superior a los 1000 hm^3) (Sotelo, J.A. "et alii", 2010).

FIGURA 122. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Duero (1996)



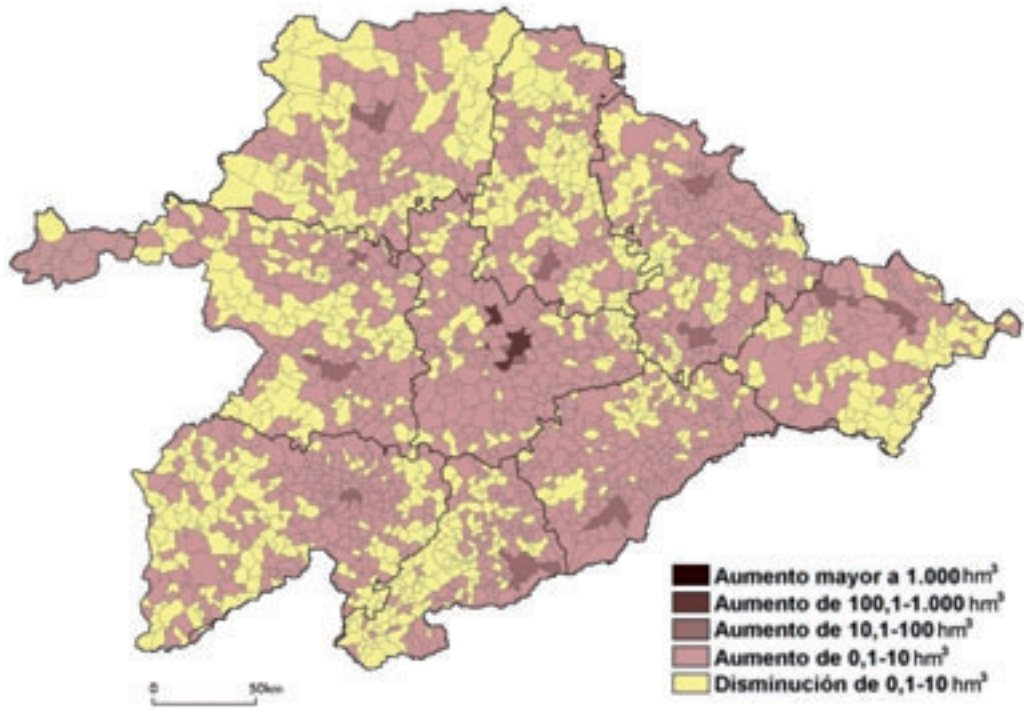
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 123. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Duero (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 124. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Duero (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

Y es que, la cuenca española del Duero, está poblada por unos 2.200.000 habitantes (4,7% de la población española), con una tendencia ligeramente decreciente en las últimas décadas, registrando además un fuerte envejecimiento y un desplazamiento de la población hacia los núcleos urbanos más grandes en detrimento del medio rural. El valor añadido bruto que se genera anualmente en la cuenca es del orden de los 45.000 millones de euros (4,6% del total español), siendo en primer lugar servicios, seguidos de la industria y la construcción. El territorio español del Duero está repartido entre 1.972 municipios (considerando aquellos que tienen más de un 20% de su territorio dentro de la cuenca), que agrupan un total de 4.755 núcleos urbanos habitados, de los que 4.000 cuentan con menos de 500 habitantes. Por otra parte, las nueve capitales de provincia (Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora) junto con Aranda de Duero (Burgos), Laguna de Duero y Medina del Campo (Valladolid) y San Andrés del Rabanedo (León), son los únicos 13 núcleos urbanos que superan los 20.000 habitantes.

En la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, la precipitación total anual se encuentra en torno a los 48.251,5 hm^3, como media de los valores de la serie registrada, completada e interpolada en la red de pluviómetros existentes con datos desde el año 1940/41 hasta 2005/06, oscilando entre valores máximos de 67.295,2 hm^3 en el año más húmedos y mínimos de 29.661,1 hm^3 en el año más seco. En valores promedio expresados en mm, la cifra media anual que se obtiene es de 611,9, con un valor máximo de 853,3 y un valor mínimo de 376,1 mm. La variabilidad interanual, que se muestra errática espacial y temporalmente, es también un rasgo característico en las precipitaciones. Es claro que las mayores precipitaciones se dan en la orla montañosa periférica, en particular en la parte septentrional de la cuenca, y las precipitaciones más bajas en la zona centro meridional. Así, encontramos valores locales superiores a los 1.800 mm en el alto Tera y superiores a los 1.500 mm en la montaña de León. En el Sistema Central y en la Cadena Ibérica las precipitaciones no son tan elevadas, no llegando a sobrepasar normalmente los 1.000 mm/año. Los valores más bajos, dentro de la isoyeta media de 400 mm, se dan en el Bajo Duero, entre Salamanca, Zamora y Valladolid. Por otra parte, la distribución temporal intraanual de estas precipitaciones se caracteriza por la heterogeneidad, habiendo meses bastante lluviosos (fundamentalmente los meses de otoño y primavera) y meses secos (verano).

La demanda se próxima a los 5.000 hm^3/año, siendo la demanda principal la del sector agropecuario con 4.501 hm^3/año, que representa algo más del 92% de la demanda total. La demanda urbana supone tan solo 329 hm^3/año, que representa un 6,6%. Asimismo, la demanda industrial, no dependiente de las redes de abastecimiento urbano, con casi 50 hm^3/año (1%) y la demanda recreativa con apenas 8 hm3/año (0,2%), son poco relevantes por su entidad en el conjunto de los usos en la parte española del Duero (…) en cuanto al origen del agua (superficial o subterráneo), resulta claramente dominante el regadío con agua superficial, tanto por la superficie atendida como por los volúmenes utilizados. No obstante, la entidad del aprovechamiento de agua subterránea para riego es grande, siendo en cualquier caso, si no el mayor, uno de los mayores sistemas de utilización del agua subterránea en Europa. El regadío de la cuenca española del Duero es variado, porque extensa y variada es la cuenca, pero hay un claro predominio de los cultivos de cereales, de cultivos industriales y de leguminosas. En general, las producciones en regadío, con dotaciones unitarias brutas próximas a los 8.000 m^3/ha/año, son claramente superiores a las que se obtienen en secano, dando lugar a una productividad 2,6 veces superior. Ello conduce a que los agricultores del Duero tengan interés por la puesta en regadío de sus tierras, lo que se ha venido haciendo tanto con grandes aportaciones de fondos públicos como por iniciativa privada, especialmente en el caso del regadío con agua subterránea.

Estos usos del agua presionan el medio natural, tanto a través de focos de contaminación puntual (existen unas 2.500 autorizaciones de vertido) como de contaminación difusa. Suponen también una presión importante las extracciones de agua, tanto las que se realizan desde la red fluvial como las que se llevan a cabo desde los acuíferos, y especialmente, las alteraciones hidromorfológicas que conllevan, entre las que se han documentado unas 3.600 barreras con distintos grados de “franqueabilidad” por la ictiofauna, más de 1.100 tramos canalizados y unas 600 actuaciones de refuerzo de márgenes.

Por otra parte, señalar que uno de los requisitos del Plan Hidrológico del Duero es la cuantificación del nivel de recuperación del coste invertido por las Administraciones públicas en la prestación de los servicios del agua, de tal forma que se determine la contribución de los distintos beneficiarios finales al importe total. Esta contribución es un medio que debe ser utilizado para conseguir un uso eficiente del

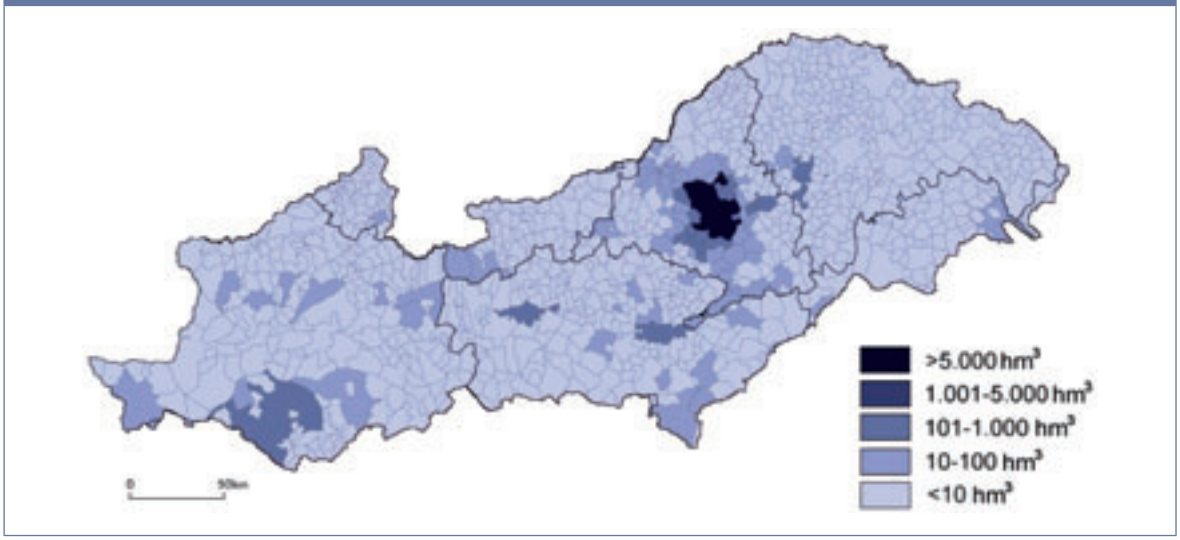
recurso y una adecuada participación de los usos al coste de los servicios que los posibilitan, con el objetivo básico de proteger el medio ambiente y, en última instancia, de favorecer el bienestar social. Esta visión está en línea con la Directiva Marco del Agua que determina que, para el año 2010, los Estados miembros deberán asegurar que los precios del agua incorporan incentivos para lograr un uso eficiente del agua y una contribución adecuada de los diferentes usos al coste de los servicios que requieren y condicionan.

El coste total anual de los servicios del agua en la cuenca española del Duero ha sido evaluado en 937 millones de euros. El cálculo se ha realizado a partir de los presupuestos y estimaciones de gasto de las distintas Administraciones, entidades, empresas y particulares que contribuyen a la prestación de los servicios, lo que totaliza 659 millones/año, a los que se añaden 278 millones de euros anuales como estimación del coste ambiental no internalizado en los gastos actuales. Los ingresos por los servicios se han cifrado en unos 355 millones de euros anuales, que proceden de los usuarios finales en forma de tributos y del coste de los autoservicios que los propios usuarios se prestan y que, lógicamente, soportan. Con todo ello, se obtiene un nivel de recuperación de costes del orden del 38% de los costes totales, valor que asciende hasta el 54% si no se consideran los costes ambientales no internalizados (con ello se puede calcular un coste unitario total de los servicios del agua, que vendría a estar situado en torno a los 0,24 €/m^3, y sería de consideración hasta el año 2015).

6.1.3.4. Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo

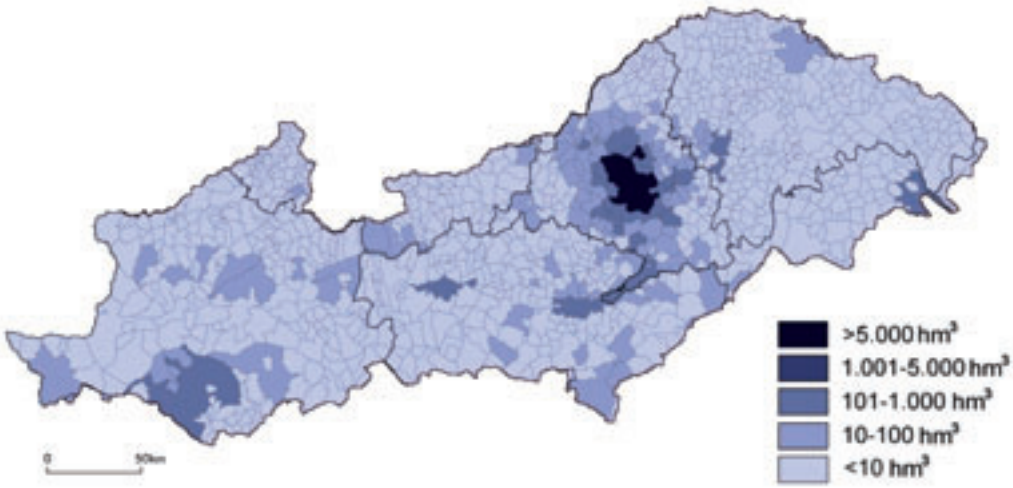
La parte española de la Demarcación limita con las demarcaciones del Duero al norte, Ebro y Júcar al este y Guadiana al sur, siendo la superficie de 55.645 km^2. Al oeste continúa la cuenca del Tajo en Portugal (Demarcación Hidrográfica "Tejo e Riberas do Oeste") con una superficie de 28.033 km^2 (…) la parte española de la Demarcación se extiende en cinco Comunidades Autónomas: Extremadura, Madrid, Castilla y León, Aragón y Castilla-La Mancha, que totalizan once provincias: Badajoz, Cáceres, Madrid, Salamanca, Ávila, Soria, Teruel, Guadalajara, Toledo, Cuenca y Ciudad Real. Además, cuatro capitales de provincia se asientan dentro de la cuenca (Cáceres, Madrid, Guadalajara y Toledo). La Comunidad Autónoma que mayor extensión ocupa en esta Demarcación es Castilla-La Mancha, seguida de Extremadura. Además, prácticamente toda la Comunidad de Madrid se encuentra dentro del ámbito de la Demarcación. Se sitúa en la zona central de la Península Ibérica, con unos límites naturales muy bien definidos, que corresponden a los siguientes sistemas montañosos: la Cordillera Central, al norte, la Ibérica al este y los Montes de Toledo al sur. (45).

FIGURA 125. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1996)



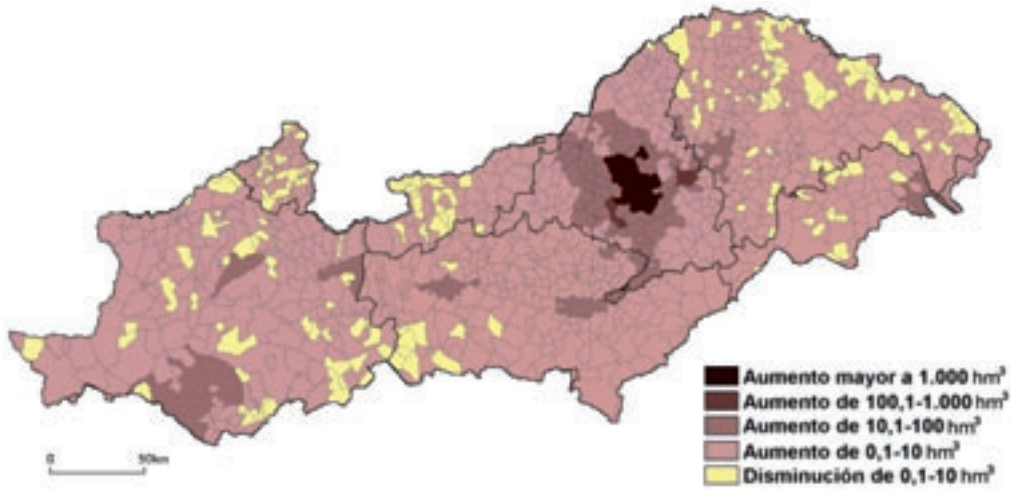
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 126. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 127. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La “Huella Hídrica” de esta demarcación se recoge en la Tabla y en las figuras adjuntas:

TABLA 82. Resultados; Tajo

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm³)	HH Estándar (m³/hab/año)	HH Adaptada Total (hm³)	HH Adaptada (m³/hab/año)
Tajo	5.084	2.308,4	9.745	4.424,8

En la Demarcación Hidrográfica del Tajo, la precipitación media es de 648 mm (38.177 hm³), en el período 1940-2006, valor ligeramente inferior al de la media del territorio nacional. La serie de precipitaciones presenta una desviación típica de 151 mm y un coeficiente de variación de 0,23.

La cuenca del Tajo cuenta con más 7.200.000 habitantes permanentes, de los cuales aproximadamente 6.450.000 viven en 107 municipios de más de 5.000 habitantes (3.150.000 en el municipio de Ma-

drid) del total de 1006 municipios de la Demarcación con más del 50% de su territorio en el interior de la misma. El resto de la población, alrededor de 720.000 personas, habita en los 899 municipios de menos de 5.000 habitantes, en buena parte situados en grandes espacios con densidades de población muy reducidas, alejados de los grandes ejes económicos de la cuenca.

La demanda consuntiva total en 2005 se calculó en unos 2.645 hm^3/año. La principal demanda fue la agraria con 1.712 hm^3/año (64,73%), seguida por la demanda urbana con 786 hm^3/año (29,74%). La demanda industrial no conectada a redes y la demanda de energía eléctrica significo 146,03 hm^3/año (5,53 %). El coste total de los servicios de agua en la Demarcación Hidrográfica del Tajo se estimó en 563 millones de Euros al año (para el año 2005), lo que equivale a un 0,35% del PIB de la Demarcación. De este importe la mayor parte (83% del total) corresponde a los servicios de agua urbanos (distribución urbana y saneamiento), la distribución del agua para riego supone un 7,6% del total y el suministro de agua "en alta" (extracción de aguas subterráneas, captación de aguas superficiales y transporte) supone un 5,5% del total. Los ingresos por la prestación de los servicios urbanos del agua ascendieron a unos 443 millones de euros en el año 2005. El importe medio de los pagos por los servicios del agua urbana se cifraron en 61,83 Euros por habitante y año, equivalente a 0,62% del gasto medio por persona en la Demarcación".

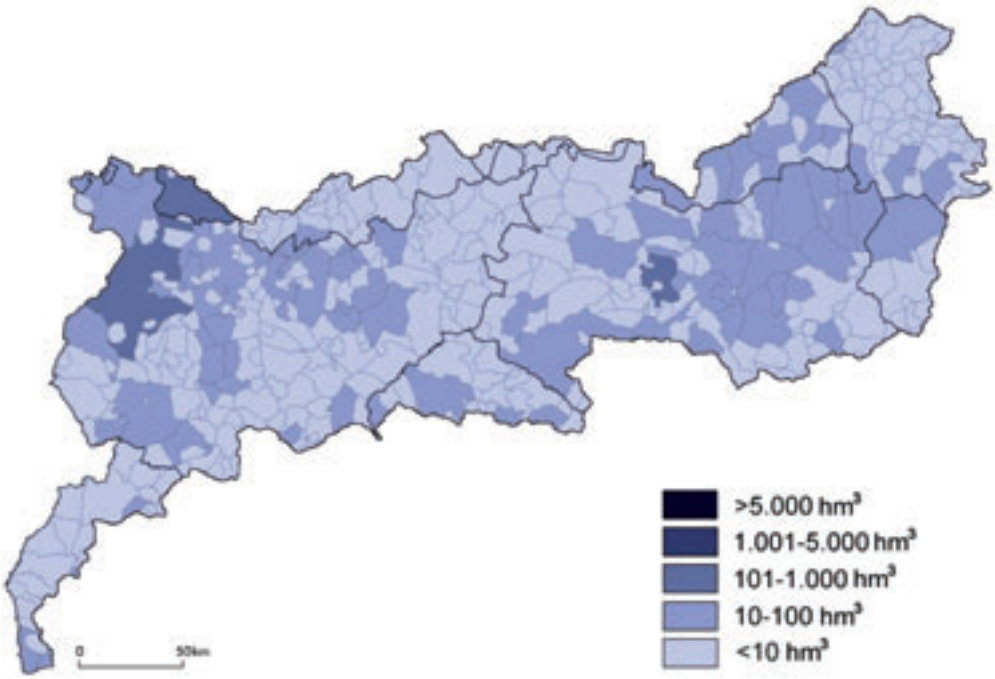
El precio medio del agua para uso urbano es de 0,97 €/m^3 (Encuesta AEAS 2004). Los precios que pagaron los hogares por el agua incluyen las partidas de abastecimiento (extracción, embalse, depósito, tratamiento y distribución) y saneamiento (recogida y depuración). Los diferentes precios de los servicios del agua que se observan en los diferentes municipios se deben a diversas razones, entre los que figuran los tipos y la calidad de los servicios prestados, las inversiones realizadas y el origen de las aguas. El pago medio de los regantes por los servicios de agua de riego es de 0,038 €/m^3 en el año 2002. Los pagos por servicios de los Colectivos de Riego con aguas subterráneas dependen en gran medida del nivel piezométrico de los acuíferos. Los valores son de 0,10 €/m^3. Los pagos por los servicios de los Colectivos de Riego con aguas de origen superficial resultan de la suma de los costes en alta (Canon de Regulación y Tarifa de Utilización del Agua) y en baja (Energía, Redes, Guardería, Administración y Otros). Los valores fueron de 0,02 €/m^3. La recuperación de costes de los servicios urbanos en la Demarcación Hidrográfica del Tajo fue de cerca del 97% en el año 2005, siendo casi el 100% la recuperación de costes en el saneamiento y algo menores en el abastecimiento (alrededor del 95%). La recuperación de costes de los servicios de distribución de agua para el regadío de la Demarcación del Tajo alcanzó el 53,5% en el año 2005, siendo del 33,4% para el caso del regadío de aguas superficiales".

Por último señalar, que el objetivo fundamental de la Directiva Marco del Agua es alcanzar el buen estado de todas las aguas en el año 2015, mediante el uso sostenible del recurso. Las masas de agua de la cuenca del Tajo están afectadas por numerosas presiones, resultado de una gran densidad de población y de una actividad humana intensa, comparada con otras cuencas españolas. La problemática de calidad ecológica de la cuenca del Tajo se centra en los grandes ejes y sus afluentes cercanos. Una de las mayores presiones que los ríos de la cuenca soportan son las grandes presas, que representan barreras insalvables y segmentan la red fluvial impidiendo la continuidad natural, de forma que muchos de los grandes ejes se convierten en una sucesión de tramos represados, de lo que es un buen ejemplo el propio Tajo. Otra particularidad de la cuenca del Tajo es la detracción de caudales con destino a otras cuencas. Como resultado de una actividad humana de aprovechamiento del agua muy diversa y prolongada en el tiempo, se encuentran multitud de azudes asociados a simples extracciones para riego o abastecimiento, o a infraestructuras hidráulicas como molinos o minicentrales hidroeléctricas. En la mayoría de los casos estos saltos artificiales alteran también la continuidad y dinámica naturales de los ríos. Cabe destacar la alta densidad de zonas urbanas en la Comunidad de Madrid: Madrid núcleo y su conurbación, con las infraestructuras de transporte que llevan asociadas, ejercen una fuerte presión sobre las masas de agua de su territorio. Ejemplo de ello son los ríos Manzanares, Jarama, Guadarrama, Henares, que presentan impactos importantes a su paso por dicha zona, o la Presa del Rey que tiene sus sedimentos contaminados. El alto número de vertidos, en su mayoría urbanos, junto con la importancia de otras presiones difusas como las debidas a la explotación agraria intensiva, resultan también en una merma de la calidad de las aguas. Como vertidos industriales que ejercen gran presión sobre las aguas, hay ejemplos relevantes como el río Cuerpo de Hombre aguas abajo de Béjar.

6.1.3.5. Parte española de la Demarcación Hidrográfica Guadiana

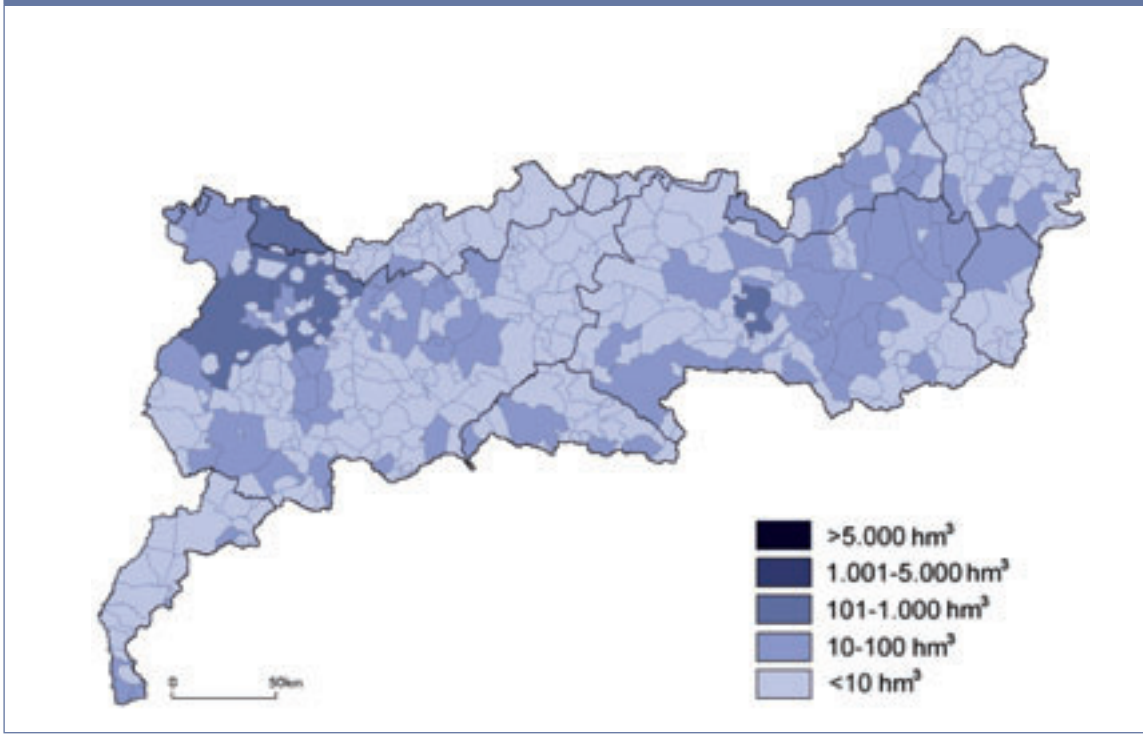
La parte española de la demarcación hidrográfica del Guadiana limita con las demarcaciones del Tajo al Norte, Júcar al este, y Guadalquivir y ámbitos de los ríos Tinto, Odiel y Piedras al Sur, siendo la superficie de 55.527,57 km^2. Al Oeste continúa la cuenca del Guadiana en Portugal con una superficie de 11.620,1 km^2 lindando con las cuencas del río Sado y el Mira, y al Sur con las cuencas del Algarve. Este ámbito se extiende dentro de tres Comunidades Autónomas (Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía) y de 8 provincias: Albacete, Cuenca, Ciudad Real, Toledo, Córdoba, Badajoz, Cáceres y Huelva. Las provincias de Ciudad Real y Badajoz suponen la mayor parte del territorio de la cuenca sumando entre las dos cerca del 75% de su extensión total (…) es un territorio con un alto grado de ruralidad. Más del 90% de los municipios tienen una densidad de población menor de 100 hab/km2 y, por tanto, son rurales según el criterio Eurostat. Los municipios de la zona central de la Demarcación (Este de Badajoz y Oeste de Ciudad Real) y los municipios conquenses y del Noroeste de Huelva son los más despoblados (46).

FIGURA 128. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (1996)



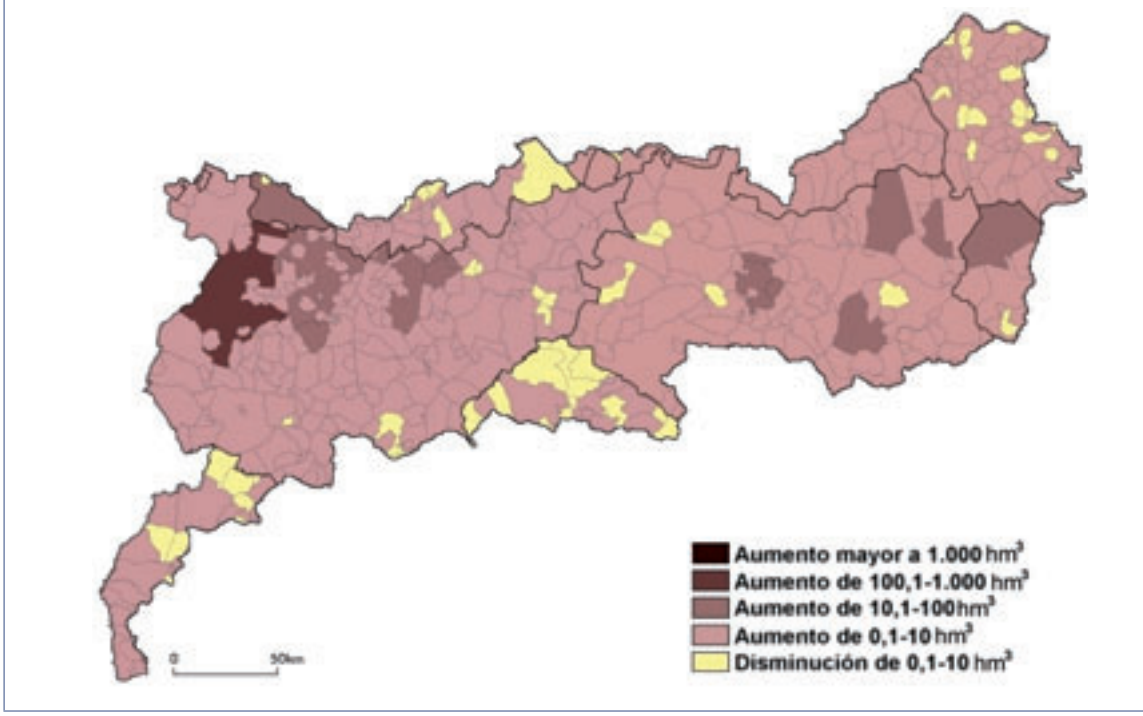
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 129. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 130. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La “Huella Hídrica” de esta demarcación se recoge en la Tabla y en las figuras adjuntas:

TABLA 83. Resultados; Guadiana

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm^3)	HH Estándar (m^3/hab/año)	HH Adaptada Total (hm^3)	HH Adaptada (m^3/hab/año)
Guadiana	3.382,2	2.373,5	8.166,7	5.730,9

La precipitación media anual para toda la cuenca en el periodo 1940/41 2005/06 es de 522 mm. Si atendemos a la variabilidad espacial, la precipitación media en el mismo periodo varía desde los 340 mm de la parte central de la llanura manchega y Campo de Calatrava hasta una precipitación media de 1.100 mm en la cabecera del río Múrtigas, en la parte Norte de la provincia de Huelva. Los recursos hídricos naturales superficiales de origen interno al ámbito territorial de la demarcación ascienden a 4.187,4 hm^3/año; los recursos hídricos subterráneos en régimen natural ascienden a 519 hm^3/año, finalmente, los recursos hídricos totales en demarcación ascienden a 4.777,8 hm^3/año".

La demanda urbana bruta de los municipios de dentro y de fuera de la demarcación que se abastecen en la parte española de la demarcación, es del orden de 199,65 hm^3 anuales constituyendo un porcentaje aproximado del 9 % del total de la demanda de la demarcación. Por otra parte, se estima un retorno urbano al medio hídrico de unos 159,72 hm^3. La demanda bruta media para uso agrícola de la Demarcación del Guadiana, en el año base 2005, ascendió a unos 1.973 hm^3/año representando el 90% del total de la demanda con un 78% de origen superficial y un 22% de origen subterráneo. El sector agrario se concentra especialmente en la denominada Mancha Húmeda y zona central de Extremadura".

Podemos afirmar, igualmente, que de media en el periodo 2005-2008 el volumen de inversión pública en servicios de agua fue de 154 millones de euros anuales (105 € hab/año), equivalente al 0,5% del PIB de la demarcación (2007). En el año 2005 dicho importe fue de casi 110 millones de euros, lo que equivale a un 0,4% del PIB de la demarcación (2005) y supone unos 76 euros de inversión por habitante y año (teniendo en cuenta una población de 1,44 millones de habitantes). Los costes financieros (costes de capital, operación y mantenimiento) de la prestación de los servicios de agua alcanzaron en la demarcación en el año 2005 los 259 millones de euros. La mayor parte de los costes correspondió al uso urbano con algo más de la mitad del coste total (145 millones de euros). La importancia del riego con aguas subterráneas explica en buena parte la cercanía entre los costes de los servicios de agua de uso urbano y agrícola (112 millones de euros). Por agentes, quienes asumen la mayor parte de los costes son las Administraciones locales y las empresas de aguas (42%; como instrumento de gestión directa o indirecta), los organismos estatales (25%) y los propios usuarios (23%).

Para el conjunto de los servicios de agua el nivel de recuperación los costes financieros fueron en el año 2005 del 87%. Por grupos de servicios, el abastecimiento presenta una recuperación de costes (87%) mayor que el saneamiento (82%). Por servicios, el servicio de suministro de agua en alta presenta un nivel de recuperación de costes algo por debajo de los demás (73%). Las causas que lo motivan son principalmente la limitada capacidad recaudatoria de las figuras tributarias existentes y las inversiones en obras de emergencia".

La "Huella Hídrica" para las Comunidades Autónomas de Andalucía, Castilla-La Mancha y Extremadura son (tomado como referencia el año más actual, el 2008) de 2.392 m^3/hab y año, 2.392 m^3/hab y año y 2.355 m^3/hab y año respectivamente, valores próximos al de la media nacional. La diferencia se observa en los datos del balance neto de comercio (hm^3), mientras que en las CCAA de Castilla-La Mancha y Extremadura el balance es negativo en Andalucía es positivo, lo que indica que en los dos primeros casos se trata de regiones netamente exportadoras en términos de agua virtual.

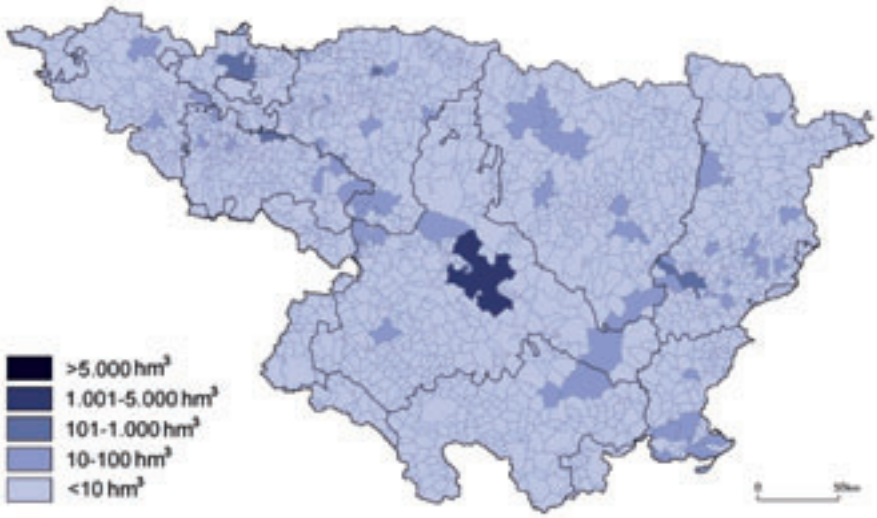
Recientemente, se ha realizado el análisis de la "Huella Hídrica" adaptando los cálculos al ámbito territorial de los Organismos de las Cuencas Hidrográfica habiéndose obtenido para la DH del Guadiana los siguientes resultados: la "Huella Hídrica" Estándar es de 2.373,5 m^3/hab y año, similar a la media nacional y la "Huella Hídrica" Adaptada es de 5.730,9 m^3/hab y año, más del doble de la media nacional. Este valor tan alto respecto a la media se debe, entre otras cosas, al gran aprovechamiento que se hace del agua verde en esta Demarcación que supone el 69% de la "Huella Hídrica" Adaptada. Como tal, cobran importancia los sectores productivos de agricultura, ganadería y selvicultura que son los que aprovechan directamente el Agua verde. El análisis del agua virtual y la huella hidrológica desde el punto de vista económico en la cuenca del Guadiana: En la cuenca del Guadiana los principales consumos de agua verde y de agua azul corresponden a la agricultura de regadío ya que suponen aproximadamente

el 90% del agua consumida en esta zona. Igualmente, hay que indicar que existen marcadas diferencias entre la zona alta de la cuenca y la media y baja. En las zonas alta y media hay un predominio de cultivos de bajo valor y alto coste de agua virtual mientras en la zona baja dominan los cultivos hortícolas (incluidos los cultivos "bajo plástico" (invernaderos cuya productividad económica del agua "azul" empleada es mucho más alta que en la zona alta).

6.1.3.6. Parte española de la Demarcación Hidrográfica Ebro

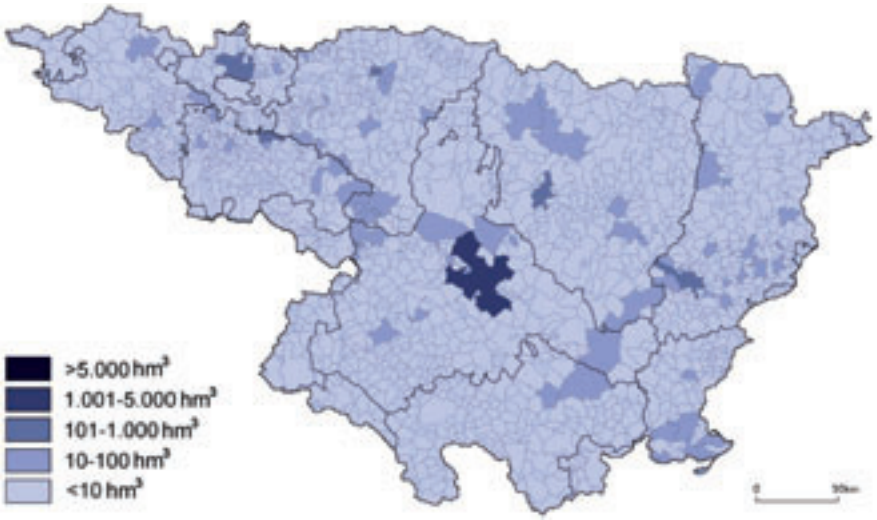
Dentro de la Demarcación del Ebro el estado ecológico de las masas de agua es dual, una dualidad muy similar a la dualidad poblacional. En el 45% de los municipios de la Demarcación la densidad de población es menor de 5 hab/km^2, son unos espacios desertizados con muy poca presión antrópica y constituyen una gran reserva ambiental en el contexto europeo. El eje económico del Valle del Ebro por el contrario es un espacio antropizado con contaminación difusa debido al complejo agroalimentario y contaminación puntual debido a los efluentes industriales y de las poblaciones (47).

FIGURA 131. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Ebro (1996)



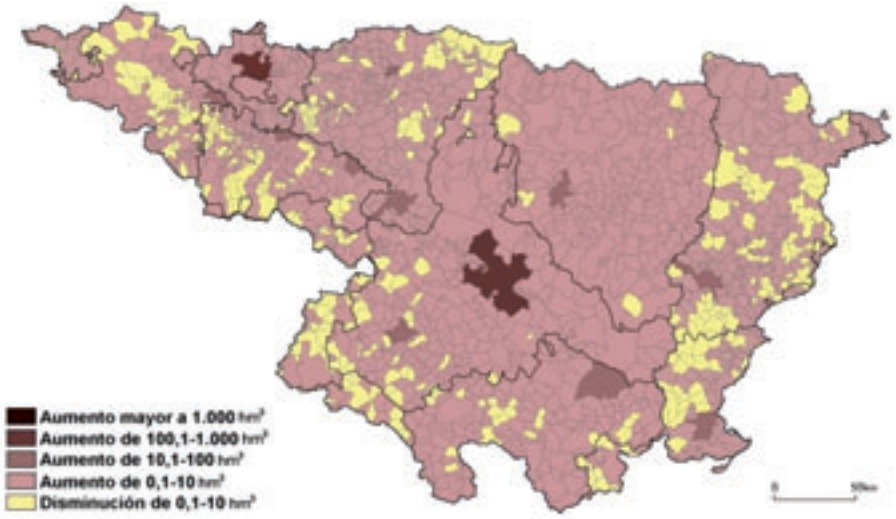
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 132. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2005)



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 133. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (1996-2005)



Fuente: Elaboración propia.

La "Huella Hídrica" de esta demarcación se recoge en la Tabla y en las figuras adjuntas:

TABLA 84. Resultados; Guadiana (bis)

RESULTADOS	HH Estándar Total (hm³)	HH Estándar (m³/hab/año)	HH Adaptada Total (hm³)	HH Adaptada (m³/hab/año)
Guadiana	3.382,2	2.373,5	8.166,7	5.730,9

La Demarcación del Ebro cuenta con 3.159.654 habitantes, a ello hay que añadir la población turística y los habitantes abastecidos mediante trasvases a la zona vasco-cantábrica y a las cuencas internas de Cataluña. En total desde la cuenca del Ebro se suministra agua para el abastecimiento de unos 5 millones de habitantes. El volumen de agua demandado para estos usos de abastecimiento es de 494 hm³/año.

La "Huella Hídrica" de esta Demarcación está muy relacionada con existencia de una gran dualidad dentro de los territorios de la cuenca en cuanto a las actividades agrarias. La periferia, formada por los Pirineos y el Sistema Ibérico, tiene una gran debilidad productiva con tendencia al abandono de los cultivos y las explotaciones agrarias y ganaderas, mientras que en el centro del valle del Ebro, donde se produce en torno a la quinta parte de la producción final agraria de España, se está ampliando la capacidad productiva y se esta abordando una reconversión agraria de importancia (de hecho, la demanda se evalúa en 7.623 hm³ anuales). El déficit estimado en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro es de 950 hm³/año. Este déficit se produce por dos causas principales: insuficiencia de recursos hídricos, cuestión de más relevancia en la margen derecha, que además se prevé que sufra con mayor intensidad los efectos del cambio climático, y déficit de regulación y transporte, que se da en la margen izquierda, especialmente la falta de regulación.

El complejo agroalimentario del Ebro es un pilar fundamental de la economía del valle y que a largo plazo es un sector estratégico con posibilidades de desarrollo. La "Huella Hídrica" del complejo agroalimentario en la Demarcación del Ebro representa 1/4 de la "Huella Hídrica" de España debido principalmente al peso de la producción cárnica (32% de la producción de España). El Valle del Ebro soporta la "Huella Hídrica" de sus habitantes más la "Huella Hídrica" de 6 millones de habitantes de los grandes centros de consumo Madrid, Barcelona, Bilbao etc y su aportación es similar a la "Huella Hídrica" que España genera en su deficitaria balanza comercial de productos agroalimentarios, especialmente de cereales. El futuro agroalimentario español incide por tanto en el complejo agroalimentario del Ebro y éste está íntimamente ligado con la disponiblilidad de agua.

El escenario medioambientalista de tener un balance neutro en España de "Huella Hídrica" comportaría un crecimiento muy significativo de la producción agroalimentaria del Ebro. Igualmente se requeriría un crecimiento del complejo agroalimentario del Ebro si las predicciones de falta de alimentos en el mundo que propugna la FAO se cumplen en el largo plazo. Por otra parte una posible crisis de energía fósil implicaría el desarrollo de cultivos energéticos en los que el Valle del Ebro tiene importante potencial. La apuesta por la biomasa en el Valle del Ebro siguiendo lo previsto en la "Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016" es una muestra de la gran vulnerabilidad en la demanda de agua a largo plazo.

Usos energéticos: en la cuenca del Ebro se produce el 32% de la energía nuclear, el 21% de la energía hidráulica y el 11% de la energía térmica convencional de España. Para ello la Demarcación cuenta con 2 centrales térmicas convencionales, 5 de ciclo combinado, 2 nucleares y un parque hidroeléctrico en explotación que consta de 360 centrales. El uso estrictamente hidroeléctrico viene a suponer la utilización de unos 38.000 hm^3/año de agua, con lo que se obtiene una producción del orden de los 9.400 GWh al año, con una potencia instalada próxima a los 4.000 MW. Considerando la aportación media en régimen natural, la producción unitaria que se obtiene es de (0,5 kwh/m^3). La demanda de agua para la refrigeración de las centrales térmicas, que con los últimos desarrollos de ciclos combinados disponen de una potencia instalada de 7.208 MW, se eleva a unos 3.100 hm^3/año, y se encuentra principalmente comprometida en la refrigeración de los reactores nucleares de Santa María de Garoña (Burgos) y Ascó (Tarragona), que tienen una potencia de 2.521 MW. Las centrales de ciclo combinado se han ubicado en Arrúbal, Castejón, Castelnou y Escatrón (2), aunque existen varios emplazamientos solicitados a lo largo del Ebro, y superan en potencia instalada a las térmicas clásicas de Teruel y Escucha. La demanda de estas centrales térmicas es de unos 30 hm^3/año".

Usos industriales: el sector de la industria tiene gran importancia en la Demarcación del Ebro, supone un 28% del VAB total de la Demarcación, y da empleo a 317.000 personas, equivalente a un 25,5% de la población activa. Las actividades con mayor peso dentro del sector son la industria de la metalurgia, la del automóvil y la agroalimentaria, y se concentran en las proximidades del recurso hídrico, siendo el municipio con mayor peso industrial Zaragoza, seguido de Vitoria, Pamplona, Logroño y Lérida. La demanda por uso industrial manufacturera en la Demarcación Hidrográfica del Ebro asciende a 249 hm3 anuales, incluyendo las aguas transferidas con este fin al Gran Bilbao y el Campo de Tarragona".

La demanda total consuntiva de la Demarcación Hidrográfica del Ebro se aproxima a los 8.190 hm^3/año, siendo la principalmente agraria, unos 7.681 hm^3/año, lo que representa un 93,8% del total, excluidas las transferencias. La demanda urbana asciende al 4,4%, entorno a 358 hm^3/año, incluidas las industrias conectadas; mientras que la demanda industrial no dependiente de las redes de abastecimiento urbano se eleva a 147 hm^3/año, lo que se traduce en un 1,8% respecto al total. Cabe mencionar que las aguas subterráneas cubren una fracción relativamente reducida de la demanda total, algo más del 4%, y que la participación de los recursos no convencionales es, en la actualidad, poco relevante. Al mismo tiempo existe una demanda de unos 38.000 hm3/año para notable desarrollo hidroeléctrico de la Demarcación, que si bien no es consuntiva, retira agua de los cauces naturales afectando a una longitud de 990,5 km y modifica el régimen hidrológico. Además, existe una demanda para refrigeración de centrales nucleares, térmicas clásicas y térmicas de ciclo combinado de 3.100 hm^3.

6.2. Estudio de caso de la "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas: la agricultura intensiva en la comarca del poniente almeriense

Lo hasta aquí expuesto nos ha servido para observar, desde una perspectiva territorial, que hay una relación directa entre el estado del agua, en general, y de la "Huella Hídrica", en particular, como elementos fundamentales del medio natural, esenciales para la vida del ser humano, y de forma concreta, para el medio ambiente. La "Huella Hídrica" resalta que la componente social y económica del agua ha hecho que habitualmente no se destaque esta vertiente medioambiental, sino su uso, cayéndose en no pocas circunstancias en la sobreexplotación y en el deterioro de un bien que acaba siendo sólo un recurso. La interacción agua y medioambiente se da en muy distintas escalas, de aquí la importancia de estudiar lo global, lo local y su interrelación. Volvemos a encontrarnos con una antes y un después de la entrada en vigor, en nuestro país, de la Directiva Europea Marco del Agua, que está permitiendo crear nuevos Planes y Programas de control de aguas superficiales y de aguas subterráneas (ver Tablas 85 y 86).

TABLA 85. Programas de control de aguas superficiales derivados de la Directiva Marco Europea del Agua

Nombre	Número de estaciones	Tipo de controles	Justificación
Programa de control de vigilancia de las masas de agua superficiales	1.533 en ríos 304 en lagos	Biológicos Hidromorfológicos Físico-químicos	Ofrecer una visión de estado de las masas de agua de todo el país y evaluar cambios a largo plazo
Programa de control operativo de las masas de agua superficiales	1.165 en ríos 128 en lagos	Elementos más sensibles al tipo de presión que afecta a la masa de agua	Determinar las masas de agua que pudieran no cumplir los objetivos de calidad y valorar los cambios al aplicar diferentes programas
Red de control de las zonas protegidas de las masas de agua superficiales	428 en ríos 115 en lagos	Físico-químicos Microbiológicos	Zonas protegidas que abastecen agua para consumo humano
Redes de referencia	229 en ríos 8 en lagos (aproximación: no son cifras definitivas)	Biológicos Hidromorfológicos Físico-químicos	Identificación condiciones de referencia del estado ecológico de las aguas, para diferentes tipos de masa de agua
Red de intercalibrado		Diferentes elementos intercalibrados según categoría de ríos y lagos	Obligación de intercalibración para que los resultados obtenidos en cada país, respecto al estado ecológico de las masas de agua, sean comparables
Programa de control de investigación de las masas de agua superficiales			Determinar las causas del incumplimiento de la calidad ecológica marcado para una masa de agua
Otros: Red de control de calidad de Aguas destinadas a Abastecimiento			Coexisten temporalmente estas antiguas redes con los nuevos programas

Fuente: Elaboración propia, a partir de Sánchez Fabre, M. y Ollero Ojeda, A. (2010).

TABLA 86. Programas de control de aguas subterráneas derivados de la Directiva Marco Europea del Agua

Nombre	Número de estaciones	Tipo de controles	Justificación
Programa de control de vigilancia de las masa de agua subterráneas	2.637	Físico-químicos	Evaluar el impacto en las diferentes masas de agua subterráneas
Programa de control operativo de las masas de agua subterráneas	1.310	Elementos más sensibles al tipo de presión que afecta a la masa de agua	Determinar las masa de agua que pudieran no cumplir los objetivos de calidad y valorar los cambios al aplicar diferentes programas
Red de control de las zonas protegidas de las masas de agua subterráneas	582		Evaluar el cumplimiento de los objetivos medioambientales

Fuente: Elaboración propia, a partir de Sánchez Fabre, M. y Ollero Ojeda, A. (2010).

Al igual que los modelos de gestión deberían estar diseñados para cada cuenca en particular, también deberían serlo los caudales "mínimos" o de "compensación". Esta "demanda" de agua, como se contempla en la actualidad, no debería ser dependiente de otros usos, sino una necesidad para la conservación, entre otras razones porque el mantenimiento de un caudal mínimo es lo que determina la existencia de un río y porque este caudal no debe ser fijo a lo largo del año, por el contrario, debería ser un caudal variable que se asemejara lo más posible al hidrograma natural del río. No obstante, el mantenimiento de estos caudales, no deja de ser una aproximación al medio natural, por lo que deberían definirse claramente los objetivos que se persiguen. La demanda de los caudales mínimos o "ecológicos", como muy pretenciosamente se han dado en llamar, en las cuencas españolas debería ser el resultado de un cierto nivel de sensibilización ambiental de la población humana. Sin embargo, nada más lejos de la realidad, estos caudales se suelen utilizar en los Planes de Cuenca como "elementos de chantaje". Así, las cuencas que se definen como "deficitarias" usan los caudales ecológicos para demandar ávidamente agua, y las que se denominan "excedentarias" para no "cederla" puesto que se debe usar

como caudal medio-ambiental. A entender este problema puede ayudarnos el estudio realizado sobre la "Huella Hídrica" de los municipios integrados en las Demarcaciones Hidrográficas.

En la actualidad, las masas de agua en España reciben distintas presiones: vertidos orgánicos, urbanos, industriales, provenientes de piscifactorías, vertidos difusos agrícolas, industriales o mineros, extracciones de agua, regulaciones de caudal, presiones derivadas de los usos del suelo, intrusiones marinas,… El estudio de un caso local, la "Huella Hídrica" de la agricultura del "Poniente Almeriense", nos va a permitir conocer la problemática agrícola que ha marcado a la Comarca del Poniente de la provincia de Almería (sureste de España); de hecho, durante las últimas décadas se ha vivido un desarrollo económico sin precedentes, auspiciado por su sector agrícola intensivo. Así, de forma paulatina, se ha ido extendiendo a lo largo del Poniente un "mar de plástico", paralelo al mar Mediterráneo, con una altísima producción hortofrutícola en pequeñas superficies, que ha propiciado que hoy encabece las exportaciones de estos productos.

6.2.1. Caracterización de la agricultura intensiva en la Comarca del Poniente Almeriense

En la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas se extiende sobre una superficie de 17.952 km^2 a lo largo de una franja de unos 50 kilómetros de ancho y 350 de longitud, desde el límite entre los términos municipales de Tarifa y Algeciras hasta la cuenca y desembocadura del río Almanzora. Está conformada por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo. Todo este territorio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz (9).

Las características de la agricultura española destaca también la importante diferencia entre la distribución territorial de la oferta de recursos hídricos y los incentivos a la inversión y al desarrollo de las actividades agrícolas que demandan tales recursos en cantidades y con garantías de suministro adecuadas. Las mayores oportunidades de rendimiento económico de las actividades agrarias se encuentran en zonas donde el agua es menos abundante. Lo anterior explica la importancia de la regulación hidrológica como elemento estabilizador en el tiempo y de redistribución espacial del agua. Un elemento estabilizador de la oferta de recursos hídricos lo constituyen los embalses, que permiten atenuar la variabilidad del régimen hidrológico de las aguas superficiales. Otro elemento fundamental se encuentra en el recurso a las aguas subterráneas que ofrece una mayor garantía de abastecimiento y sirve como reserva para períodos secos. En la figura adjunta podemos observar como el Poniente almeriense presenta un margen de beneficios del regadío en relación al secano, superior a 100.

FIGURA 134. Margen de beneficios del regadío en relación al secano por comarca

Fuente: Dirección General del Agua. Grupo de Análisis Económico.

6.2.1.1. Caracterización geográfica del Poniente Almeriense

La Comarca del Poniente, conocida también como Campo de Dalías, se ubica en el extremo sur occidental de la Provincia de Almería, al oeste de la bahía de Almería. Limita al oeste con la provincia de Granada, al sur con el mar Mediterráneo, y al norte con las estribaciones de Sierra de Gádor (Figuras 135 y Figura 136).

FIGURA 135. Comarca del Poniente Almeriense

Fuente: Google Earth.

FIGURA 136. Localización geográfica del Poniente Almeriense

Fuente: Google Earth.

Esta comarca representa a las zonas con un desarrollo económico importante, donde en este caso es gracias a la agricultura bajo plástico o en invernadero, con un importante volumen de producción en pequeñas superficies. Destaca su alta densidad poblacional, propiciado por el crecimiento demográfico de la población local y por la llegada masiva de inmigrantes para trabajar en los invernaderos.

En 2010 presentó una población de 248.079 habitantes y la superficie total es de 969,7 Km^2, lo que supone una densidad de 255,8 hab km^{-2}. La mayoría de la población se concentra en los municipios costeros, caracterizados por una mayor presencia de la agricultura intensiva bajo plástico y por el turismo de playa, destacando los municipios de El Ejido y Roquetas de Mar (Tabla 87).

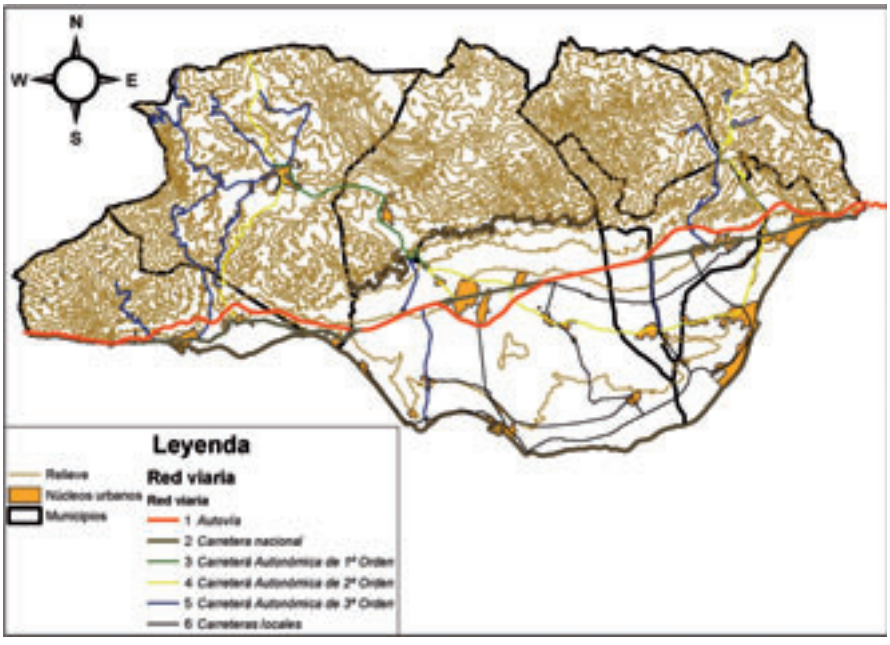
TABLA 87. Entorno físico y población

	Población hab	Superficie km^2	Densidad poblacional hab km^{-2}	Altitud m s.n.m.
Adra	24.512	89,8	273,0	20
Berja	15.325	217,6	70,4	335
Dalias	3.983	139,8	28,5	411
El Ejido	85.389	226,6	376,8	80
Enix	469	66,8	7,0	723
Felix	643	81,3	7,9	815
La Mojonera	8.540	24,0	355,8	40
Roquetas de Mar	85.808	59,7	1437,3	10
Vícar	23.410	64,1	365,2	288

Fuente: Elaboración propia.

La comarca posee una altitud media de 300 m s.n.m. con una diferenciación en tres franjas en sus municipios: elevada en Felix y Enix, media en Dalias, Berja y Vicar, y a pie de costa en Ejido, Mojonera, Adra y Roquetas (Tabla 87 y Figura 137). Por tanto, coexiste una topografía llana del litoral, donde se encuentran ubicados la mayoría de núcleos urbanos y la población de la comarca, con los relieves montañosos de las sierras en el norte y el oeste de la comarca. También, es importante destacar la presencia de la autovía A7, que facilita la accesibilidad entre los núcleos urbanos de la comarca.

FIGURA 137. Vista aérea, municipios, núcleos urbanos, relieve y red de carreteras del Poniente Almeriense



Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones climáticas son las propias del Dominio Climático Subtropical, pero matizadas por la pertenencia a la zona mediterránea, con una profunda aridez (213 mm de media), una elevada insolación, una temperatura (18,3 ºC de media) y humedad óptimas para las distintas fenofases de los cultivos hortícolas, y la presencia de vientos que azotan la llanura litoral. La estructura hidrogeológica del ámbito ésta fuertemente condicionada por la Sierra de Gádor, con unas condiciones idóneas para la acumulación de recursos hídricos en diversos acuíferos de compleja relación entre sí, con frecuente superposición de varios de ellos, e intensas modificaciones de su régimen natural, lo que dificulta su caracterización precisa (IEA, 2010; Cámara de Comercio de Almería. 2008; Junta de Andalucía, 2000).

6.2.1.2. Evolución de la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense

La agricultura intensiva es el pilar económico de la Comarca del Poniente Almeriense, y durante las últimas décadas se ha ido extendiendo a lo largo de toda su geografía. Comúnmente se denomina "mar de plástico", paralelo al mar, a toda la superficie cubierta por invernaderos, como se observa en la Figura 135.

La producción agrícola de la comarca está basada en ocho cultivos, que por orden de importancia son: Tomate, Pimiento, Pepino, Calabacín, Sandía, Melón, Berenjena, y Judía verde. Una de las principales características de este sector productivo es su altísima producción hortofrutícola en pequeñas superficies, que ha supuesto que hoy encabece las exportaciones de estos productos. Actualmente, la superficie cultivada de la Comarca es del orden de 20.000 ha, con un volumen de extracciones hídricas de aproximadamente 137 hm^3, de los cuales 102 hm^3 se utilizan para riego y 35 hm^3 se destinan a abastecimiento urbano (Pulido-Bosch et al., 2002). Estas 20.000 ha cultivadas producen aproximadamente 2 millones de Tm (productividad media de 100 Tm ha^{-1}), y unos ingresos de unos 1000 millones € anuales (50.000 € ha^{-1}) (Novotecnia, 2009).

Para comprender mejor el proceso llevado a cabo en la comarca, Tolón-Becerra y Lastra-Bravo (2010) han sintetizado la evolución histórica de la agricultura intensiva en la comarca, desde el descubrimiento del arenado en 1956 hasta la introducción de la producción integrada en los últimos años, que se recoge en la Tabla 88.

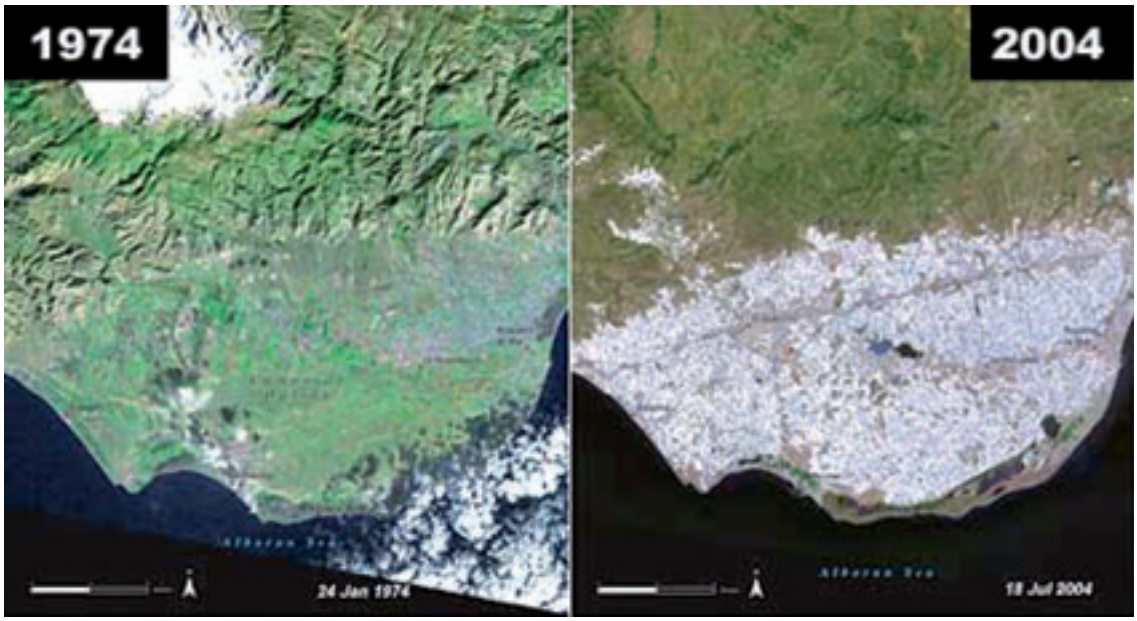
TABLA 88. Evolución de la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense

Año	Hito
1956	• Descubrimiento del enarenado, hecho fortuito aprovechado por un observador perspicaz.
1957	• Experimentación, verificación y validación de la técnica de enarenado por el Instituto Nacional de Colonización (INC). • Experiencia piloto para enarenar varias parcelas en Roquetas de Mar con muy buenos resultados, de manera que tierras prácticamente improductivas pasaron a ser cultivadas de hortalizas.
1960	• Primeras experiencias del INC sobre construcción de abrigos plásticos, para aprovechar al máximo las privilegiadas temperaturas y horas de insolaciones invernales, y forzar los rendimientos.
1961	• Construcción de los primeros invernaderos tipo "Parral de Almería", a base de rollizos de eucalipto y alambre galvanizado. El techo y las caras laterales se cubrieron con plástico incoloro, con lo que se adelantaba la recolección, como consecuencia del aumento de la temperatura en el interior.
1960's	• Colonización estatal que, con sus planes de infraestructuras eléctricas e hidráulicas, estimularon el asentamiento de colonos, facilitando asesoramiento técnico y financiación. • Desarrollo del sistema productivo y comercial primario, con una generalización de la producción de hortalizas y una permanente incorporación de innovaciones para mejorar la productividad y la calidad de los productos.
1970's	• La agricultura intensiva se constituye en un sistema tecnológico dinámico, concentrando grandes cantidades de agua, mano de obra y agroquímicos, mejorando los rendimientos de los productos, por alargamiento del ciclo de las plantas y obtención de dos y hasta tres cosechas al año, de ahí que se hable de "cultivos forzados". • Desarrollo de un proceso de comercialización que ha facilitado la salida de las producciones agrícolas y aumentar su valor añadido.
1980's 1990's	• El "clúster" de actividades se vuelve muy complejo, incluyendo tanto actividades industriales como de servicios, que se vinculan con la agricultura intensiva abasteciéndola de inputs intermedios (plásticos, semillas, sistemas de riego, envases de cartón, madera y palets, abono orgánico y abejorros) o complementando la cadena de valor.
1990's 2000's	• Toma de conciencia de la sostenibilidad del sistema, e implantación paulatina de la Producción Integrada y de la Agricultura Ecológica.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 138 se puede apreciar la profunda transformación del paisaje y de los usos del suelo en la Comarca del Poniente, convertido en un “mar de plásticos”.

FIGURA 138. Evolución del poniente almeriense. 1974-2004



Fuente: www.criadoylopez.com

6.2.1.3. Factores de la Agricultura Intensiva en el Poniente

La situación actual de la agricultura intensiva, en un espacio reducido (en torno a 20.000 hectáreas) en el que se encuentra el mayor centro de producción de hortalizas bajo invernadero del mundo, con una “atmósfera industrial” que facilita una dinámica innovadora, genera la acumulación y difusión rápida de conocimientos, y es motivo de atracción para la localización de nuevas actividades y empresas, es el resultado de la confluencia de una serie de factores, que pueden agruparse en: Recursos naturales, Tecnología, Capital humano, y Factor institucional (Tolón-Becerra y Lastra-Bravo, 2010).

En el grupo de los Recursos naturales hay que considerar unas condiciones climáticas favorables (temperatura benigna en invierno y poco diferencial térmico entre las distintas estaciones, elevada insolación durante todo el año, y fuertes vientos que permiten la eliminación rápida de la humedad propia del cultivo bajo abrigo), unos recursos hídricos suficientes (abundancia de recursos hídricos subterráneos) y otros recursos naturales accesibles (como la arena por tratarse de una zona de litoral, y la tierra cultivable a un coste no demasiado elevado).

Los componentes tecnológicos del desarrollo de esta horticultura son el enarenado (que consiste en colocar una capa de arena de unos 10-12 centímetros de espesor sobre un terreno labrado y estercolado, consiguiendo la eliminación de la salinidad y alcalinidad, elevación de la temperatura del suelo de hasta 10ºC, adelantar la maduración del fruto unos 15 días, el aumento del desarrollo radicular, la disminución del consumo de agua y la condensación de la humedad atmosférica, entre otros efectos) y el invernadero tipo “parral” de Almería (que se elabora generalmente con cubiertas de plástico entre dos mallas de alambre soportadas por postes de madera, posteriormente sustituidos por postes metálicos). A éstos, hay que unir otra serie de mejoras tecnológicas (sistemas de riego por goteo, sistemas de cultivo sin suelo o hidroponía, nuevas variedades híbridas de semillas mejoradas, mejora en los productos fitosanitarios y los fertilizantes, mejora en la maquinaria y en las prácticas culturales etc.) que se han ido incorporando a lo largo de la evolución de esta agricultura intensiva.

El tercer pilar lo constituye el agricultor por su gran capacidad de trabajo, nivel de cualificación, experiencia acumulada e iniciativa. La estructura de la propiedad, en la gran mayoría familiar, es ideal por

la gran cantidad de mano de obra artesanal necesaria en sus múltiples operaciones culturales (riegos, tratamientos y cuidados delicados de las plantas y empleo de variedades muy seleccionadas). La comarca del Poniente recibió inicialmente una intensa afluencia de agricultores procedentes de regiones agrícolas cercanas que contaban con facilidad para acceder a las tierras y conseguir su propiedad (consecuencia de la política colonizadora). El aumento del tamaño de las explotaciones convirtió esta región en un centro de atracción para inmigrantes norteafricanos, subsaharianos, sudamericanos y de los países del Este de Europa que, pese a su escasa especialización y elevada inestabilidad, están cubriendo el déficit en la oferta de trabajo. También las asociaciones y cooperativas de agricultores han tenido un papel muy importante en la comercialización en origen y en destino a los centros consumidores.

Finalmente, el Factor Institucional, a través del Instituto Nacional de Colonización (INC), con su política de asentamientos, y apoyos financieros y técnicos, del sector financiero local, como las Cajas de Ahorros, de la industria auxiliar ligada a la agricultura, y de los centros de investigación públicos y privados, ha jugado un papel esencial.

6.2.1.4. Caracterización de los invernaderos en el Poniente

Durante los más de 50 años de producción agrícola bajo plástico en la Comarca, se han implementado distintos tipos de invernaderos, los cuales se pueden clasificar de distintas maneras, según los elementos constructivos, los medios de cultivo, o los tipos de cultivo. De acuerdo con sus elementos constructivos hay dos tipos de invernaderos, tipo Almería o tradicional, e industrial (Montero y Antón, 1994; Pérez et al. 1992; Valera y Molina, 1999; Valera, et al. 2003; Pérez y Céspedes, 2004; Serrano, 2005; Fernández-Sierra y Pérez-Parra, 2004).

Los invernaderos tradicionales o Tipo Almería, comprenden aproximadamente el 98 % del total de la Comarca. Se caracterizan por ser más antiguos y básicos, y se subdividen en: Planos o tipo Parral, Raspa y amagado, Asimétricos, Capilla, Doble capilla,…. (Figura 139).

FIGURA 139. Ejemplos de invernaderos tipo Almería

Fuente: http://alinverspain.com/imagenes/fotos-contenido/invernaderos-parral-1.jpg
http://www.elpais.com/recorte/20081016elpepusoc_4/LCO340/Ies/Oro_verde.jpg

Los invernaderos industriales comprenden el 2 % restante, y se caracterizan por ser más tecnificados, modernos y de mayor altura para un mejor control climático. En la Comarca se pueden observar las siguientes tipologías: Túnel o semicilíndrico, y de Cristal o tipo Venlo (Figura 140).

FIGURA 140. Ejemplos de invernadero tipo industrial

Fuente: http://www.tecnoponiente.com/imagenes/zoom-empresa3.jpg
http://www.rufepa.com/img/inv_plastico/yuksel_1_z.jpg

Según los medios de cultivo existen los cultivos en suelo enarenado, que abarcan el 80% de la superficie, y los cultivos en sustrato ò hidropónicos, el 20% restante (Fernández-Fernández y Cuadrado Gómez, 1999). Los cultivos hidropónicos se caracterizan por que requieren una mayor especialización, pero menos mantenimiento, por lo que resultan más productivos. Los tipos de sustratos más empleados en hidroponía son la Perlita (60%) la Lana de Roca (35%), y la Fibra de coco (5%).

Como resultado de las innovaciones tecnológicas que se han producido en más de 50 años, la agricultura intensiva bajo plástico del Poniente Almeriense puede catalogarse como el mayor centro de producción de hortalizas bajo invernadero del mundo. En resumen, la clave de su éxito es la confluencia de una serie de factores, que pueden agruparse en recursos naturales (condiciones climáticas favorables, recursos hídricos suficientes y otros recursos naturales accesibles como la arena), tecnología (el enarenado, el invernadero tipo “parral” de Almería y mejoras tecnológicas en los sistemas de riego por goteo, sistemas de cultivo sin suelo o hidroponía, nuevas variedades híbridas de semillas mejoradas, mejora en los productos fitosanitarios y los fertilizantes, mejora en la maquinaria y en las prácticas culturales, etc.), capital humano (el agricultor que se caracteriza por su gran capacidad de trabajo, nivel de cualificación, experiencia acumulada e iniciativa, así como también las asociaciones y cooperativas más importantes de agricultores), y el factor institucional (Instituto Nacional de Colonización, Cajas de Ahorros, industria auxiliar ligada a la agricultura, y centros de investigación públicos y privados) (Tolón-Becerra y Lastra-Bravo, 2010).

6.2.1.5. Problemas ambientales derivados de la Agricultura Intensiva

6.2.1.5.1. Residuos sólidos en la Agricultura Intensiva del Poniente Almeriense

En el Poniente, se han generado un total de 650.000 Tm (media de 30 Tm ha^{-1} de residuos vegetales) equivalentes a un volumen total de unos 2.5 millones de m^3 (media de 100 m^3 ha^{-1}). El cultivo que más residuos produce es el pimiento, seguido del tomate, melón y pepino, aunque no sigan el mismo orden de sus superficies, pues depende del periodo de cultivo y de su porte vegetativo.

En relación con los residuos plásticos de invernaderos, en el Poniente Almeriense se generan al año unas 45.000 Tm de residuos plásticos, siendo el de cubierta el que mayor cantidad aporta al total (Ayuntamiento de El Ejido, 2003; Fundación Cajamar; 2008a). En cuanto al volumen de amarres de polipropileno o rafias pueden contabilizarse unas 1.650 Tm. La época en la que se generan más residuos plásticos en el Poniente es desde los meses de Julio hasta Octubre, coincidiendo con el período de descanso de cultivos y con escasa producción hortícola, tiempo idóneo para cambiar los plásticos de las estructuras invernadas.

Se estima que se generan en el Poniente unos 3 millones de envases de productos fitosanitarios al año, fundamentalmente de plástico y también de metal, aunque en algunos casos se utiliza vidrio o papel. En cuanto al destino de estos envases una vez utilizados, aproximadamente el 70% de los productores los devuelven al almacén o los depositan en contenedores apropiados, un 15% son depositados en

vertederos, mientras que otro 15% los abandonan o los tiran con otros residuos, quedando sin gestionar de manera conveniente.

La agricultura intensiva del Poniente genera también otros residuos como: Sustratos usados (lana de roca, perlita, fibra de coco), Maderas (palets, rollizos de invernaderos,..), Cartón y papel, Chatarra metálica, Mantas témicas, Gomas de goteo, etc.

Durante los últimos años se han iniciado distintos procesos destinados a la gestión adecuada de los residuos sólidos y de los residuos vegetales procedentes de invernadero (RVI), siendo el ayuntamiento de El Ejido pionero en esta actividad y el que más actuaciones ha llevado a cabo en los últimos años, destacando el Plan de Higiene Rural o el inicio de la fabricación de compost por parte de la empresa Tecmed en el año 1993, en su planta con capacidad de tratamiento de 50.000 toneladas anuales (Ayuntamiento de El Ejido. 2003; Cabildo de Tenerife, 2009).

6.2.1.5.2. Contaminación por el uso de Fertilizantes

El uso de fertilizantes minerales ha contribuido en gran parte a incrementar el rendimiento de los cultivos, pero en las últimas décadas su consumo ha aumentado considerablemente. Se consumen de media entorno a los 2.000 kg. ha^{-1} de fertilizantes minerales, llegando en algunos casos hasta los 3.400 kg. ha^{-1} (Ramos-Miras, 2002). La eficiencia del uso de los fertilizantes es mayor cuanto más se haga coincidir su disponibilidad con las necesidades de nutrientes por la planta. El uso poco controlado de los fertilizantes puede provocar la salinización del suelo y la contaminación de las aguas por iones nitrogenados y fosfatados. Los fosfatos, al tener una movilidad muy baja en el suelo y ser fuertemente retenidos por el mismo no suelen ocasionar graves problemas en general. Por el contrario, los nitratos son muy móviles y fácilmente lavados mediante el agua en el suelo y transportados a los acuíferos.

En la zona del Poniente, los niveles piezométricos y la concentración de N- NO_3^- están subiendo en los acuíferos (Gallardo-Pino, 2007; Granados, et al., 2007) y hay una superficie importante con concentraciones muy superiores al límite máximo establecido por la UE, superando hasta cinco veces este límite en las zonas más contaminadas (Pulido-Bosch, 2005). Las cantidades más altas de NO3- lixiviados se produjeron en los cultivos en sustrato, pues el nitrógeno no recuperado por el cultivo se pierde por lixiviación; mientras que en cultivos en suelo el nitrógeno no recuperado puede ser retenido en el suelo.

Es necesario reducir la contaminación por NO_3^- de origen agrario y en consecuencia, hay que desarrollar prácticas agrícolas que minimicen la lixiviación de NO_3^- desde los invernaderos, desarrollando las siguientes mejoras en las prácticas agrícolas, mediante el uso eficiente del agua y del nitrógeno y la reducción de la lixiviación en los cultivos en sustrato.

Los suelos de invernadero están sufriendo un proceso de degradación en sus características físico-químicas y en la acumulación de metales pesados (Ramos-Miras, 2002). Los cloruros y los sulfatos son los aniones predominantes en la solución del suelo de los invernaderos. Los nitratos y nitritos se presentan a concentraciones relativamente elevadas, y se ha detectado la presencia de bromuros, con una baja concentración media. Respecto a los cationes solubles, los resultados revelaron que el calcio es el mayoritario en la solución del suelo, seguido del sodio y del magnesio, mientras el potasio arrojó valores sensiblemente inferiores. Finalmente se observa que, al igual que la conductividad eléctrica, los valores del SAR son bastante bajos.

Los niveles de contaminación de metales pesados indicaron que los suelos de invernadero están sufriendo un proceso de contaminación, detectándose la presencia de todos los metales pesados investigados. No obstante, tanto los contenidos medios (totales) como los máximos de MP encontrados en los suelos analizados estuvieron, en todos los casos, dentro de los límites considerados como normales para el cultivo cumpliendo con las normativas española y comunitaria, aunque éstas son menos restrictivas que las de otros países comunitarios (Suiza, Holanda, etc.).

6.2.1.5.3. Contaminación por uso de Fitosanitarios

El poniente es la comarca con mayor volumen de uso de plaguicidas, manteniéndose una tendencia creciente desde los años 90. La cantidad de productos fitosanitarios comercializados en el Poniente era de unas 5.000 toneladas al año en el año 2000, con un promedio de aplicación de 0,2 toneladas de fitosanitarios por hectárea.

La contaminación medioambiental que ha recibido mayor atención en los últimos años ha sido la del agua, tanto superficial como subterránea. El hecho de que muchos plaguicidas se apliquen al suelo, donde deben persistir durante un cierto tiempo para poder controlar las plagas, puede explicar que las concentraciones encontradas en estas aguas sean a menudo relevantes.

Diversos estudios han constatado la presencia de un gran número de plaguicidas en productos agrarios cultivados en invernaderos de Almería, muchos de ellos en concentraciones que excedían los valores límites.

Los restos vegetales procedentes del cultivo en invernadero están contaminados con plaguicidas, por lo que es urgente la necesidad de controlar estos restos post-cosecha, en particular si se utilizan como alimento de ganado (Garrido Frenich, 2003; Martínez-Vidal, et al. 2004). Esta fuente de contaminación del medio ambiente por plaguicidas es muy importante dada la gran cantidad de residuos vegetales generados en los cultivos en invernadero.

Trabajos recientes han demostrado la absorción de plaguicidas en los tejidos plásticos utilizados para cubrir los suelos agrícolas, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de manipular este material contaminado o gestionar los residuos, ya sea en vertederos, mediante incineración o reciclaje (Gómez-Ariza, 1998; Grupo Ecologista Mediterráneo, 1998). Los envases fitosanitarios, una vez utilizados, son obviamente una fuente de contaminación por lo que su gestión debe ser muy cuidadosa (Grupo Ecologista Mediterráneo, 1998).

La tendencia alcista del consumo de fitosanitarios en el Poniente ha cambiado en los últimos años, y la situación de la sanidad vegetal ha ido variando paulatinamente hacia el empleo de otros métodos de protección para la consecución de una protección integrada de los cultivos.

6.2.1.5.4. Consumo de agua y problemas ambientales por su exceso

No hay estudios científicos definitivos sobre los aportes externos a los acuíferos, pero es evidente que la extracción de agua se ha realizado por encima de la tasa de recarga, por el descenso espectacular del nivel piezométrico, es decir del aumento de su profundidad. Esto está ocasionando el fenómeno de intrusión marina o entrada de agua de mar, con la consecuente salinización y empobrecimiento de su calidad. Por otro lado se está produciendo un aumento en el consumo energético en la extracción de agua que se tiene que elevar con más altura (desde el año 1989 hasta el año 2007 se ha incrementado el consumo eléctrico en un 76%, sin apenas producirse incremento de la superficie agrícola). La pérdida de calidad química de las aguas se desarrollará cuando se aborde los fertilizantes y los fitosanitarios, causantes principales de su contaminación (lixiviación,…).

Por ello, es importante conocer el consumo y el balance hídrico de la agricultura intensiva del Poniente, lo que permitirá identificar aquellas áreas en las cuales se requiere mayores estudios y esfuerzos para mejorar, y aquellas en las que se está trabajando en el camino correcto.

6.2.2. Características básicas de los cultivos del poniente almeriense

El principal medio de cultivo en el Poniente Almeriense es el enarenado, que consiste en colocar una capa de arena de unos 10-12 cm de espesor sobre un terreno labrado y estercolado, consiguiendo la eliminación de la salinidad y alcalinidad. Además, se consigue la elevación de la temperatura del suelo de hasta 10ºC, adelantar la maduración del fruto unos 15 días, el aumento del desarrollo radicular, la disminución del consumo de agua y la condensación de la humedad atmosférica, entre otros efectos.

6.2.2.1. Características agronómicas y requerimientos edafoclimáticos

6.2.2.1.1. Tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertenece a la familia Solanaceae, es una planta perenne que se cultiva en ciclos anuales, tiene un porte arbustivo y puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta (Cadenas et al., 2003). El fruto es una baya bi o plurilocular, con un peso que varía entre pocos miligramos y 600 g. Existen variedades de crecimiento limitado o determinadas y otras de crecimiento ilimitado o indeterminadas. Los tipos comerciales de tomate que se comercializan son los Cereza o Cherry, Larga Vida, en rama o Ramillete, asurcado, pera y liso o ensalada (Cadenas et al.,

2003; Céspedes et al., 2009; Observatorio de precios y mercados, 2010). Los ciclos de cultivo en la comarca son: de otoño, largo (otoño-invierno-primavera) o ciclo único, y de primavera. El ciclo de cultivo largo de tomate es el más común el Poniente almeriense.

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del tomate se recogen en la Tabla 89. Los factores ambientales más importantes para la producción de tomate son la luz, la temperatura, la humedad relativa, el viento y el medio donde se desarrollan las raíces (tierra o sustrato). Cualquiera de estas variables puede afectar a la germinación de la semilla, la formación del sistema radicular, la formación del sistema aéreo, la floración, y el cuajado del fruto, su engorde y su maduración. Temperaturas superiores a la máxima, o inferiores a la media, afectan al desarrollo de la planta, al sistema radicular y a la fructificación. Altas humedades relativas favorecen la presencia de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación. En relación con la luminosidad, se requiere de oscuridad para una correcta germinación, así como también de riego y una buena oxigenación. Por el contrario, en las etapas de floración, fecundación y desarrollo vegetativo, la baja luminosidad tiene efectos negativos. Las variedades cultivadas en invernadero toleran mejor las condiciones de salinidad, tanto del suelo como del agua de riego.

TABLA 89. Requerimientos climáticos y edáficos del tomate

Temperatura (ºC)				
Fase	Mínima	Óptima		Máxima
		día	noche	
Germinación	8-10	20-25		35-37
Crecimiento vegetativo	12-15	20-30	1-17	30-35
Floración y fructificación	10-12	15-25		25-30
Humedad (%)				
Todas		60-80		
Suelos				
Textura	M.O.	pH		
		Óptimo	Enarenado	Agua de riego
Síliceo-arcillosa Arcillosos en enarenado	2%		7,4-7,8	5,5-6

Fuente: Cadenas et al., 2003; Mobayen, 1980.

El marco de plantación generalmente es de 1,5 x 0,5 m, pudiendo aumentarse en variedades de porte medio a 1 x 0,5 (2 plantas m^{-2}). Entre las labores culturales que se realizan están las podas de formación (principalmente en variedades de crecimiento indeterminado, a los 15-20 días del transplante), aporcado y rehundido (en terrenos enarenados debe realizarse tras la poda de formación para favorecer la formación de raíces), tutorado, destallado, deshojado, despunte de inflorescencias y aclareo de frutos (sistemático y selectivo) y recolección.

6.2.2.1.2. Pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia Solanaceae, es una planta perenne que se cultiva en ciclos anuales. El fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, con un color variable en función de la variedad: verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco. Su peso es variable, alcanzando más de 500 g. Los grupos varietales que se comercializan son los dulces, cultivados principalmente en invernaderos, y los picantes, producidos en su mayoría en Sudamérica. Las variedades dulces presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera. En el Poniente se cultivan los tipos California, lamuyo, italiano, picante y otros tipos comerciales que se comercializan minoritariamente, como el pimiento de padrón, el pimiento picante, otros pimientos dulces, etc. (Céspedes et al., 2009; Jurado y Nieto, 2003; Observatorio de precios y mercados, 2010b).

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del pimiento se recogen en la Tabla 90. Para un correcto desarrollo del cultivo se deben evitar los saltos térmicos, así como también las bajas temperaturas (10-15ºC) en el desarrollo del botón floral y en la formación del fruto, y altas humedades relativas que favorecen la presencia de enfermedades. El cultivo es muy exigente en

luminosidad, especialmente en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. En invernadero, el marco de plantación generalmente es de 1 x 0,5 m, pudiendo llegar a una densidad de plantación de 2,5-3 plantas m^{-2} cuando son variedades de porte medio. Entre las labores culturales que se realizan están las podas de formación (2 o 3 cada ciclo), aporcado (en terrenos enarenados debe retrasarse el mayor tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena), tutorado, destallado, deshojado, aclareo de frutos (eliminación de los frutos que se forman en la primera cruz) y recolección.

TABLA 90. Requerimientos climáticos y edáficos del pimiento

Temperatura (ºC)				
Fase	Mínima	Óptima		Máxima
		día	noche	
Germinación	13	20-25		40
Crecimiento vegetativo	15	20-25	16-18	32
Floración y fructificación	18	26-28	18-20	35
Humedad (%)				
Todas		50-70		
Suelos				
Textura	M.O.	pH		
		Óptimo	Enarenado	Agua de riego
Franco - arenosos	3-4%	6,5-7	6,5-8	5,5-7

Fuente: Jurado y Nieto (2003).

6.2.2.1.3. Pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta herbácea anual. El fruto es un pepónide áspero o liso, de color verde cuando está inmaduro y amarillo en su madurez fisiológica. Las variedades de pepino que se comercializan son pepino corto o pepinillo (tipo español), pepino medio largo (tipo francés) y pepino largo (tipo Almería) (Céspedes et al., 2009; Observatorio de precios y mercados, 2010c; Vasco-Morcilo, 2003). Siendo este último el más cultivado.

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del pepino se recogen en la Tabla 91. El pepino tipo Almería requiere de un nivel alto y constante de humedad en el suelo, pero altas humedades durante el día pueden reducir la producción. En relación con la luminosidad, es un cultivo que no tiene mayores requerimientos, aunque a mayor intensidad luminosa es mayor la producción. Las variedades cultivadas en invernadero son medianamente tolerantes a las condiciones de salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. El marco de plantación generalmente es de 1,5 x 0,4 m o 1,2 x 0,5 m en cultivos tempranos, pudiendo aumentarse los marcos de plantación en cultivos tardíos. Entre las labores culturales que se realizan están las podas (a los pocos días del transplante), destallado, deshojado, aclareo de frutos, tutorado, y recolección.

TABLA 91. Requerimientos climáticos y edáficos del pepino

Temperatura (ºC)				
Fase	Mínima	Óptima		Máxima
		día	noche	
Germinación	17	27	27	30
Crecimiento vegetativo	17	21	19	30
Floración y fructificación	17	19	16	30
Humedad (%)				
Todas		60-70	70-90	
Suelos				
Textura	M.O.	pH		
		Óptimo	Enarenado	Agua de riego
Arcillosa	5-25%	5,5-7,0	5,7-6	5,5-6,8

Fuente: Vasco-Morcilo (2003).

6.2.2.1.4. Calabacín

El calabacín (*Cucúrbita pepo* L., subsp. *pepo.,* var. *condesa*) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta herbácea anual, con crecimiento indeterminado y porte rastrero. El fruto es un pepónide carnoso, de color variable. Es un cultivo exigente en agua (Cortés-Martínez, 2003). Las variedades de calabacín que se cultivan en invernadero pertenecen prácticamente en su totalidad a híbridos F1, principalmente el verde y minoritariamente el tipo redondo o blanco (Observatorio de precios y mercados, 2010d). Se diferencian cuatro ciclos de cultivo: extra-temprano (agosto-septiembre a septiembre-diciembre), temprano (octubre-noviembre a noviembre-febrero), semi-tardío (febrero a marzo-junio) y tardío (abril a junio). El ciclo extratemprano es predominante en la zona mediterránea.

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del calabacín se recogen en la Tabla 92. Una humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. El exceso de humedad en el suelo puede impedir la fecundación o asfixia radicular, por el contrario, una escasa humedad del suelo provoca la deshidratación de los tejidos, la reducción del desarrollo vegetativo, una deficiente fecundación por caída de flores y la consecuente disminución de la producción y el retraso del crecimiento. En relación con la luminosidad, es un cultivo muy exigente, a mayor intensidad luminosa es mayor la producción. Las variedades cultivadas en invernadero son medianamente tolerantes a las condiciones de salinidad, tanto del suelo como del agua de riego. El marco de plantación generalmente es de 1 x 1 m, 1,33 x 1 m, 1,5 x 0,75 m y 2 x 0,5 m. Entre las labores culturales que se realizan están aclareo, aporcado, tutorado, destallado, deshojado, limpieza de flores y frutos, y recolección.

TABLA 92. Requerimientos climáticos y edáficos del calabacín

Temperatura (ºC)				
Fase	**Mínima**	**Óptima**		**Máxima**
Germinación*	15	20-25		40
Crecimiento vegetativo	10	25-30		35
Floración	10	20-25		35
Humedad (%)				
Todas		60-80		
Suelos				
Textura	**M.O.**	**pH**		
		Óptimo	**Enarenado**	**Agua de riego**
Francos y profundos	> 5%	5,6-6,8	5,5-6	medianamente tolerante a la salinidad

* Temperatura del suelo.
Fuente: Cortés-Martínez, 2003.

6.2.2.1.5. Sandía

La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta herbácea anual de porte rastrero o trepador. El fruto es una baya globosa y oblonga pepónide, de color verde o amarillenta. Las variedades de sandía que se comercializan son en su mayoría híbridos interespecíficos injertados sobre patrón de C. Máxima x C. Moschata: tipo Sugar baby (corteza verde oscura (negra) con semillas y sin semillas) y tipo Crisol (corteza rayada) (Camacho-Ferre, 2003; Observatorio de precios y mercados, 2010e).

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo de la sandía se recogen en la Tabla 93. Las diferencias de temperatura mayores a 20-30ºC provocan desequilibrios, y a 11-13ºC se detiene la vegetación. El marco de plantación generalmente es de 2 x 2 m o 4 x 1 m en cultivos injertados, siendo el segundo el más utilizado por el mejor aprovechamiento de agua, nutrientes y del material de semiforzado. Entre las labores culturales que se realizan están el acolchado, tunelillos, las podas, polinización y recolección.

TABLA 93. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandía

Temperatura (ºC)				
Fase*	**Mínima**	**Óptima**		**Máxima**
Germinación	15	25		
Desarrollo		23-28		
Floración		18-20		
Maduración del fruto		23-28		
Humedad (%)				
Todas		60-80		
Suelos				
Textura	**M.O.**	**pH**		
		Óptimo	**Enarenado**	**Agua de riego**
Limo arenosa		6-7,5	6-7,4	6-7

* Para sandías sin injertar, las variedades injertadas posee mayor resistencia.
Fuente: Camacho-Ferre (2003).

6.2.2.1.6. Melón

El melón (*Cucumis melo* L.) pertenece a la familia Cucurbitaceae, es una planta herbácea anual de porte rastrero o trepador. El fruto es pepónide de forma variable (esférica, elíptica, aovada, etc.). Los tipos de melón que se comercializan son el amarillo (canario y oro), verdes españoles (piel de sapo) Cantaloup y Galia (Cantón et al., 2003; Céspedes et al., 2009; Observatorio de precios y mercados, 2010f). Los ciclos de cultivo son extratemprano (septiembre a diciembre), temprano (mazo a abril) y normal-tardío (abril-julio). El ciclo extratemprano es el que generalmente se utiliza en la provincia de Almería, con híbridos modernos como Cantaloup y Galia.

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del melón se recogen en la Tabla 94. El cultivo del melón es de climas cálidos y no excesivamente húmedos, y a 13-15ºC en el ambiente y 8-10ºC en el suelo se detiene la vegetación. La temperatura y la luminosidad tienen una influencia directa en el crecimiento de la planta, la inducción floral, la fecundación y la nutrición de la planta. El marco de plantación generalmente es de 2 x 0,75 m o 2 x 0,5 m en cultivos rastreros, con una densidad de plantación de 1,25-1,5 planta m^{-2} cuando se tutoran, de 2 planta m^{-2} cuando la poda es a un solo tallo, o de 0,4 planta m^{-2} en el tipo piel de sapo. Entre las labores culturales que se realizan están el acolchado, tunelillos, las podas, polinización y recolección.

TABLA 94. Requerimientos climáticos y edáficos del melón

Temperatura (ºC)			
Fase	**Mínima**	**Óptima**	**Máxima**
Germinación	15	22-28	39
Desarrollo		25-30	
Floración		20-23	
Maduración del fruto		25	
Humedad (%)			
Desarrollo		65-75	
Floración		60-70	
Fructificación		55-65	
Suelos			
Textura	**M.O.**	**pH**	
		Óptimo	
Profundos, mullidos y bien drenados	>5%	6-7	

Fuente: Cantón et al. (2003).

6.2.2.1.7. Berenjena

La berenjena (*Solanum melongena* L.) pertenece a la familia *Solanaceae,* es una planta herbácea anual. El fruto es una baya alargada o globosa, de coloración variable (negro, morado, blanco o verde). Las variedades de berenjena que se comercializan son en su mayoría híbridos: redonda, rayada, globosa, larga y semilarga, cultivándose en un bajo porcentaje las cortas y blancas. (Céspedes et al., 2009; Observatorio de precios y mercados, 2010g; Valenzuela-Cabrera, 2003).

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo del melón se recogen en la Tabla 95. El cultivo de la berenjena es de climas cálidos y secos, y soporta bien las temperaturas elevadas, con una buena humedad. Pero, elevadas humedades y temperaturas provocan una floración deficiente, la caída de flores, frutos deformes y la disminución del crecimiento. En relación con la luminosidad, es un cultivo muy exigente (10-12 horas), a mayor intensidad luminosa es mayor la producción. El marco de plantación generalmente es de 2 x 0,5 m o 1,5 x 0,75 m (cuatro tallos por planta), 1,75 x 0,5 m o 1,5 x 0,5 (tres o cuatro tallos por planta) o de 1 x 0,5 (dos tallos por planta). Entre las labores culturales que se realizan están el aporcado, las podas, tutorado, deshojado, aclareo de flores y frutos, polinización y recolección.

TABLA 95. Requerimientos climáticos y edáficos de la berenjena

Temperatura (ºC)				
Fase	**Mínima**	**Óptima**		**Máxima**
Germinación	15	20-25		35
Crecimiento vegetativo	13-15	20-27		40-45
Floración		20-30		
Humedad (%)				
Todas		50-65		
Suelos				
Textura	**M.O.**	**pH**		
		Óptimo	**Enarenado**	**Agua de riego**
Francos, profundos		6-7	6-8	8

Fuente: Valenzuela-Cabrera (2003).

6.2.2.1.8. Judía Verde

La judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia Fabaceae, es una planta anual de vegetación rápida. Sus frutos son una legumbre de color verde. Las variedades de judía verde que se cultivan en invernadero se distinguen por su porte (bajo erecto o alto), y por la forma y el tamaño de las vainas (Sabinal, Garrafales y Boby). Los tipos de judías cultivados en el Poniente Almeriense son de mata baja y vaina redonda, y de enrame de vaina plana (Céspedes et al., 2009; Observatorio de precios y mercados, 2010h; Villalobos-López, 2003).

Las condiciones climáticas y los requerimientos edáficos óptimos para el cultivo de la judía verde se recogen en la Tabla 96. El cultivo de la judía verde es de climas húmedos suaves y cálidos. Una humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. En relación con la luminosidad, es un cultivo de día corto, aunque en invernadero no le afecta la duración del día, pero si condiciona la fotosíntesis (soporta mayores temperaturas cuanto mayor es la luminosidad). Es muy sensible a la salinidad del suelo y del agua de riego, que produce bajas producciones. El marco de plantación generalmente es de 2 x 0,5 m con dos o tres semillas por golpe. Entre las labores culturales que se realizan están escardas, tutorado, deshojado y recolección.

TABLA 96. Requerimientos climáticos y edáficos de la judía verde

Temperatura (ºC)				
Fase	Mínima	Óptima		Máxima
		día	noche	
Suelo		15-20		
Germinación	10	20-30		
Crecimiento vegetativo	10-14	21-28	16-18	35-37
Polinización		15-25		
Humedad (%)				
Primeras fases		60-65		
Resto del cultivo		65-75		
Suelos				
Textura	**M.O.**	**pH**		
		Óptimo	**Enarenado**	
Ligeros, silíceo-limosos, buen drenaje	>5%	6-7,5	6-8,5	

Fuente: Villalobos-López (2003).

6.2.2.2. Fertirrigación y enfermedades de los cultivos del Poniente Almeriense

La fertirrigación en cultivos en suelo y enarenados se realiza mediante riego por goteo, y está condicionada por parámetros como evapotranspiración, eficacia del sistema de riego, tensión del agua en el suelo, tipo de suelo y calidad del agua de riego, etc. En cultivos hidropónicos se utilizan bandejas de riego a la demanda.

En relación con los requerimientos de nutrientes por parte de los cultivos, de manera general el tomate y el pepino son cultivos exigentes en N y K durante todo el cultivo, de P en las etapas de enraizamiento y de floración, de Ca para evitar la necrosis apical y mejorar el fruto, y en menor medida en Fe, Mn, B y Mo. El pimiento requiere de mayores cantidades de N durante las primeras fases del cultivo, de P en las etapas de floración y de maduración, y de K hasta la floración, y de Mg durante la maduración. El calabacín es un cultivo exigente en nitrógeno y potasio durante todo el cultivo. La sandía requiere de mayores cantidades de K durante todo el cultivo. De los elementos secundarios, requiere principalmente de Mn. El melón es un cultivo exigente en N durante prácticamente todo el cultivo, y su deficiencia provoca una reducción de su crecimiento total, en especial del sistema radicular. El P es esencial en el crecimiento de la planta, y el K en la etapa de floración. El K y el Ca ejercen un papel determinante en la fructificación, y en general es un cultivo sensible a las deficiencias de micro y macroelementos. En el cultivo de berenjena no se debe abusar de la fertilización nitrogenada para evitar un excesivo desarrollo vegetativo. El cultivo de judía verde es exigente en N, P y K desde el comienzo de la recolección, y cualquier carencia de estos nutrientes, y de riego, afecta a la floración y la producción.

Las principales plagas y enfermedades que afectan a los ocho cultivos presentes en el Poniente Almeriense se recogen en la Tabla 97. Para su control se utilizan distintos métodos preventivos, técnicas culturales, técnicas de control biológico y controles químicos. Entre estos últimos están los fitosanitarios, los cuales pueden ser una fuente de contaminación, tanto del agua, del suelo como de los productos agrícolas, si no son manejados adecuadamente.

TABLA 97. Plagas y enfermedades de los cultivos

	Plagas y enfermedades / Cultivos	Tomate	Pimiento	Pepino	Calabacín	Sandía	Melón	Berenjena	Judía verde
Plagas	araña roja	X	X	X	X		X	X	X
	araña blanca		X	X				X	X
	vasate	X							
	mosca blanca	X	X	X	X	X	X	X	X
	mosca de los sembrados								X
	pulgón	X	X	X	X	X	X	X	X
	trips	X	X	X	X	X	X	X	X
	minadores de las hojas	X		X	X	X	X	X	X
	orugas	X	X	X	X	X	X	X	X
	nemátodos	X	X	X	X	X	X	X	X
Enfermedades	oidiopsis	X	X	X	X	X	X	X	X
	podredumbre gris	X	X	X	X			X	X
	podredumbre blanca	X	X	X	X			X	X
	podredumbre blanda		X		X			X	X
	podredumbre de cuello y raíces								X
	chancro gomoso del tallo			X		X	X		
	seca o tristeza		X						
	mildiu	X					X		
	roña o sarna bacteriana		X						
	alternariosis	X							
	rhizoctonia								X
	fusarium	X					X		X
	verticilium	X							
	mancha negra del tomate	X							
	roya común de la judía								X
	quema bacteriana de la judía								X
	grasa de la judía								X
Virus	mosaico del pepino	X	X	X	X	X	X		X
	mosaico del tomate	X	X						
	mosaico de la sandía			X	X	X	X		
	mosaico de la calabaza						X		
	mosaico amarillo del calabacín			X	X	X	X		
	rizado amarillo	X							X
	bronceado del tomate	X	X					X	X
	Y de la patata	X	X					X	
	enanismo ramificado del tomate	X	X						
	moteado suave del pimiento		X						
	cribado del melón			X		X	X		
	venas amarillas del pepino				X		X		
	mosaico de la alfalfa							X	
	mosaico amarillo de la judía								X

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.3. Superficies y Rendimientos de los cultivos del Poniente Almeriense

Los datos de superficies y rendimientos (Tabla 98) de los ocho cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense corresponden a las Estadísticas proporcionadas por el Servicio de Agricultura de la Delegación Provincial de Almería de la Junta de Andalucía, para la campaña 2009/2010. En los términos municipales de Enix y Felix no existe superficie bajo invernaderos.

TABLA 98. Superficies (ha) y rendimientos medios (kg ha^{-1}) de los cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense, campaña 2009/2010

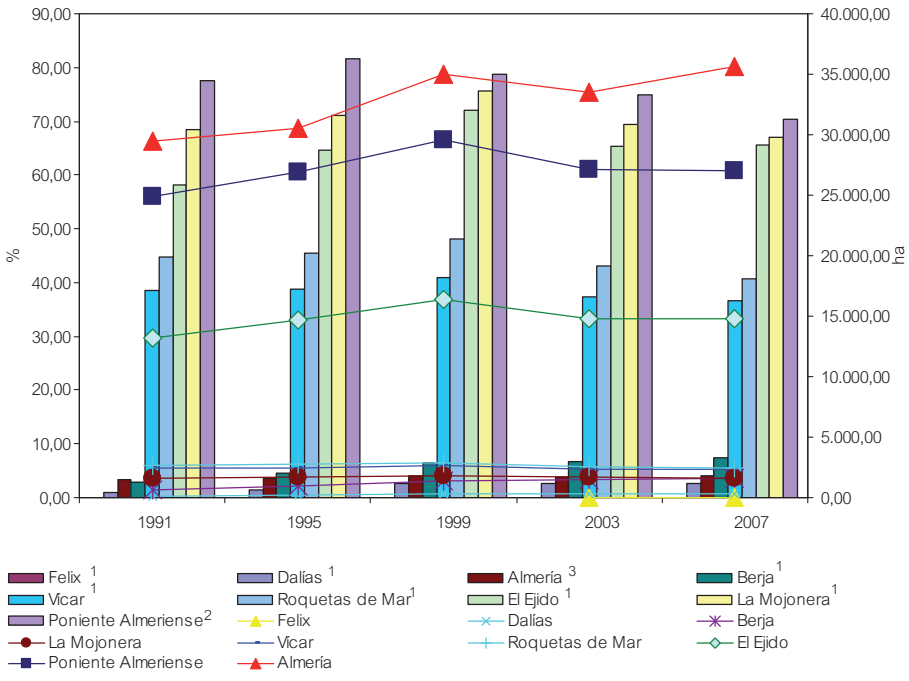
Municipio	Tomate	Pimiento	Pepino	Calabacín	Sandía	Melón	Berenjena	Judía verde
Adra	126	376	160	127	445	362	230	39
Berja	219	553	146	160	390	187	56	31
Dalías	18	373	22	53	90	19	12	4
El Ejido	1.848	4.217	2.566	2.496	1.551	2.187	602	454
La Mojonera	191	365	314	500	347	326	176	8
Roquetas de Mar	479	670	350	298	180	268	136	9
Vícar	369	436	432	384	125	143	516	25
Superficie total	**3.250**	**6.990**	**3.990**	**4.018**	**3.128**	**3.492**	**1.728**	**570**
Rendimiento*	88.000	59.000	84.500	56.000	65.000	35.000	77.000	14.000

* Los datos de rendimiento medio corresponden a la Oficina Comarcal Agraria de La Mojonera.
Fuente: Elaboración propia.

En el periodo 1991-2007 se ha producido una reducción en la superficie cultivada con invernaderos en cuatro de los nueve municipios de la comarca, entre un 1.48% de La Mojonera y un 4.04% de Roquetas de Mar. Por el contrario, la superficie bajo invernaderos se ha incrementado en cuatro términos municipales, entre un 0,01% de Felix y un 4,48% de Berja. En el municipio de Enix no se han implementado cultivos bajo invernadero durante este periodo. Considerando los datos de la campaña de 2010, sólo en La Mojonera y en Dalías se ha incrementado la superficie bajo invernaderos, en relación con los valores de 2007, en un 17,86% y un 1,48%.

De igual manera, el porcentaje de la superficie bajo invernaderos del Poniente Almeriense en relación con la superficie bajo invernaderos de la Provincia de Almería se ha reducido ligeramente (0,30%) en el periodo 1991-2007. Al contrario, el porcentaje de la superficie bajo invernaderos de la Provincia de Almería se ha incrementado.

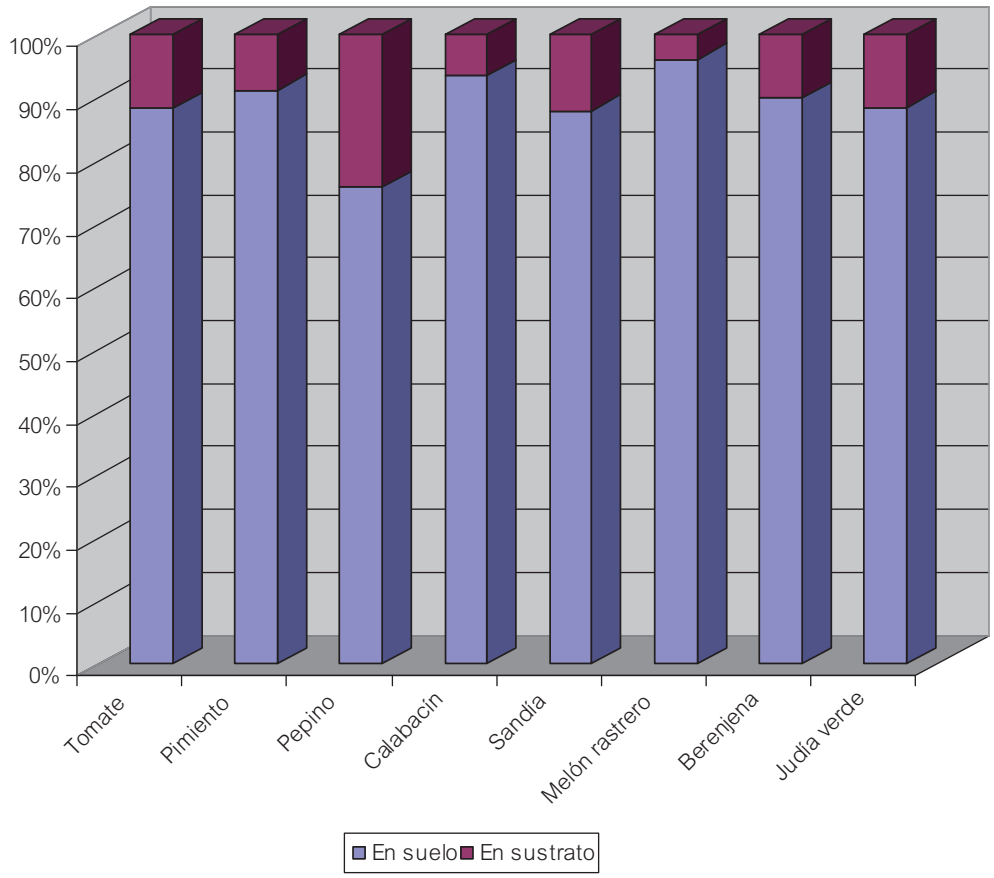
FIGURA 141. Evolución de la superficie de los cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense, campaña 2009/2010



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2011.
[1] Porcentaje de la superficie municipal
[2] Porcentaje de la superficie bajo invernadero de la provincia.
[3] Porcentaje de la superficie provincial

Los principales sistemas de cultivo utilizados en el Poniente Almeriense son el cultivo en suelo y el cultivo en sustrato (hidropónico). En aproximadamente el 88,96% de la superficie bajo invernadero de la comarca se utiliza el cultivo en suelo. La superficie bajo cada uno de ellos varía en función del cultivo, como se observa en la Figura 142. El Pepino es el cultivo con mayo superficie en sustrato (24,3%). En los dos principales cultivos aproximadamente el 90% de la superficie cultivada en invernadero utiliza el sistema de cultivo en suelo. Por términos municipales, la superficie bajo invernadero por sistema de cultivos se recoge en la Tabla 99.

FIGURA 142. Porcentajes de superficie por sistema de cultivo



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 99. Superficie por sistema de cultivo en los términos municipales del Poniente Almeriense (ha)

Cultivo	Sistema de cultivo	Adra	Berja	Dalías	El Ejido	La Mojonera	Roquetas	Vícar
Tomate	En suelo	111,26	193,38	15,89	1.631,78	168,65	422,96	325,83
	En sustrato	14,74	25,62	2,11	216,22	22,35	56,04	43,17
Pimiento	En suelo	342,54	503,78	339,80	3.841,69	332,52	610,37	397,20
	En sustrato	33,46	49,22	33,20	375,31	32,49	59,63	38,80
Pepino	En suelo	121,12	110,52	16,65	1.942,46	237,70	264,95	327,02
	En sustrato	38,88	35,48	5,35	623,54	76,30	85,05	104,98
Calabacín	En suelo	118,62	149,44	49,50	2.331,26	467,00	278,33	358,66
	En sustrato	8,38	10,56	3,50	164,74	33,00	19,67	25,34
Sandía	En suelo	390,71	342,42	79,02	1.361,78	304,67	158,04	109,75
	En sustrato	54,29	47,58	10,98	189,22	42,33	21,96	15,25
Melón	En suelo	347,52	179,52	18,24	2.099,52	312,96	257,28	137,28
	En sustrato	14,48	7,48	0,76	87,48	13,04	10,72	5,72
Berenjena	En suelo	206,77	50,34	10,79	541,20	158,22	122,26	463,88
	En sustrato	23,23	5,66	1,21	60,80	17,78	13,74	52,12
Judía verde	En suelo	34,48	27,40	3,54	401,34	7,07	7,96	22,10
	En sustrato	4,52	3,60	0,46	52,66	0,93	1,04	2,90

Fuente: Elaboración propia.

En relación con los calendarios de siembra y plantación de los principales cultivos hortícolas producidos en invernadero, en junio se siembra el pimiento tipo California (la mayor parte en Berja y Dalías); en julio el pimiento tipo California, algunos pepinos tipo Almería y berenjenas; en agosto el pimiento tipo California tardíos, tipo largo o lamuyo y dulce Italiano, tomate, calabacín y berenjena; en septiembre, pepinos de todo tipo, pimiento tipo largo o lamuyo, tomate, judías, calabacín y berenjena; en octubre, pepinos tardíos, judías verdes y berenjena; en noviembre, judías verdes y calabacín; en diciembre, judías verdes, los primeros melones tipo Galia y pepinos corto; en enero, melones, sandías, calabacines, judías verdes y tomates de primavera; en febrero, la mayor parte de melones y sandías, algo de calabacín, judías y tomates; y en marzo, melones, sandías tardías, judías y pepinos de primavera (OCA de la Mojonera).

6.2.2.4. Materias primas empleadas durante la producción

La Fundación Cajamar ha elaborado una metodología para el cálculo de la evolución de la estructura de costes de producción en una empresa agraria (Cabrera et al., 2010). Los parámetros considerados fueron: explotación media, con invernaderos modernos de tipo “raspa y amagado” y una capacidad productiva media-alta. Los tipos de cultivos incluidos fueron: tomate en ciclo único, pimiento-melón, pepino-sandía, calabacín-calabacín, y judía verde-judía verde. Los valores que obtuvieron son genéricos y en el caso de estructuras antiguas, los costes y el mantenimiento será menor, y en explotaciones de mayor tamaño, la economía de escala también permitirá reducir los costes. De Pablo et al. (2003) realizó un estudio similar para el cultivo de tomate en enarenado en la provincia de Almería, pero expresados los costes por metro cuadrado. En este trabajo, el apartado varios y otros gastos comprendió las rafias y trampas adhesivas, blanqueos, reparaciones, colmenas, contenedores de residuos, telefonía móvil, portes, etc., que en el caso del estudio de Cabrera et al. (2010) están desglosados en otros apartados.

Los valores calculados en los dos estudios son similares, observándose que las materias primas que representan un porcentaje importante de los costes de producción anuales, y para cuya elaboración se requiere un consumo significativo de agua, son: agua de riego, fertilizantes, fitosanitarios y plásticos de la cubierta (Tabla 100). A continuación se analizan las tres últimas materias primas, siendo analizado el consumo hídrico en el apartado 3.2.

TABLA 100. Materias primas y costes de producción en invernadero, Almería

	Gastos corrientes	Campaña 2009/2010*		Campaña 2001/2002+	
		Euros	% gastos anuales	Euros m^{-2}	% gastos anuales
1	Mano de obra	22.077	39,8	1,71	35,3
2	Semillas y plantones	4.623	8,3	0,25	5,2
3	Agua	1.379	2,5	0,16	3,3
4	Fertilizantes	3.911	7,1	0,39	8,0
5	Fitosanitarios	3.257	5,9	0,46	9,5
	- Control químico	2.349	4,2		
	- Control biológico	908	1,6		
6	Energía	1.208	2,2	0,05	1,0
7	Servicios	4.079	7,4	0,25	5,2
	- Transporte	1.870	3,4		
	- Comunicaciones	397	0,7		
	- Costes financieros y seguros	1.812	3,3	0,25	5,2
8	Otros gastos	1.628	2,9	0,72	14,8
	Total gastos corrientes	**42.162**	**76,1**	**3,99**	**82,3**
	Gastos de amortización				
9	Sustrato/enarenado	2.300	4,2		
10	Estructura de invernaderos	4.000	7,2		
11	Plástico	3.140	5,7		
12	Sistema de riego	2.220	4,0		
13	Balsa de riego	345	0,6		
14	Otros	1.250	2,2		
	Total gastos de amortización	**13.255**	**23,9**	**0,86**	**17,7**
	Total gastos anuales	**55.417**	**100,0**	**4,84**	**100,0**

Fuente: Cabrera et al., 2010 y De Pablo et al., 2003.

6.2.2.4.1. Plásticos de cubiertas

El tipo de plástico a utilizar en los cultivos bajo invernadero condicionará el tipo de estructura al considerar el peso que debe soportar, el espacio entre pilares, las barras de soporte, las correas, la distancia entre canal y cumbrera y la forma del techo (). Las propiedades físicas de los plásticos más importantes son:

- El peso, que al ser ligero reduce las exigencias en la estructura y aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreo.
- La densidad, que al ser baja facilita la manipulación y el transporte, y reduce sus costes de producción.
- El espesor, que se mide en micras o en galgas (100 m = 400 galgas). Los filmes 200 - 800 galgas protegen al cultivo de las bajas temperaturas.
- La resistencia, tanto a la rotura como a la deformación.
- El envejecimiento, dado por la degradación de sus propiedades físicas, radiométricas y mecánicas.

El tipo de plástico utilizado en los invernaderos del Poniente Almeriense, por lo general es ignífugo, de color blanco, con un peso de 2.400-2.700 kg ha^{-2}, de 800 galgas (200 micras) de espesor, y con una duración aproximada de 36 meses; y de 2.000 kg ha^{-2}, de 720 galgas, con una duración aproximada de 18 meses (Grupo TPM, 2011; Solplast, 2011).

6.2.2.4.2. Fertilizantes

En la bibliografía existe diversidad de criterios al momento de fijar los niveles de extracción de los elementos nutritivos por cada uno de los cultivos. Más aún, cuando estos valores dependen de aspectos como la variedad, la densidad de plantación, el tipo de producción, la duración del cultivo, las condiciones climáticas, etc. Cadenas et al. (2003) y Castilla (1995) estiman para el tomate en invernadero entre 2,1 y 3,8 toneladas de N por cosecha, 0,3-0,7 t P, 4,4-7,0 t K, 1,2-3,2 t Ca y 0,3-1,1 t Mg. Por su parte, Cadahía (1995) considera que para una cosecha de 120.000 kg ha^{-1}, las necesidades nutritivas son de 400 kg N ha^{-1}, 200 kg $P_2 0_5$ ha^{-1} y 850 kg $K_2 0$ ha^{-1}.

Los requerimientos nutritivos medios de cada cultivo, utilizados en este estudio, se recogen en la Tabla 101. Los distintos productos utilizados para la fertilización de los cultivos en el Poniente Almeriense contienen distintas cantidades de los nutrientes principales requeridos (N, P, K), siendo necesario calcular la cantidad total de fertilizante comercial para cada uno de ellos.

TABLA 101. Necesidades nutritivas de los cultivos del Poniente Almeriense (kg ha^{-1})

Nutriente	Tomate	Pimiento	Pepino	Calabacín	Sandía	Melón	Berenjena	Judía verde
N	779	665	602	697	424	496	200	68
P_2O_5	442	493	321	447	254	319	120	110
K_2O	1.394	877	775	1.153	635	695	300	110

Fuente: MARM, 2010b.

A partir de las extracciones que los cultivos hacen de N, P_2O_5 y K_2O, y de la composición de los fertilizantes comerciales se obtiene la cantidad de necesaria por hectárea de cada uno de ellos. Los principales fertilizantes comerciales utilizados en el Poniente son el Nitrato potásico (K_2NO_3), el Nitrato de calcio ($Ca(NO_3)_2$) y el ácido fosfórico (H_3PO_4) en disolución al 75%. Se consideró que las necesidades de K_2O se obtienen en su totalidad del K_2NO_3. Los kg ha^{-1} de fertilizante comercial que se requieren para cada uno de los ocho cultivos del Poniente Almeriense se recogen en la Tabla 102.

TABLA 102. Consumo de fertilizantes comerciales de los cultivos del Poniente Almeriense

Cultivo	Aporte de nutrientes por fertilizantes					Consumo total*
	Fertilizante	Composición	N	P_2O_5	K_2O	
		%	kg ha^{-1}			kg ha^{-1}
Tomate	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	2.484,15			
	H_3PO_4	0-52-0		1.133,33		
	K_2NO_3	13-0-46	393,96		3.030,43	
	Total		2.878,11	1.133,33	3.030,43	4.557,72
Pimiento	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	2.691,30			
	H_3PO_4	0-52-0		1.264,10		
	K_2NO_3	13-0-46	247,85		1.906,52	
	Total		2.939,15	1.264,10	1.906,52	3.418,47
Pepino	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	2.470,83			
	H_3PO_4	0-52-0		823,08		
	K_2NO_3	13-0-46	219,02		1.684,78	
	Total		2.689,85	823,08	1.684,78	2.726,88
Calabacín	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	2.394,53			
	H_3PO_4	0-52-0		1.146,15		
	K_2NO_3	13-0-46	325,85		2.506,52	
	Total		2.720,38	1.146,15	2.506,52	3.978,52
Sandía	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	1.577,70			
	H_3PO_4	0-52-0		651,28		
	K_2NO_3	13-0-46	179,46		1.380,43	
	Total		1.757,16	651,28	1.380,43	2.211,17
Melón	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	1.932,82			
	H_3PO_4	0-52-0		817,95		
	K_2NO_3	13-0-46	196,41		1.510,87	
	Total		2.129,23	817,95	1.510,87	2.525,23
Berenjena	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	743,34			
	H_3PO_4	0-52-0		307,69		
	K_2NO_3	13-0-46	84,78		652,17	
	Total		828,12	307,69	652,17	1.044,65
Judía	$Ca(NO_3)_2$	15,5-0-0	238,15			
	H_3PO_4	0-52-0		282,05		
	K_2NO_3	13-0-46	31,09		239,13	
	Total		269,24	282,05	239,13	552,27

* El consumo total son los kg ha-1 de fertilizantes que requiere el cultivo.

6.2.2.4.3. Fitosanitarios

Según la experiencia de la zona, después de consultarlo con distintos técnicos, el gasto de caldo consumido es de aproximadamente de 700 l ha^{-1} por producto fitosanitario. En todo el ciclo de cultivo, se realizan en promedio cuatro tratamientos fitosanitarios, con una alternancia de productos. Los principales productos fitosanitarios utilizados se recogen en la Tabla 103.

TABLA 103. Ejemplo del consumo de fitosanitarios comerciales de los cultivos del Poniente Almeriense

Producto comercial	Materia activa	Dosis de aplicación	Total producto	
		cc l^{-1}	l	envases de 1 l por ha
Bravo 720 Sc	Clortalonil	1,60	4,48	5
Ortiva	Azoxystrobin	0,75	2,10	2
Biobit - XL	*Bacillus thuringiensis*	0,75	2,10	2

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la diversidad de tratamientos fitosanitarios que reciben los cultivos almerienses, Cara y Rivera (1998) señalan que el número de envases que se consumen anualmente es de 68 envases por hectárea.

6.2.2.5. Cálculo de la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del poniente almeriense

6.2.2.5.1. Metodología y Datos para el cálculo de la "Huella Hídrica"

Para el cálculo del consumo de agua en la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense, se ha adaptado la metodología de Champagain y Hoekstra (2004) y de Rodríguez-Casado (2008), para la campaña agrícola 2009/2010. Se calculó el consumo de agua de los 8 cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense: Pimiento, Tomate, Pepino, Calabacín, Sandía, Melón, Berenjena, y Judía verde.

Los datos de superficie y producción de cada uno de los cultivos fueron obtenidos del Departamento de Estadísticas de la Delegación de la Provincia de Almería, de la Junta de Andalucía. Los valores de evapotranspiración se obtuvieron de la estación agrometereológica de la Estación Experimental de la Fundación Cajamar "Las Palmerillas" (Fundación Cajamar, 2011), ubicada en el término municipal de El Ejido. Los datos de evapotranspiración fueron tomados en tanque clase-A, con tornillo de precisión.

Para el cálculo de la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense ($WF_{Agr.Pon}$) se consideraron dos componentes, la "Huella Hídrica" interna del consumo de la comarca ($WF_{Pon,int}$) y la "Huella Hídrica" externa del consumo de la comarca ($WF_{Pon,ext}$):

$$WF_{Agr.Pon} = WF_{Pon,\text{int}} + WF_{Pon,ext}$$

Siendo $WF_{Pon.int}$ el agua consumida en la comarca menos el volumen de agua virtual que se exporta ($VW_{E,Agr}$), y $WF_{Pon,ext}$ el agua virtual que se importa en los productos agrarios ($VW_{I,Agr}$). 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. En el cálculo del volumen de agua virtual que se consume en la comarca se consideraron los recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}), el agua virtual de las materias primas (VW_{mp}) y las importaciones de agua virtual contenida en los productos agrícolas ($VW_{I,Agr}$). De manera que

$$WF_{Pon,\text{int}} = UA_{Agr} + VW_{I,Agr} + VW_{mp} - VW_{E.Agr}$$

Los **Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}),** fueron calculados por dos métodos distintos:

1. El consumo medio de agua de cada tipo cultivo (m3 ha-1 año-1) multiplicado por su superficie en el Poniente Almeriense.
2. La suma de las demandas evaporativas de los cultivos.

Primero se obtuvieron los recursos hídricos utilizados por cada uno de los cultivos, y posteriormente, se sumó el agua virtual de los ocho cultivos presentes en el Poniente Almeriense para obtener el total de recursos hídricos utilizados en la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense (UA_{Agr}), por año.

Para el cálculo de UA_{Agr} mediante el segundo método, se siguió el siguiente procedimiento: UA_{Agr} es la suma de las demandas evaporativas[1] de los cultivos e incluye tanto el agua azul como el agua verde, y se expresa en m^3. La demanda evaporativa de un cultivo es la suma de la evaporación directa del agua al suelo y de la transpiración de las plantas, siendo equivalente a sus necesidades hídricas. Es decir,

$$UA_{Agr} = \sum_{j=1}^{n} \left(ETb_j * S_{reg_j}\right) + \left(ETg_j * S_{total_j}\right)$$

donde:

ETb = evapotranspiración de agua azul (m^3 ha^{-1})
Sreg = superficie en regadío (ha)
ETg = evapotranspiración de agua verde (m^3 ha^{-1})
S_{total} = superficie total (ha)
n = número de cultivos (j)

siendo, las necesidades hídricas mensuales (CWR_j) la suma de la evapotranspiración mensual de agua verde (ETg_j) y la evapotranspiración mensual de agua azul (ETb_j). CWR_j se obtuvo al aplicar el factor de corrección 10 a la evapotranspiración mensual de cada cultivo (*ETc*):

$$CWR_j = \left(ETg_i + ETb_i\right) = 10 * ETc \text{ , y } ETc = ETo * Kc$$

donde, *ETc* se mide en mm mes^{-1}, y *Kc* es el coeficiente del cultivo. Los valores de *Kc* se obtuvieron de Fernández et al. (2001).

Se consideró que los cultivos protegidos o en invernadero no reciben agua procedente de la lluvia (ETg_j), contabilizándose únicamente ETb_j. Para el régimen de producción en regadío se supuso que todos los cultivos ven cubiertas sus necesidades hídricas. De esta manera, la evapotranspiración de agua azul se corresponde con el riego realizado y compensa la diferencia, si existiera, entre sus necesidades hídricas y la precipitación efectiva:

$$ETb_j = \max\left(0, CWR_j - P_{eff}\right)$$

El **contenido en agua virtual (*V*)** de cada cultivo es el resultado de dividir sus necesidades hídricas (*CWR*) entre el rendimiento del cultivo (*R*), expresado en t ha^{-1}. V se expresa en m^3 t^{-1}.

$$V_j = CWR_j \Big/ R_j = Vb_{prot}\, j \Big/ R_j$$

Para cultivos protegidos se consideró igual al valor del contenido de agua virtual azul (Vb_{prot}).

Para el cálculo del **consumo de agua virtual por parte de las materias primas utilizadas en la agricultura intensiva (VW_{mp}),** primero se identificaron todas las materias primas (*m*) que se utilizan en los ocho cultivos del Poniente, y los volúmenes de consumo (V_{mp}). Posteriormente de las más significativas se obtuvieron los volúmenes de agua requeridos para su producción (CA_{mp}). El resultado se expresó en m^3 t de materia $prima^{-1}$ $cultivo^{-1}$ $año^{-1}$:

$$VW_m = V_{mp} * CA_{mp}$$

Al final, se calculó, para cada cultivo, el consumo de agua virtual para el conjunto de las materias primas, por año. Posteriormente se obtuvo el agua virtual para el Poniente Almeriense, por año, procedente de las materias primas.

El **agua virtual "exportada" de la comarca ($VW_{E,Agr}$)** se calculó multiplicando la cantidad de producto exportado (X_j), en t, por su contenido en agua virtual (V_j), en m^3 t^{-1} $año^{-1}$:

$$VW_{E,Agr} = \sum_{j=producto} X_j * V_j$$

[1] No se contabilizarán las pérdidas de agua que puedan producirse en el riego, asumiendo que en un porcentaje alto pueden ser reutilizadas.

Para el cómputo de la cantidad de producto exportado, se identificaron los destinos de la producción agrícola del Poniente Almeriense, y el volumen por producto exportado de agua virtual "exportada" desde la comarca a todos los niveles: Internacional, Nacional (con excepción de la provincia de Almería), Provincial (fuera de los nueve términos municipales que componen el Poniente Almeriense).

El **agua virtual "importada" por la comarca ($VW_{I,Agr}$)** se computó de igual manera a $VW_{E,Agr}$. Para ello, se identificó la importación de productos agrícolas dentro de la comarca del Poniente, para posteriormente calcular el volumen de agua virtual importada. El volumen de agua virtual importada en la agricultura ($VW_{I,Agr}$) se obtuvo multiplicando la cantidad de producto importada ($M_{j,p}$), en t, por el contenido en agua virtual en el país de origen ($V_{j,p}$), en $m^3\ t^{-1}$ $año^{-1}$:

$$VW_{I,Agr} = \sum_{\substack{j=producto \\ p=país}} M_{j,p} * V_{j,p}$$

Finalmente, se calculó la **Eficiencia Monetaria** de la agricultura del Poniente Almeriense mediante el indicador rentabilidad hídrica (*RH*) o "productividad" del recurso. Es decir, los ingresos procedentes de la venta de la producción (en EUR) por unidad de agua (m^3). Se realizó el cálculo por tipo de cultivo.

6.2.2.5.2. Balance hídrico de la producción agrícola del Poniente Almeriense

Los resultados obtenidos son una aproximación a la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Los resultados obtenidos en este apartado se han obtenido en base de algunos supuestos, debido a la ausencia de datos a nivel municipal, principalmente relacionados con la importación y la exportación de los productos hortícolas, el consumo per cápita de estos productos y el consumo de fitosanitarios.

Para mejorar la calidad de los resultados de la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense, es necesario que se generen nuevos y más datos precisos, en especial datos de exportación e importación de productos agrarios a nivel municipal.

Los resultados de este estudio pretenden dar una visión general, y a la vez específica por municipio, de la realidad hídrica del Poniente Almeriense, y que las conclusiones que de él se puedan obtener ayuden a la toma de decisiones.

6.2.2.5.2.1. Requerimientos hídricos de los cultivos

a) Cálculo mediante el consumo medio de agua por cultivo

Las dosis recomendadas de riego por cultivo, expresados en en $l\ m^{-2}$ $día^{-1}$, se recogen en el Anejo 1. Estos datos proceden de la Estación Experimental de Cajamar "las Palmerillas". Además, esta estación experimental ha desarrollado el programa PrHo - Programa de riegos para cultivos hortícolas bajo invernadero. Versión 1.0. (Fundación Cajamar, 2008b), que permite obtener los datos diarios de evapotranspitración, el coeficiente de cultivo por etapa de cultivo, el tiempo y el volumen de riego que requiere cada uno de los ocho cultivos presentes en el Poniente Almeriense. Para la obtención de las recomendaciones se han utilizado datos climáticos medios de la estación agroclimática de la misma estación. Las dotaciones de riego promedio se deberán reducir en caso de disminución de la radiación en el interior del invernadero (días nublados) o incrementarse cuando ocurran fenómenos climáticos que aumenten la transpiración (ej: días ventosos).

En el Anejo 2 se recogen los datos obtenidos para cada uno de los cultivos a través del programa PrHo. Para su obtención, se especificaron los datos de fecha de siembra o transplante, fecha de fin de cultivo, densidad de plantación, superficie plantada, encalado, conductividad eléctrica del agua de riego, coeficiente de uniformidad de riego, y las características de la instalación de riego. Tras los cálculos realizados con el programa, se obtuvo el consumo hídrico total de los ocho cultivos intensivos (Tabla 104). Se consideró que el gasto del agua de los cultivos hidropónicos con respecto a los cultivos en suelo es un 15% superior (Céspedes et al., 2009).

TABLA 104. Dosis de riego por cultivo

Cultivo	En suelo		En sustrato (hidropónicos)
	Volumen de riego	Tiempo de riego	Volumen de riego
	$m^3\ ha^{-1}$	h	$m^3\ ha^{-1}$
Tomate	4.965,45	161,38	5.710,27
Pimiento	5.384,10	134,60	6.191,72
Pepino	2.738,73	82,16	3.149,54
Calabacín	3.021,21	151,06	3.474,39
Sandía	4.042,58	539,01	4.648,97
Melón	3.933,22	262,21	4.523,20
Berenjena	3.946,99	197,35	4.539,04
Judía verde	1.324,79	66,24	1.523,51
	778,39	38,92	895,15

Fuente: Elaboración propia.

El volumen de los recursos hídricos totales utilizados por los ocho cultivos del Poniente Almeriense se obtuvo mediante la suma de los recursos hídricos por cultivo, que a su vez fueron obtenidos multiplicando los consumos hídricos de cada cultivo por hectárea, por sus superficies correspondientes. En la Tabla 105 se recogen los resultados obtenidos.

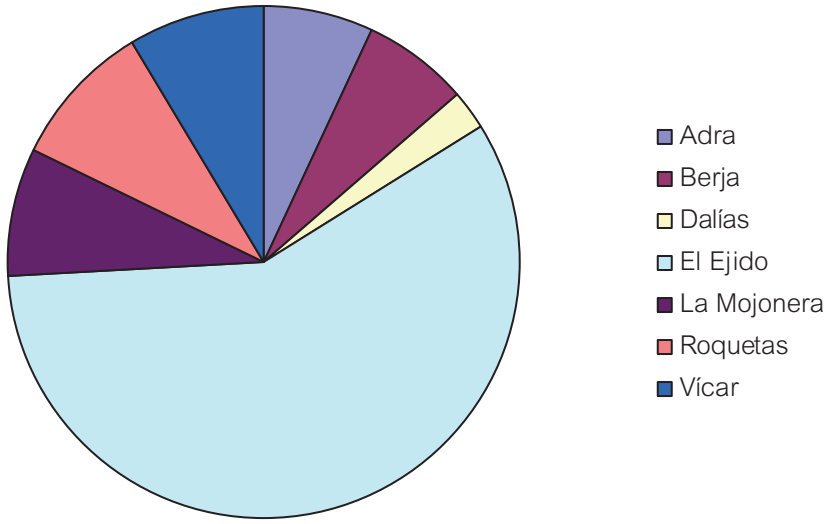
TABLA 105. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) del Poniente Almeriense, mediante el primer método de cálculo ($10^3\ m^3$)

Cultivo	Sistema de cultivo	Adra	Berja	Dalías	El Ejido	La Mojonera	Roquetas	Vícar	Total Poniente Almeriense
Tomate	suelo	552,45	960,20	78,92	8.102,54	837,44	2.100,17	1.617,88	14.249,60
	sustrato	84,18	146,31	12,03	1.234,65	127,61	320,02	246,53	2.171,33
Pimiento	suelo	1.844,25	2.712,42	1.829,53	20.684,03	1.790,29	3.286,29	2.138,54	34.285,36
	sustrato	207,20	304,74	205,55	2.323,83	201,14	369,21	240,26	3.851,93
Pepino	suelo	331,71	302,69	45,61	5.319,88	650,99	725,63	895,63	8.272,14
	sustrato	122,45	111,74	16,84	1.963,86	240,32	267,87	330,63	3.053,70
Calabacín	suelo	358,37	451,49	149,56	7.043,24	1.410,91	840,90	1.083,58	11.338,03
	sustrato	29,12	36,69	12,15	572,36	114,65	68,33	88,05	921,37
Sandía	suelo	1.579,48	1.384,26	319,44	5.505,10	1.231,64	638,89	443,67	11.102,48
	sustrato	252,39	221,20	51,05	879,69	196,81	102,09	70,90	1.774,12
Melón	suelo	1.366,87	706,09	71,74	8.257,87	1.230,94	1.011,94	539,95	13.185,41
	sustrato	65,50	33,83	3,44	395,69	58,98	48,49	25,87	631,80
Berenjena	suelo	816,12	198,71	42,58	2.136,10	624,51	482,57	1.830,95	6.131,54
	sustrato	105,44	25,67	5,50	275,98	80,69	62,35	236,56	792,19
Judía verde	suelo	45,67	36,30	4,68	531,69	9,37	10,54	29,28	667,54
	sustrato	6,89	5,48	0,71	80,23	1,41	1,59	4,42	100,73
Total		7.768,10	7.637,83	2.849,33	65.306,74	8.807,69	10.336,89	9.822,69	112.529,26

Fuente: Elaboración propia.

Los Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}), mediante el primer método, fueron de 112.529.262,68 m^3 $año^{-1}$. Siendo el pimiento el cultivo que mayor agua consume en el Poniente Almeriense (33,89%), seguido del tomate y el melón. Por términos municipales, el 58,04% de los recursos hídricos en la agricultura se consumen en El Ejido.

FIGURA 143. Porcentajes de los recursos hídricos utilizados en la agricultura, por término municipal



b) Cálculo mediante las demandas evaporativas por cultivo

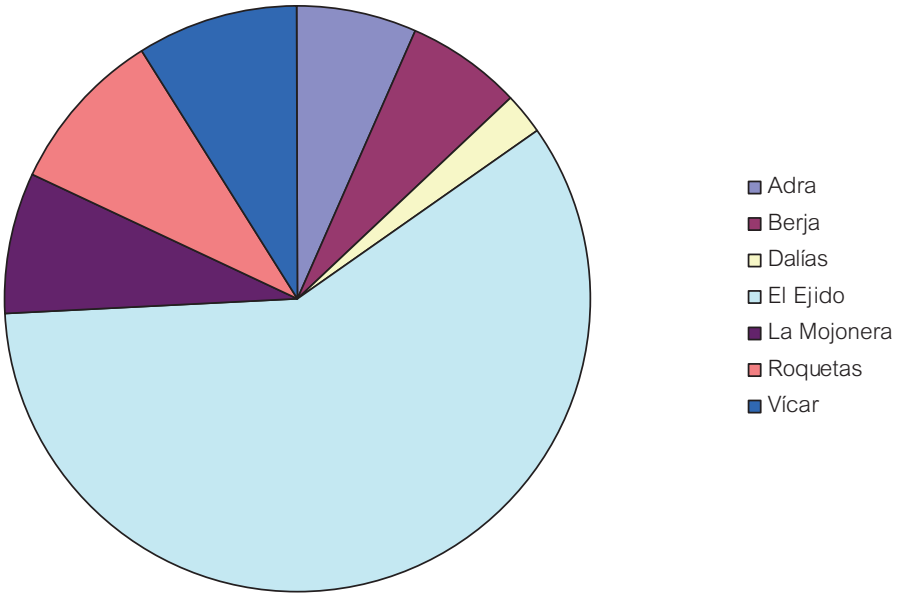
Siguiendo el procedimiento de la segunda metodología, se calculó que los recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) fueron de 155.343.243,00 m^3 $año^{-1}$ (Tabla 106). Las diferencias con el resultado del método anterior obedecen principalmente a los valores medios de *Kc* utilizados para su cálculo. Al igual que con el procedimiento anterior, el pimiento es el cultivo que mayor agua consume (28,11%), seguido del tomate y del pepino. Por términos municipales, El Ejido consume el 58,67% del agua (Figura 144), seguido de Roquetas de Mar y Vícar.

TABLA 106. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) del Poniente Almeriense, mediante el segundo método de cálculo (10^3 m^3)

Municipio	Tomate	Pimiento	Pepino	Calabacín	Sandía	Melón	Berenjena	Judía verde	Total
Adra	885,65	2.349,25	874,72	644,72	2.259,04	1.837,69	1.257,41	243,67	10.352,16
Berja	1.539,35	3.455,14	798,18	812,24	1.979,84	949,31	306,15	193,69	10.033,90
Dalías	126,52	2.330,50	120,27	269,05	456,89	96,45	65,60	24,99	3.490,29
El Ejido	12.989,59	26.347,82	14.028,32	12.670,94	7.873,65	11.102,31	3.291,13	2.836,59	91.140,36
La Mojonera	1.342,54	2.280,52	1.716,64	2.538,25	1.761,55	1.654,94	962,19	49,98	12.306,61
Roquetas	3.366,89	4.186,16	1.913,45	1.512,80	913,77	1.360,50	743,51	56,23	14.053,31
Vícar	2.593,70	2.724,13	2.361,74	1.949,38	634,56	725,94	2.820,97	156,20	13.966,62
Poniente	22.844,25	43.673,52	21.813,33	20.397,38	15.879,29	17.727,14	9.446,98	3.561,36	155.343,24

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 144. Porcentajes de los recursos hídricos utilizados en la agricultura, por término municipal



6.2.2.5.2.2. Agua virtual de los productos del Poniente Almeriense

El contenido en agua virtual de cada cultivo, por los dos procedimientos de cálculo, se recogen en la Tabla 107. Los resultados obtenidos en función de los dos métodos, y dentro del primer método en función del sistema de cultivo, presentan variaciones significativas en algunos de los cultivos (pepino, calabacín y judía verde). La mayor diferencia se observó en la judía verde, donde el valor de V en función del segundo método es aproximadamente cuatro veces superior a los obtenidos en función del primer método. Los valores en función del primer método en sustrato y del segundo método presentan mayores similitudes entre sí. Las diferencias en los resultados obedecen a las consideraciones metodológicas de cada procedimiento de cálculo.

TABLA 107. Agua virtual (*V*) de los cultivos del Poniente Almeriense

Cultivo	1º método - en suelo		1º método - en sustrato		2º método	
	CWR	*V*	CWR	*V*	CWR	*V*
	$m^3\ ha^{-1}$	$m^3\ t^{-1}$	$m^3\ ha^{-1}$	$m^3\ t^{-1}$	$m^3\ ha^{-1}$	$m^3\ t^{-1}$
Tomate	4.965,45	56,43	5.710,27	64,89	7.029,00	79,88
Pimiento	5.384,10	91,26	6.191,72	104,94	6.248,00	105,90
Pepino	2.738,73	32,41	3.149,54	37,27	5.467,00	64,70
Calabacín	3.021,21	53,95	3.474,39	62,04	5.076,50	90,65
Sandía	4.042,58	62,19	4.648,97	71,52	5.076,50	78,10
Melón	3.933,22	112,38	4.523,20	129,23	5.076,50	145,04
Berenjena	3.946,99	51,26	4.539,04	58,95	5.467,00	71,00
Judía verde	1.324,79	94,63	1.523,51	108,82	6.248,00	446,29

Fuente: Elaboración propia.

Si bien los datos son dispares, y aunque el primer método parece ser más preciso, las diferencias significativas respecto al segundo método hacen dudar de la bondad de esta metodología.

6.2.2.5.2.3. Consumo hídrico en la fabricación de plásticos de cubierta

Para el cálculo del agua virtual presente en el plástico de cubierta de los invernaderos, se debe tomar en cuenta la duración del cultivo y la duración del filme. En los cálculos realizados se estimó que para cada hectárea de cultivo se requieren 10.100 m^2 de filme, considerando un filme de 2.700 kg ha^{-2}, se obtiene un total 2.727 kg ha^{-1} de filme por invernadero. Dado que cada cultivo tienen una duración distinta, y que el plástico considerado en el estudio tiene una duración de 36 meses, se calculó la parte proporcional de uso de este plástico de cubierta mediante el coeficiente de duración (meses de cultivo / duración del plástico).

Una vez calculada la cantidad de plástico utilizado por campaña, se calculó su agua virtual, considerando que para la producción de plástico de cubierta de invernaderos se requieren aproximadamente 13,7 l kg^{-1} de plástico. De manera que el agua virtual contenida en los plásticos de cubierta utilizados en el Poniente Almeriense en la campaña 2009/2010 fue de 202.445 m^3 (Tabla 108).

TABLA 108. Agua virtual de los plásticos de cubierta de invernaderos en el Poniente Almeriense

Cultivo	Coeficiente de duración	Consumo por ciclo de cultivo	Consumo de plástico	Consumo total de agua
		kg ha^{-1}	kg	m^3
Tomate	0,222	606,00	1.969.500	26.982,15
Pimiento	0,250	681,75	4.765.433	65.286,43
Pepino	0,167	454,50	1.813.455	24.844,33
Calabacín	0,181	492,38	1.978.363	27.103,57
Sandía	0,167	454,50	1.421.676	19.476,96
Melón	0,167	454,50	1.587.114	21.743,46
Berenjena	0,222	606,00	1.047.168	14.346,20
Judía verde	0,125	340,88	194.299	2.661,89
Total			**14.777.007**	**202.445,00**

* La duración del ciclo de cultivo considerada fue de 8 meses para tomate y berenjena, de 9 meses para pimiento, 6,5 meses para calabacín, 6 meses para pepino, sandía y melón, y 4,5 meses para judía verde.

En los dos principales cultivos, tomate y pimiento, se consume el 45,58% del agua virtual procedente de los plásticos de invernadero en el Poniente Almeriense. Por el contrario, en el cultivo de judía verde solo se consume el 1,31% del agua virtual de los plásticos.

6.2.2.5.2.4. Consumo hídrico en la fabricación de fertilizantes

El consumo hídrico en el proceso de fabricación de los fertilizantes se produce principalmente mediante el consumo de:

- agua para enfriamiento, que proviene de la torre de enfriamiento de la planta, tiene una temperatura aproximada de 29ºC y está a 45 PSIG (libras por pulgada cuadrada manométrica). El mayor consumo se produce en las camisas de los reactores de acidulación. Como resultado del proceso de enfriamiento se consume aproximadamente 2.300 kg t^{-1} de producto (57.000 kg h^{-1}); y,
- agua cruda para alimentar a los reactores, de agua de reposición para los depuradores, para el lavado de pisos y equipos. Se ha estimado un consumo medio de 180 kg t^{-1} de producto (4.500 kg h-1) (Red Interinstitucional de Tecnologías Limpias, 2004).

También se produce un consumo de vapor de agua, el cual está a 170 PSIG y 190ºC, que alimenta al tanque de mezcla, al tanque de solución y al tanque de solución antiespumante. Se utiliza ocasionalmente para la limpieza de las toberas, granuladores, bomba de mezcla, y reactores endurecidos. Se ha calculado el consumo de vapor de agua en distintas etapas de la producción de urea:

- Vaporización del amoniaco, 1.030 kg de vapor h-1 (41.2 kg vapor t-1 producto).
- Tanques de urea y antiespumante, 140 kg de vapor h-1 (5.6 kg vapor t-1 producto).
- Tanque de mezcla, 1.080 kg de vapor h-1 (43.2 kg vapor t-1 producto).
- Consumo total de vapor, 90 kg de vapor h-1 (2.250 kg vapor t-1 producto).

El vapor producido es abastecido por la planta de servicios generales, a la que regresa el condensado luego de ser utilizado en los diferentes equipos. Se puede considerar que se reutiliza prácti-

camente el agua para enfriamiento y por consiguiente la totalidad del vapor de agua. Por tanto, se ha considerado que el consumo de agua por tonelada de fertilizante comercial es de 180 l.

A partir de los datos de consumo de fertilizantes calculados en la sección 2.5.5, y con el dato de consumo de agua en la fabricación de fertilizantes, se procedió al cálculo del agua virtual contenida en los fertilizantes consumidos en cada uno de los ocho cultivos del Poniente Almeriense (Tabla 109), que resultó en 15.017,09 m^3.

TABLA 109. Agua virtual de los fertilizantes consumidos en el Poniente Almeriense

Cultivo	Consumo de fertilizantes	Consumo total de fertilizantes	Consumo total de agua
	kg ha^{-1}	t	m^3
Tomate	4.557,72	14.813	2.666,27
Pimiento	3.418,47	23.895	4.301,12
Pepino	2.726,88	10.880	1.958,45
Calabacín	3.978,52	15.986	2.877,43
Sandía	2.211,17	6.917	1.244,98
Melón	2.525,23	8.818	1.587,26
Berenjena	1.044,65	1.805	324,93
Judía verde	552,27	315	56,66
Total		**83.428**	**15.017,09**

6.2.2.5.2.5. Consumo hídrico en la fabricación de envases de fitosanitarios

La "Huella Hídrica" de los envases de productos fitosanitarios varía enormemente en función del material con el que está fabricado. En el caso de la fabricación de las botellas de plástico PET de 0,5 l se consume entre 1 y 2 l de agua, mientras que en el caso de los envases de cartón Tetra Pak de 0,5 l, el consumo llega hasta los 0,2 l de agua (Kave, 2011). Borealis (2009) determinaron que el agua utilizada directamente en la fabricación de plásticos está entre 1,2 y 6,5 l kg^{-1} de producto terminado. Para una industria de poliolefina se determinó una "Huella Hídrica" de 13,7 m^3 t^{-1} de producto, de la cual, el 20,4% (2,78 m^3 t^{-1} de producto) es utilizada por la energía eléctrica. Li y Ugochukwu (2010) consideran que la "Huella Hídrica" es solo de 6 l kg^{-1} de polietileno de baja densidad, ya que se debe excluir el agua utilizada en el enfriamiento y en la producción de energía hidráulica, la cual es reutilizada.

La mayoría de los productos fitosanitarios se expenden en envases plásticos, asumiéndose en este trabajo que en su totalidad se venden en envases de 1 l, con un contenido de agua virtual de 3 l. Por lo tanto, para calcular el consumo total de agua consumida en la fabricación de todos los envases de fitosanitarios usados en los cultivos hortícolas del Poniente almeriense, se asumió un consumo de 68 envases por ha de cultivo, con un contenido total de agua virtual de 5.541.864 m^3.

6.2.2.5.2.6. Consumo de la población

El consumo per cápita de la población se ha tomado considerando los datos de los Boletines finales de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos, de la Junta de Andalucía para los cultivos de tomate (Junta de Andalucía, 2010a), pimiento (Junta de Andalucía, 2010b), pepino (Junta de Andalucía, 2010c), calabacín (Junta de Andalucía, 2010d), berenjena (Junta de Andalucía, 2010e) y Judía Verde (Junta de Andalucía, 2010f); y los datos de Consumo Alimentario en el Hogar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino para los cultivos de melón y sandía (MARM, 2010a). Los datos para cada cultivo se recogen en la Tabla 110.

TABLA 110. Consumo per cápita de los productos del Poniente Almeriense (kg hab^{-1})

	Tomate		Pimiento		Pepino		Sandía*
	España	Andalucía	España	Andalucía	España	Andalucía	España
sep-09	1,473	1,604	0,606	0,535	0,257	0,178	
oct-09	1,452	1,483	0,592	0,455	0,212	0,161	
nov-09	0,982	1,035	0,378	0,364	0,125	0,134	
dic-09	1,028	0,973	0,372	0,319	0,122	0,13	
ene-10	1,002	1,075	0,416	0,366	0,111	0,105	
feb-10	0,856	0,864	0,343	0,303	0,097	0,086	
mar-10	0,859	0,895	0,314	0,282	0,101	0,095	
abr-10	1,072	1,149	0,27	0,263	0,143	0,135	
may-10	1,083	1,16	0,308	0,319	0,212	0,206	
jun-10	1,214	1,387					
Promedio mensual	1,102	1,163	0,400	0,356	0,153	0,137	
Consumo anual	**13,225**	**13,950**	**4,799**	**4,275**	**1,840**	**1,640**	**7,33**
	Calabacín		**Berenjena**		**Judía verde**		**Melón***
	España	**Andalucía**	**España**	**Andalucía**	**España**	**Andalucía**	**España**
sep-09	0,358	0,211	0,203	0,238	0,213	0,108	
oct-09	0,42	0,294	0,221	0,254	0,296	0,217	
nov-09	0,259	0,249	0,152	0,195	0,18	0,148	
dic-09	0,275	0,272	0,121	0,151	0,167	0,136	
ene-10	0,302	0,255	0,107	0,098	0,17	0,101	
feb-10	0,238	0,216	0,086	0,098	0,165	0,131	
mar-10	0,238	0,226	0,105	0,111	0,145	0,106	
abr-10	0,338	0,275	0,14	0,153	0,212	0,177	
may-10	0,287	0,252	0,127	0,166	0,198	0,151	
Promedio mensual	0,302	0,250	0,140	0,163	0,194	0,142	
Consumo anual	**3,620**	**3,000**	**1,683**	**1,952**	**2,328**	**1,700**	**8,51**

* El valor de consumo anual es el Total anual móvil.

Tomando en cuenta que la población del Poniente Almeriense es de 248.079 habitantes, y el consumo medio anual de Andalucía, se procedió a calcular la cantidad de cada uno de los productos del Poniente Almeriense que consume su población y la cantidad de agua virtual contenida en esos productos, según los dos procedimientos de cálculo (Tabla 111). Como resultado, se obtuvo que en el Poniente Almeriense se consumen 760.453,69 m^3 de agua procedente de los ocho productos que se cultivan en la comarca, según el primer método de cálculo, y 1.153.334,67 m^3 de acuerdo con la segunda metodología.

TABLA 111. Consumo de los productos en la comarca del Poniente Almeriense (t)

Cultivo	Consumo total	Agua Virtual en los productos	
		1º método	2º método
		m^3	m^3
Tomate	3.460,70	195.272,08	276.423,58
Pimiento	1.060,46	96.772,81	112.300,39
Pepino	406,85	13.186,40	26.322,44
Calabacín	744,24	40.151,72	67.466,41
Sandía	1.818,42	113.093,92	142.018,53
Melón	2.111,15	237.246,47	306.207,56
Berenjena	484,25	24.822,48	34.381,76
Judía	421,73	39.907,81	188.213,99
Total	**10.507,80**	760.453,69	1.153.334,67

6.2.2.5.2.7. Exportación e Importación de los productos del Poniente Almeriense

Cabrera et al. (2010) señalan que las exportaciones de los productos hortícolas de la provincia de Almería se incrementaron durante la campaña 2009/2010, tanto en cantidad como en valor. En volumen, se observó un incremento del 2,3% en el número de toneladas exportadas en relación con la campaña anterior, y en valor el incremento fue de un 1,4%. Durante esta campaña, las exportaciones de productos hortícolas hacia el exterior representaron aproximadamente el 60,8% del total producido. De los ocho cultivos presentes en el Poniente Almeriense, solo la judía verde (-2,9%) y el tomate (3,5%) presentaron una tendencia negativa, a pesar de que el tomate es el producto más exportado (el 24,8% del total de las frutas y hortalizas de la provincia). El 72,3% de las toneladas exportadas fueron de tomate, pimiento, pepino y el calabacín.

A efectos del estudio realizado, se consideró que toda la producción que no ha sido consumida en la comarca fue exportada, bien a otros municipios de la provincia, otras provincias españolas o al extranjero. El volumen exportado por producto se recoge en la Tabla 112.

TABLA 112. Agua virtual exportada en la comarca del Poniente Almeriense

Cultivo	Producción	Consumo	Volumen exportado	Agua virtual exportada	
				1º método	2º método
	t	t	t	10^3 m^3	10^3 m^3
Tomate	286.000	3.461	282.539	15.942	22.568
Pimiento	412.410	1.060	411.350	37.538	43.561
Pepino	133.056	407	132.649	4.299	8.582
Calabacín	225.008	744	224.264	12.099	20.330
Sandía	337.155	1.818	335.337	20.856	26.190
Melón	122.220	2.111	120.109	13.498	17.421
Berenjena	203.320	484	202.836	10.397	14.401
Judía verde	7.980	422	7.558	715	3.373
Total	**1.727.149**	**10.508**	**1.716.641**	**115.345**	**156.426**

En relación con las importaciones almerienses, el volumen se ha reducido en un 2,8% en relación con la campaña anterior (Cabrera et al., 2010). El principal producto importado fue la judía verde, manteniendo el volumen de la campaña anterior, seguido del tomate, el calabacín y el pimiento. Las importaciones de productos en la Provincia de Almería han representado un 2,76% del total exportado, que en el caso de la judía es del 168,3%. Las importaciones que se realizan en la provincia obedecen a dos fenómenos muy diferentes, por un lado es una forma de complementar la oferta, y por otro lado, es un indicativo de la sustitución de la producción de producto local por productos foráneos. Según el comportamiento de la campaña anterior (2008/2009), las importaciones responden a la necesidad de cumplir acuerdos comerciales previos y complementar los pedidos desde origen. En el caso de la judía verde, se observa un comportamiento atípico, ya que existe un desplazamiento de la producción local por extranjera.

En este estudio se consideró que toda la producción hortícola importada es poco significativa y se reexporta, con excepción de la judía. Por tanto, el volumen de agua virtual contenida en los productos importados correspondió únicamente a las importaciones de judía verde, considerando que no existe un consumo adicional de agua en el proceso de reexportación de los otros productos. Para calcular el volumen de agua virtual importada en la judía verde, se consideró la relación importación/exportación de la Provincia de Almería, dando un total de 1.330.314 m^3 agua virtual importada por la comarca, según el contenido de agua virtual obtenido en la primera metodología, y de 6.274.052 m^3, de acuerdo con la segunda metodología.

6.2.2.5.2.8. “Huella Hídrica”

El consumo de agua en los cultivos invernados del Poniente se ha reflejado anteriormente, con un total de aproximadamente 112 hm^3, según el consumo medio de agua de cada cultivo, o de 155 hm^3, según el método de las demandas evaporativas. Este consumo junto con el agua virtual contenida en los productos importados y exportados, en los plásticos de invernadero, y en los fertilizantes y fitosanitarios utilizados, permiten calcular la “Huella Hídrica” de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense (Tabla 113).

TABLA 113. "Huella Hídrica" de la Agricultura del Poniente Almeriense en la campaña 2009/2010 (10^3 m^3)

	UA_{Agr}	$VW_{I,Agr}$	VW_{mp}			$VW_{E,Agr}$	$WF_{Pon.int}$
			Plásticos de invernadero	Fertilizantes	Fitosanitarios		
1º método	112,53	1,33	0,20	0,02	5,54	115,34	4,27
2º método	155,34	6,27	0,20	0,02	5,54	156,43	10,95

Los valores obtenidos justifican el uso intensivo del agua en el Poniente Almeriense, ya que prácticamente toda el agua se exporta en forma de agua virtual, siendo su "Huella Hídrica" muy pequeña, en el caso de los valores obtenidos en función del primer método de cálculo. A esto hay que añadir que la producción hortícola del Poniente Almeriense se caracteriza por su alta productividad y rentabilidad monetaria.

Pero, resulta necesario seguir optimizando la eficiencia hídrica de los sistemas de producción del Poniente Almeriense, debido a la limitación de los recursos hídricos que existe en zonas como el sudeste español, que se analizan a continuación. Un mayor control de los riegos permitirá mejorar la eficiencia hídrica y minimizar los lixiviados o drenajes, reduciendo por tanto el impacto medioambiental de los mismos. En España, la eficiencia hídrica en los cultivos en sustrato varía entre 31 y 40 l kg^{-1} de producto (Salas y Urrestarazu, 2001), superior a los 15 l kg^{-1} de producto de Holanda.

6.2.2.5.2.9. Eficiencia monetaria

La Eficiencia Monetaria (*EM*) de la agricultura del Poniente pone de manifiesto la relación entre los flujos monetarios y los flujos hídricos. Los valores monetarios asignados a la producción dependen de los precios comerciales, por ello, la rentabilidad monetaria del agua varía de unos flujos a otros al variar los precios en los diferentes mercados.

Los precios de cada producto corresponden al valor medio de la Provincia de Almería, obtenidos del Observatorio de Precios y Mercados de la Consejería de Agricultura y Pesca, de la Junta de Andalucía, para la campaña 2009/2010. Los ingresos totales por la venta de los productos del Poniente Almeriense ascendieron a aproximadamente 930 millones de euros. Los valores obtenidos para cada cultivo (Tabla 114) ponen de manifiesto la alta rentabilidad monetaria que tiene la agricultura intensiva del Poniente Almeriense, que junto a su alta productividad justifican el sistema actual de producción intensiva en agua que se produce en la comarca.

TABLA 114. Eficiencia monetaria de la Agricultura del Poniente Almeriense en la campaña 2009/2010

Cultivo	Ingresos	Consumo de agua		*EM*	
		1º método	2º método	1º método	2º método
	10^3 €	10^3 m^3	10^3 m^3	€ m^{-3}	€ m^{-3}
Tomate	185.900	16.421	22.844	11,32	8,14
Pimiento	284.563	38.137	43.674	7,46	6,52
Pepino	155.091	11.326	21.813	13,69	7,11
Calabacín	128.255	12.259	20.397	10,46	6,29
Sandía	54.896	12.877	15.879	4,26	3,46
Melón	46.444	13.817	17.727	3,36	2,62
Berenjena	65.197	6.924	9.447	9,42	6,90
Judía verde	9.656	768	3.561	12,57	2,71

Se expresan a continuación, para cada cultivo, el número de personas que consumen los productos exportados del Poniente Almeriense, tomando como consumo per cápita el valor medio de España.

TABLA 115. Población que consume los productos del Poniente Almeriense fuera de la comarca

Cultivo	Producción	Producción exportada fuera de la comarca	Exportación con respecto a la producción	Población consumidora fuera de la comarca
	t	t	%	10^3 hab
Tomate	286.000	282.539	98,79	21,63
Pimiento	412.410	411.350	99,74	85,94
Pepino	133.056	132.649	99,69	72,31
Calabacín	225.008	224.264	99,67	62,16
Sandía	337.155	335.337	99,46	46,00
Melón	122.220	120.109	98,27	14,36
Berenjena	203.320	202.836	99,76	120,83
Judía verde	7.980	7.558	94,72	3,43
Total	**1.727.149**	**1.716.641**	**99,39**	**53,33***

* Promedio de la población consumidora fuera de la comarca.

La producción del Poniente Almeriense sirve para alimentar a un promedio de 53 millones de personas, y al compararlo con la población de la comarca (248.079 hab), se pone de manifiesto la importancia de la producción de esta comarca, tanto a nivel nacional como internacional, a donde se exporta un alto porcentaje.

6.2.2.6. Balance hídrico macro del poniente almeriense

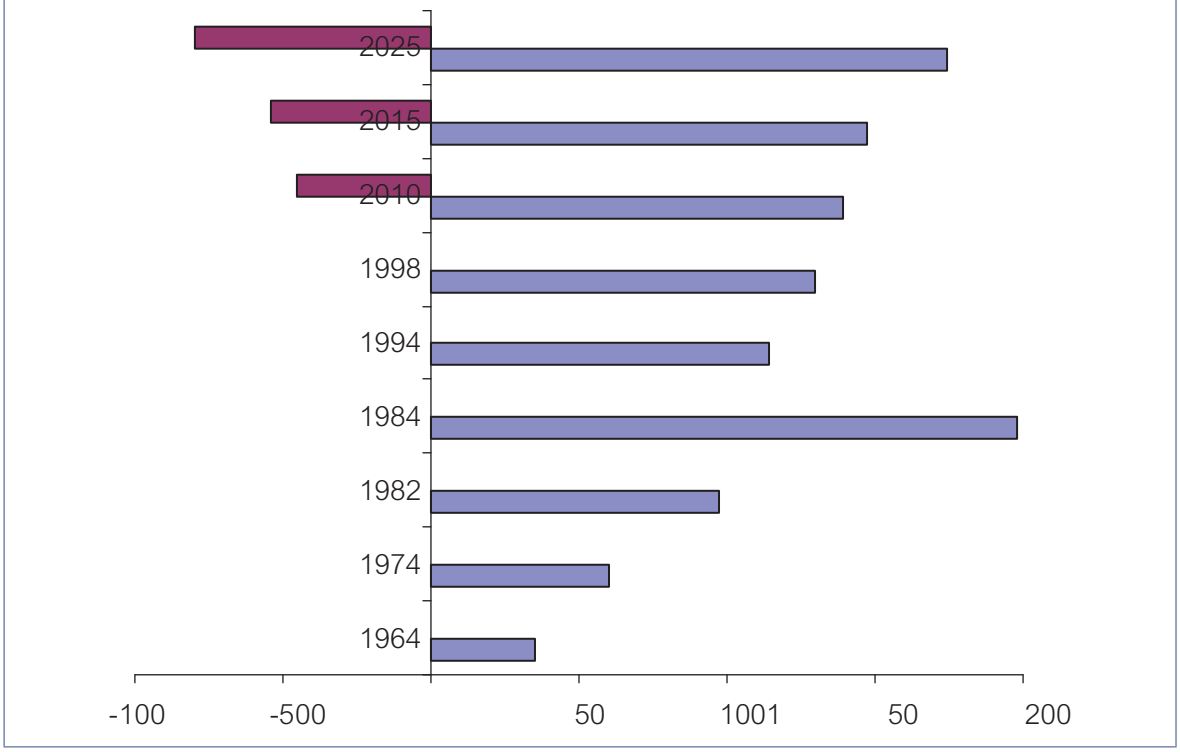
Los recursos hídricos disponibles tanto para abastecimiento como para riego en el Campo de Dalías, son el sistema de acuíferos del Campo de Dalias, el embalse de Benínar y la reutilización de aguas residuales (Acuamed, 2006; Acuamed, 2010). Las aguas subterráneas del sistema de acuíferos del Campo de Dalías tienen una capacidad de 79 hm3 año-1. El Embalse de Benínar está localizado en la cuenca media del río Grande de Adra, fue construido en 1982 por la Confederación Hidrográfica del Sur y tiene una capacidad útil de 60 hm3, pero se disponen de 15 hm^3 $año^{-1}$ (según el criterio de garantía anual del Plan Hidrológico de Cuenca). La capacidad de la reutilización de aguas residuales es de 10 hm^3 $año^{-1}$.

Los problemas existentes de los recursos hídricos disponibles en el Poniente Almeriense se pueden esquematizar en tres puntos (Acuamed, 2006):

- Los recursos subterráneos en su totalidad provienen de las captaciones del sistema de acuíferos del Campo de Dalías. A pesar de que se estima que el volumen de extracción del sistema es de aproximadamente 140 hm^3 $año^{-1}$ (según el Plan de Ordenación del Campo de Dalías), el volumen de aportación de los acuíferos como recurso hídrico se contabiliza en aproximadamente 79 hm^3 $año^{-1}$, que corresponde al valor estimado de recarga del sistema de acuíferos. En Septiembre de 1995 se declaró la sobreexplotación de este sistema (Cuitó, 2006), y como resultado se elaboró el Plan de Ordenación del Campo de Dalías (CHS, 2001) con el objetivo de corregir esta situación mediante la reducción de extracciones y el uso de los recursos regulados del embalse de Benínar procedentes de la reutilización de aguas residurales y de desaladoras.
- Existe una gran variabilidad en los caudales suministrados anualmente desde el embalse de Benínar, debido a tres situaciones: la irregularidad de las aportaciones naturales desde el río Grande de Adra, las filtraciones que se producen en el embalse y la limitada capacidad de toma para riegos desde el canal Benínar Aguadulce.
- En general, el balance hídrico, entre los recursos disponibles y las demandas del campo de Dalías, es deficitario para los usos de abastecimiento y de riego.

Cuitó (2006) indica que las extracciones realizadas para regadío en el Campo de Dalías (Poniente Almeriense) se incrementaron cuantiosamente en los años 50. En 1963-1964 se alcanzó 30-35 hm^3, en 1973-1974 los 55-60 hm^3, en 1981-1982 los 97 hm^3, durante el período 1984-198 - 1993-1994 los 114 hm^3, y en 1994-1998 los 130 hm^3 (Figura 145). Las proyecciones realizadas hasta 2025 indican que contabilizando únicamente los recursos del pantano de Benínar y del sistema de acuíferos, para 2010 se tendrá un déficit de 45 hm^3 (demanda de 139 hm^3), para 2015 de 54 hm^3 (demanda de 147 hm^3) y para 2025 de 80 hm^3 (demanda de 174 hm^3) (Acuamed, 2006). Incluyendo las aguas residuales depuradas, para 2010 se previó un déficit de 33 hm^3 y para 2015 de 36 hm^3.

FIGURA 145. Extracciones y déficits de los recursos hídricos (hm^3)



Fuente: Elaboración propia.

Para 2010, se realizó el cálculo de los recursos hídricos disponibles para riego, computándose el total de los recursos hídricos disponibles en la comarca y el consumo agua destinada para abastecimiento humano. Se consideró la población total de la comarca (248.079 habitantes) y el consumo medio por habitante y día (160 l hab^{-1} $día^{-1}$) (IEA, 2011), que dio como resultado un consumo total de 14,25 hm^3 $año^{-1}$. Tomando una demanda de recursos hídricos total en 2010 de 139 hm^3, el agua que demanda la agricultura en la comarca es de 124,72 hm^3. Considerando que los recursos disponibles alcanzarían los 104 hm^3 (embalse de Benínar + sistema de acuíferos + aguas residuales depuradas), el déficit para 2010 sería de 20,72 hm^3 $año^{-1}$.

6.2.2.6.1. Balance general de los acuíferos

Los acuíferos integrados dentro del subsistema hidrogeológico Sur de Sierra de Gádor Campo de Dalías son la principal fuente de suministro de agua en el Poniente Almeriense, tanto para riego como para abastecimiento. La recarga natural de los acuíferos se estima actualmente en 79 hm^3 $año^{-1}$, y se encuentra en un estado de sobreexplotación. Como posibles medidas para revertir esta situación, se considera la reforestación, la realización de obras para reducir la erosión, acciones relacionadas con el desarrollo de los suelos, la disminución de la escorrentía y el aumento de la infiltración. La realización de obras de pequeña envergadura, como los diques de infiltración, las balsas de recarga en antiguas graveras o las balsas y zanjas de recarga diseñadas en los conos de deyección, facilitarían la recarga inducida a partir de las aguas de escorrentía de la Sierra de Gádor, que alimentan hídricamente al Campo de Dalías.

Pulido-Bosh (1997) diferenció tres unidades hidrogeológicas en el Campo de Dalías, de acuerdo con la estructura del área y con la información del inventario de aproximadamente 1.200 puntos acuíferos (Figura 146): Balerma-Las Marinas, Aguadulce Balanegra.

FIGURA 146. Unidades hidrogeológicas del Campo de Dalías

Fuente: Pulido-Bosh, 1997.

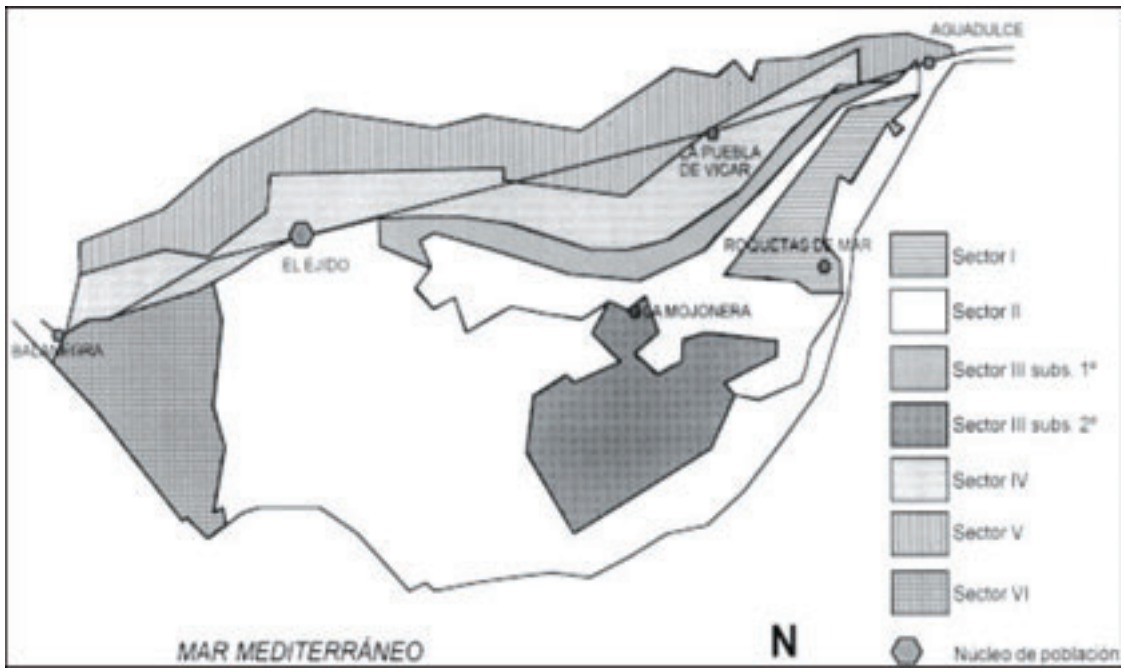
1. La unidad hidrogeológica de Balerma-Las Marinas es la de mayor extensión (225 km^2 de afloramiento) y donde se concentra la mayor parte de la actividad agrícola intensiva. Ocupa prácticamente toda la llanura litoral, con excepción del extremo nororiental y la franja a pie de monte. Está integrada principalmente de materiales pliocenos, cuyo espesor decrece de norte a sur, donde va aumentando la proporción de elementos terrígenos. Su característica hidrogeológica más particular es su evolución piezométrica, tanto espacial como temporal, ya que prácticamente toda su superficie se encuentra sobre el nivel del mar. Las entradas medias totales se estiman en 18-24 hm^3 año^{-1}, y las extracciones tiene un valor medio de 15 hm^3 año^{-1}.
2. La unidad hidrogeológica de Balanegra se ubica en la mitad oriental, tiene una extensión de 195 km^2 y parte de ella se encuentra bajo el acuífero de Balerma-Las Marinas, separándose de él por las margas pliocenas que actúan de techo confinante. Menos de la mitad de su superficie se encuentra confinada bajo las margas pliocenas. El material acuífero corresponde a las dolomías de Gádor, y el sustrato impermeable está integrado por las metapelitas basales del manto de Gádor (límites norte y occidental). No todo el acuífero está en contacto con el litoral, únicamente a través de la escama de Balsa Nueva. Se han obtenido parámetros hidráulicos del sistema entre 15.000 y 22.000 m^2 día^{-1}. Su nivel piezométrico está por debajo del nivel del mar. Las entradas medias se estiman en 15 hm^3 año^{-1}, y las extracciones duplican dicho caudal (30 hm^3 año^{-1}).
3. La unidad hidrogeológica de Aguadulce posee la mayor complejidad tectónica y la mayor parte de los materiales acuíferos de la comarca. Las formaciones acuíferas se suceden verticalmente con formaciones de baja permeabilidad, dando lugar a un auténtico multicapa. Como resultado, se observa valores heterogéneos de los parámetros hidráulicos, con valores entre 5.000 y 7.000 m^2 día^{-1} en las dolomías de Gádor, 6.000 m^2 día^{-1} en las calcarenitas miocenas, o 200 m^2 día^{-1} en materiales pliocuaternarios (IGME, 1982; Pulido-Bosh, 1997). Las entradas medias se estiman en 15 hm^3 año^{-1}, y las extracciones en 50 hm^3 año^{-1}.

La evolución piezométrica de la unidad Balerma-Las Marinas tiende a la subida a o la estabilización (Thauvin, 1986, Pulido-Bosh, 1997). En las unidades Balanegra y Aguadulce, a partir mediados de los 70's se observan descensos continuados del nivel piezométrico, principalmente como consecuencia de un volumen de extracciones superior al de las entradas.

6.2.2.6.2. Infraestructuras hidráulicas de las principales Comunidades de Regantes

En la Figura 147 se puede observar la sectorización del riego realizada en el año 1973, que sigue aún vigente, y a partir de la cual las comunidades de regantes se reparten los sectores de riego.

FIGURA 147. Sectorización del Campo de Dalías, realizada por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario



Fuente: Pulido-Bosh, 1997.

Las comunidades de regantes más importantes del Poniente Almeriense son “Sol y Arena” y “Solponiente” que, en superficie, suponen en torno al 40% de la superficie agrícola total.

6.2.2.6.2.1. Comunidad de regantes Sol y Arena

La comunidad de regantes cubre una superficie agrícola útil aproximada de 6.000 ha, y agrupa a 5.000 agricultores. Tiene a su cargo cuatro sectores distribuidos entre los siguientes términos municipales: Sector I, en el término municipal de Roquetas de Mar; Sector II, en los términos municipales de La Mojonera, Vícar, Roquetas de Mar y El Ejido; Sector III, en los términos municipales de La Mojonera, Vícar, Roquetas de Mar y El Ejido, que a su vez se subdivide en el subsector 1º, situado al norte del sector II, y el subsector 2º, en el sur del sector II; y Sector IV, que corresponde a zonas que no son regadas por el canal de ese nombre, ya que éste se destina sólo a transporte de agua hacia otros sectores, particularmente al Sector III. Las cotas de cada sector son 35m para el Sector I, 50 m para el Sector II, 80 m para el Sector III y 130 m para el sector IV.

La fuente principal de suministro la constituyen los pozos que posee la comunidad, pero tiene conexiones con el embalse de Benínar, de donde se ha tomado ocasionalmente agua (Comunidad de regantes Sol y Arena, 2011). El número de pozos de la comunidad supera el centenar, aunque solamente 20 funcionaban en 1996 (Tabla 116) y en la actualidad únicamente 16 (2011), de los cuales tres están situados en Aguadulce, cuatro en La Canal (Vícar) y el resto en el término municipal de El Ejido. En relación con la conexión al embalse de Benínar, en 1990 y 1991 se tomaron 10 hm^3, en 1992 fueron 0,7 hm^3, en 1993 fueron 0,9 hm^3, y en 1996, 7,6 hm^3.

TABLA 116. Características de los pozos de la comunidad de regantes Sol y Arena			
Pozo Nº	**Profundidad (m)**	**Gasto Aforado (l s^{-1})**	**Situación**
7	200	90	Norte de El Ejido
35	316	90	Norte de El Ejido
28	326	90	Norte de El Ejido
30	310	90	Norte de El Ejido
31	240	70	Norte de El Ejido
32	157	90	Norte de El Ejido
33	240	90	Norte de El Ejido
34	268	90	Norte de El Ejido
36	160	90	Norte de El Ejido
37	270	75	Norte de El Ejido
43	304	90	Norte de El Ejido
38	301	90	Norte de El Ejido
42	313	90	Norte de El Ejido
9	150	150	Aguadulce
10	55	60	Aguadulce
11	55	40	Aguadulce
21	500	90	La Canal
19	500	125	La Canal
23	500	130	La Canal
17	500	95	La Canal

Fuente: Elaboración propia.

Las instalaciones de captación consisten en casetas de transformación y perforaciones con bombas sumergidas. Su descarga vierte directamente a una red de conducción constituida por el entubamiento realizado del canal del Sector IV hasta los embalses, por un sistema complejo de canales principales de transporte (que definen los otros sectores), las tuberías de interconexión entre los mismos, y las acequias o canalillas de distribución secundaria hasta las fincas. La longitud total de la conducción es de unos 500 km, de los que aproximadamente 100 corresponden a la red principal y secundaria.

El balance hídrico de la comunidad de regantes se recoge en la Tabla 117 Se observa que el volumen medio captado por la comunidad oscila en torno a los 26 hm^3, y que el volumen de agua servido tiende a equilibrarse en torno a los 21 hm^3. El último dato de referencia aportada por la comunidad de regantes (2010) es un consumo anual de 21 hm^3 y un caudal estable de cada pozo de 100 l s^{-1}.

TABLA 117. Volumen servido (hm^3) y pérdidas de la comunidad de regantes Sol y Arena			
Año	**Volumen Captado (hm^3)**	**Volumen Servido (hm^3)**	**Perdidas %**
1990	27,70	20,85	24,73
1991	27,80	21,80	21,58
1992	26,30	21,27	19,12
1993	25,56	21,19	17,10
1994	25,60	21,54	15,86
1995	26,81	23,56	12,12
2010	–	21,00	–

6.2.2.6.2.2. Comunidad de regantes Solponiente

La comunidad de regantes Sol-Poniente es la segunda en importancia de la comarca del Poniente Almeriense. Limita al Norte con la carretera N-340, al Este con la carretera Guardias Viejas-Cuatro Vientos y al Oeste, hasta la costa, por la carretera que une las poblaciones de Balanegra, Balerma y Guardias Viejas. Tiene una superficie aproximada de 2.500 ha, de las que 2.259 ha son de superficie agrícola útil. Actualmente, se riega una superficie de 1.800 ha, y el número de agricultores pertenecientes a la comunidad se eleva a 1.484, distribuidos en 1.611 parcelas.

La comunidad utiliza como fuente primaria de suministro de agua el embalse de Benínar, a través de una concesión de 6 hm^3 (Comunidad de regantes Solponiente, 2011). El agua procedente del embalse de Benínar pasa a dos arquetas de rotura de presión, a 300 l s^{-1} de un caudal medio de entrada, a través de una tubería de 6 m de diámetro. Además, la comunidad cuenta con 12 pozos, pero sólo es atendida por seis de ellos (Tabla 118), cinco de los cuales han sido cedidos por el IARA, y el que resta está sujeto a un régimen especial (Pozo Balerma), propiedad de particulares que han pasado a la comunidad y han cedido su administración.

TABLA 118. Características de los pozos de la comunidad de regantes Solponiente. 2009

Identificación	Profundidad (m)	Nivel piezométrico (m)	Caudal (l s^{-1})	Ce (ds m^{-1})
Balerma	260	95	130	0,9
Nº 4	290	90	60	1,5
Nº 12	290	117	60	0,8
Nº 13	259	128	70	0,8
Nº 14	260	137	80	0,8
Nº 11	300	112	40	1,6

La comunidad posee cinco depósitos de regulación con una capacidad total de 69.300 hm^3, el primero de ellos, de capacidad de 11.000 m^3, está situado en la Cuesta de los Alacranes, a 108 m s.n.m. El segundo depósito de regulación está situado en Tarambana, a 116 m s.n.m., y tiene una capacidad de 8.300 m^3. El tercer depósito de regulación se localiza en Cuatro Vientos, a 123 m s.n.m, y tiene una capacidad de 9.000 m^3. El cuarto depósito de regulación se sitúa en el paraje Lomilla del Pichucho, a 97 m s.n.m., con una capacidad de 24.000 m^3. Finalmente, el quinto depósito de regulación se localiza en el paraje Balsa Varela, a 80 m s.n.m. y tiene una capacidad de 17.000 m^3.

El balance hídrico de la comunidad de regantes se recoge en la Tabla 119. Se observa que el volumen medio captado por la comunidad oscila en torno a los 6-7 hm^3 $año^{-1}$ hasta 1996. Actualmente se cuenta con 6 hm^3 del embalse de Benínar y el agua de los pozos (aproximadamente 4 hm^3), para poder atender a sus socios. El volumen de agua servido es aproximadamente de unos 10 hm^3 $año^{-1}$.

TABLA 119. Volumen captado (hm^3) por la comunidad de regantes Solponiente

Volumen captado (m^3)	1992	1994	1996
Embalse Benínar	5.661.433	3.494.278	5.237.337
Pozo Balerma	278.353	–	–
Pozos	–	4.215.678	1.192.304
Total	5.939.786	7.709.956	6.429.832

6.2.2.6.3. Infraestructuras de captación y distribución

Para corregir el actual balance deficitario de agua, es preciso ordenar los nuevos invernaderos (prohibiendo o regulando su implantación), mejorar los regadíos (riego por goteo, sistemas de redes,..) y aumentar el aporte externo de agua mediante desaladoras, depuradoras, trasvases hidrológicos, etc... (Tolón-Becerra y Lastra-Bravo, 2010). Al respecto, el Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), tiene previsto realizar importantes inversiones para la aportación de recursos hídricos, como la desaladora del Campo de Dalías (Poniente), conducciones desde el embalse de Benínar, las actuaciones complementarias de reutilización de aguas residuales en el Campo de Dalías (EDAR de El Ejido), la conexión presa Cuevas de Almanzora-Poniente Almeriense (Sector Norte) y la mejora de las infraestructuras hidráulicas de los riegos de la zona de Adra del Poniente (Figura 148) (MARM, 2005).

FIGURA 148. Actuaciones urgentes en el Poniente Almeriense

Fuente: (Elaboración propia a partir de MARM, 2011a).

6.2.2.6.3.1. Pantano de Benínar.

El pantano de Benínar está ubicado en el término municipal de Berja, en las coordenadas UTM ED50 497.672 y 4.081.366, y tiene una superficie de 235 ha. Posee un volumen útil de 60 hm^3 y un volumen total de 70 hm^3, pero como consecuencia de la mala ubicación del pantano (el vaso es permeable) sólo puede almacenar 11 hm^3 (15,7%). El nivel máximo de avenida es de 363,5 m y el máximo nivel normal de embalse es de 363 m (Figure 149). Se abastece del cauce del río Adra, está destinado para abastecimiento humano y regadío (MARM, 2011b).

FIGURA 149. Embalse de Benínar

Fuente: Elaboración propia a partir de MARM, 2011.

Su objetivo inicial era abastecer a Almería capital, y con los excedentes hídricos regar el Campo de Dalías, pero en la actualidad sus aguas se utilizan únicamente para riego. En el proyecto inicial se establece la regulación de las aportaciones del río Grande de Adra (45 hm^3) y las procedentes de un posible trasvase desde el Cádiar (15 hm^3), además del trasvase Trevélez-Cádiar-Adra (35 hm^3).

6.2.2.6.3.2. Desaladora del Campo de Dalías

La planta desaladora del Campo de Dalias se ubica en la localidad de Balerma, término municipal de El Ejido, se encuentra actualmente en construcción (Figura 150) y se prevé que produzca 30 hm^3 $año^{-1}$. El

objetivo de esta actuación es complementar con agua desalada el suministro de las demandas de riego de la comarca del Poniente Almeriense, y para el abastecimiento de los municipios de El Ejido, Vícar, La Mojonera, Roquetas de Mar, Balanegra y Berja. En el proyecto también se prevé conectar la desaladora a las balsas de las comunidades de regantes de Sol y Arena, Sierra de Gádor y Sol-Poniente.

FIGURA 150. Obras de construcción de la Desaladora Campo de Dalías

Fuente: Elaboración propia. Foto tomada de www.infoambiental.es.

La desaladora toma el agua del mar a través de un emisario submarino de 1.9 km de longitud y un diámetro de 1,6 m, con un volumen de captación de 2,49 $m^3 s^{-1}$. El proceso de desalación es de ósmosis inversa, con un factor de conversión del 45%. El sistema de distribución está conformado por una estación de bombeo, que eleva el agua desde la planta desaladora hasta un depósito de 25.000 m^3, desde donde parte una conducción paralela a la conducción de Benínar-Aguadulce, para la distribución del agua. El vertido del agua de rechazo o de alta salinidad (55% del agua captada) se colocará en un depósito de salmuera, junto con los fangos procedentes del decantador y del lavado de filtros.

La ubicación de la planta desaladora del Campo de Dalías no afecta a ningún espacio de la Red Natura 2000 ni a otros espacios protegidos, hábitat de interés comunitario o prioritarios. La red de distribución de agua potable atraviesa varias parcelas incluidas en el Lugar de Interés Comunitario "Artos de Ejido", pero la afección no es significativa al discurrir las conducciones por un área ya degradada, correspondiente a la zona de servicio del canal Benínar-Aguadulce y viales existentes. Como medidas preventivas y correctoras el estudio de impacto ambiental (MARM, 2006) contempla la delimitación de las zonas de ocupación y obras, la restauración y revegetación con especies autóctonas de los espacios afectados por el proyecto, la instalación de dispositivos salvapájaros en los tendidos eléctricos que se conectarán con la subestación de Berja, la minimización de la turbidez del agua y la consecuente afección sobre la flora y fauna bentónica mediante el empleo de métodos de dragado que minimicen la puesta en suspensión de sedimentos finos durante las obras de construcción del emisario submarino, y la utilización de una escollera de protección de material ciclópeo, que facilite el asentamiento de la flora y fauna bentónica.

6.2.2.6.3.3. Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR)

La reutilización de las aguas residuales en el Campo de Dalías, de los términos municipales de Adra, El Ejido y Roquetas de Mar, permite la obtención de aproximadamente 10 hm^3 $año^{-1}$. El volumen de agua generado mediante este procedimiento permitirá sustituir las aportaciones procedentes de los acuíferos de la zona, que actualmente están sobreexplotados, así como también las aportaciones del

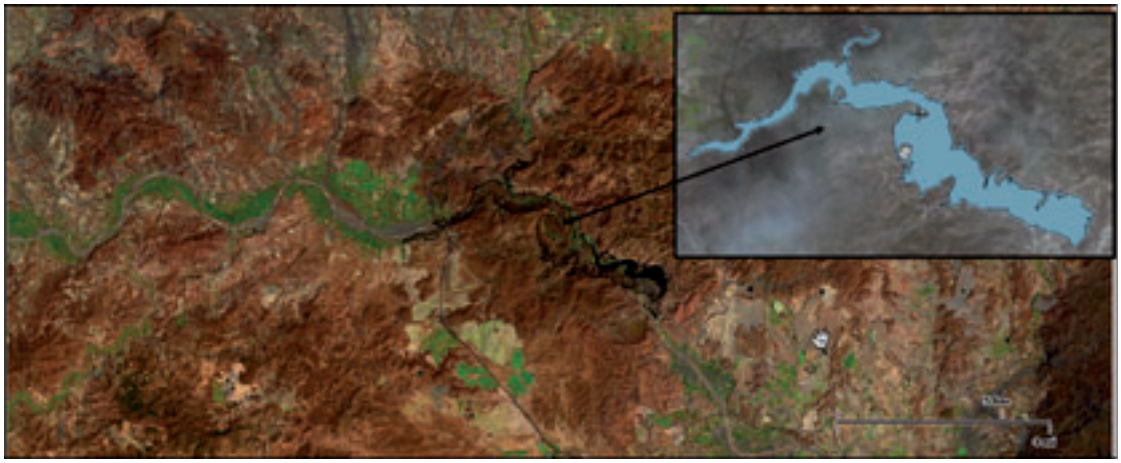
embalse de Benínar para usos municipales, agrícolas y para campos de golf (Acuamed, 2006). Los volúmenes de agua a tratar, y los destinatarios de los mismos, serán:

- EDAR de Adra: tratará 1,64 hm^3, de los cuales 1 hm^3 (61%) será para riego y lo gestionará la comunidad de regantes del Rio Adra.
- EDAR de El Ejido tratará 3,36 hm^3, de los cuales 1,36 hm^3 (40%) serán para riego de la comunidad de regantes de Los Marjales.
- EDAR de Roquetas de Mar tratará 4,93 hm^3, de los cuales 3 hm^3 (61%) serán para la comunidad de regantes Sol y Arena.

6.2.2.6.3.4. Embalse de Cuevas de Almanzora

El embalse de Cuevas de Almanzora está ubicado en el término municipal de Cuevas del Almanzora, en la cuenca baja del río Almanzora, en las coordenadas UTM ED50 597.867y 4.132.009, y tiene una superficie de 573 ha. Posee un volumen útil de 160,70 hm^3 y un volumen total de 190,70 hm^3. El nivel máximo de avenida es de 0 m y el máximo nivel normal de embalse es de 179 m (Figure 151). Se abastece del cauce del río Almanzora, está destinado para abastecimiento humano y regadío (MARM, 2011b).

FIGURA 151. Embalse de Cuevas de Almanzora



Fuente: Elaboración propia a partir de MARM, 2011.

El embalse entró en servicio en 1986 para regular las aguas aportadas por el río Almanzora y para servir de escala en las aportaciones de los trasvases Tajo-Segura y del Guadiana Menor (Gómez, 2003). Debido a los largos periodos de sequía y a las limitaciones que imponen las posibilidades de regulación su aportación media no sobrepasa los 77 hm^3. En la actualidad el embalse de Cuevas de Almanzora no aporta agua al Poniente almeriense, pero está previsto dentro de las actuaciones del Programa Agua. Para ello se está ejecutando la actuación Autovía del agua Pantano de Cuevas-Pantano de Benínar (de doble sentido), que se encargará de redistribuir los posibles excedentes en estos pantanos. Actualmente, una parte de las conducciones de la desaladora de Carboneras-Campo de Níjar ya se ha realizado, aunque en corto plazo no llegará al Poniente Almeriense.

6.2.2.6.3.5. Otras obras previstas

Las obras previstas para la comarca del Poniente Almeriense, tras la derogación del trasvase del Ebro, son la desaladora del Campo de Dalías, que aportaría 30 hm^3 $año^{-1}$, y la mejora de riegos de Adra (2 hm^3 $año^{-1}$), ambas en fase de ejecución; la desaladora del Poniente, que aportaría 23 hm^3 $año^{-1}$, que se encuentra en fase de estudio; y, la conexión Pantano de Rules-Pantano de Benínar, que se está ejecutando y que podría incluir los “excedentes” de los ríos Trevélez y Cadiar. Se ha calculada que se podría enviar unos 40 hm^3 $año^{-1}$. Este trasvase se enfrenta a la oposición de los grupos ecologistas y de los habitantes de la zona.

6.2.2.6.4. Conclusiones sobre el Balance Hídrico del Poniente Almeriense

Una vez analizados los datos consultados, el resultado es que el balance hídrico para el riego en el Poniente almeriense tiene un déficit de aproximadamente unos 30 hm^3 $año^{-1}$. Una solución para equilibrar el balance hídrico sería disminuir el consumo (estimado en 6000-7000 m^3 ha^{-1}) o conseguir nuevas aportaciones. Lo recomendable sería mejorar la recarga de los acuíferos del campo de Dalías y optimizar el agua que almacena el embalse de Benínar, así como su reparto. Donde sí se podría incidir de manera directa es en las redes de riego y almacenamiento. Todas las comunidades de regantes están haciendo inversiones de mejora en la red de riegos, que consisten principalmente en sustituir las redes antiguas por nuevas, para eliminar las pérdidas, y poner contadores a los usuarios finales, de manera que estos paguen por el volumen de agua consumida, en lugar de pagar "por horas de riego", como es habitual. Por otro lado, existen ordenanzas municipales que obligan a los invernaderos a tener un sistema de recogida de pluviales para almacenarlos en las balsas y utilizar este agua para riego, siendo necesario un mayor control al respecto.

7. Un punto y seguido: Algunas Conclusiones Abiertas

El análisis de la "Huella Hídrica", desde una perspectiva económica y territorial, nos ha mostrado una realidad en la que el consumo de agua en el año 2008, de los hogares asciende a 2.544 hm^3, lo que representa el 67,3%. El consumo medio se sitúa en 157 litros por habitante y día, un 4,3% menos que el año anterior. Y es que, durante la mayor parte del siglo pasado, y en los prolegómenos del actual, en la política española en materia de agua ha primado un enfoque de oferta: su objetivo fundamental era incrementar los recursos hídricos disponibles, con independencia de su utilización posterior. Es decir, la política de aguas ha sido fundamentalmente una política de obras hidráulicas, construyéndose cientos de grandes embalses a lo largo de nuestra geografía, así como varios trasvases, siendo el Tajo-Segura el de mayor entidad. A nadie se le escapa que esta construcción masiva de obras hidráulicas –más de 1.000 grandes embalses–, acarreó tremendas consecuencias, tanto ambientales como sociales. Otra consecuencia de esta política de aumento constante de la oferta ha sido la baja eficiencia en la utilización del agua, con grandes pérdidas en las redes de distribución, tanto en la agricultura como en el abastecimiento urbano, así como el empleo mayoritario de técnicas de riego ineficientes. el sistema hídrico español resulta cada vez más insostenible desde el punto de vista ambiental. Bien es cierto que se ha hecho un esfuerzo importante por incrementar la eficiencia en la utilización del agua, tanto en la agricultura como en el abastecimiento urbano. Sin embargo, esos ahorros han sido invertidos en su práctica totalidad en abastecer nuevas demandas de ambos sectores.

Efectivamente, el sector agrario, y muy especialmente el inmobiliario, siguen incrementando sus demandas de agua, sobre todo en la costa mediterránea, donde es mayor la escasez. En muchos casos, el agua que se prevé obtener en modernizaciones de regadío que todavía no se han ejecutado, está siendo ya objeto de disputa por nuevos usuarios e incluso entre gobiernos autonómicos, como señala Santiago M. Barajas, 2007: "Reducción de los recursos hídricos", El Ecologista 55, invierno 2007/08. Esta reducción ha tenido lugar en todas las cuencas, aunque de forma desigual, siendo más drástica en la cuenca del Segura, próxima al 40%, y también en las del Guadiana, especialmente en su cabecera, Ebro y Cuencas Internas de Cataluña, que han perdido en tan sólo diez años del orden de una quinta parte de sus recursos. Y es que la "Huella Hídrica", como indicador, pone de maniefiesto que aunque no se conocen con certeza las causas de estas reducciones en las aportaciones de agua a los cauces, todo apunta a un cúmulo de motivos, entre los que se encuentra la cada vez mayor sobreexplotación de los acuíferos, que detrae agua de los cauces, y sobre todo el cambio climático, en especial la subida de las temperaturas, lo que a su vez incrementa la evaporación, reduciendo la escorrentía; es por esto por lo que, a pesar de la indudable mejora que se ha producido en la gestión del agua en los últimos años, nos encontramos con que las demandas siguen creciendo a la vez que los recursos hídricos se reducen, lo que nos conduce a una situación de cada vez mayor insostenibilidad, tanto ambiental, como social y económica. Es en este contexto, en el que llegamos a las conclusiones que a continuación pasamos a exponer.

Primera conclusión: Las variaciones en las condiciones climáticas actuales, produce cambios en el ciclo hidrológico y, en consecuencia, en la disponibilidad de los recursos hídricos. Por lo tanto, las dichas modificaciones en las condiciones climáticas pueden traducirse en variaciones en la escorrentía total anual. Por ejemplo, un aumento en la frecuencia de las sequías no sólo se traducirá en menos lluvias, sino también en el aumento de la evapotranspiración y por lo tanto en la reducción de la escorrentía. Ello obliga a tener ideadas medidas (capacidad de adaptación) que reduzcan el aumento de la vulnerabilidad ante la escasez de recursos hídricos provocada por la reducción de lluvias en el territorio español. Por otro lado, las precipitaciones se presentan los resultados más variados. Durante la primera mitad del siglo XXI no hay ninguna señal clara. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo, la precipitación media en la España peninsular podría disminuir entre un 15 y un 30 por ciento con respecto a los valores de 1961-1990. Además de aumentos de las temperaturas y la disminución de las lluvias, dos elementos climáticos sufrirán cambios importantes: las temperaturas extremas y las lluvias intensas. Estos datos indican, como se señaló anteriormente, la intensificación de las condiciones climáticas extremas en áreas costeras del este y sur de España con una pérdida de confort climático de efectos para la actividad turística (OECC, 2009). Los principales cambios en los elementos climáticos para las regiones españolas más sensibles al calentamiento planetario en el horizonte 2100.

Segunda conclusión: Mientras se consolida la nueva lógica territorial, en la que la importancia de cada ámbito se mide por su grado de articulación al espacio de redes, se desdibujan los rasgos del modelo anterior y ciertos territorios pierden su papel hegemónico, llegando a entrar a veces en decadencia, mientras otros, antes secundarios o marginales, se convierten en protagonistas (Caravaca, I. 1998). Ante este orden de cosas, no es de extrañar que, junto a las diversas interpretaciones de la lógica socioeconómica que ahora surge y a aquellas otras que pretenden hacer una lectura del territorio más adecuada a la misma, se hayan ido incorporando también a los análisis nuevas categorías de ámbitos que pueden ser considerados como espacios emergentes. Conceptos como los de *ciudades globales, regiones urbanas, medios innovadores, espacios de la innovación, regiones inteligentes, sistemas productivos locales, distritos industriales o ejes de desarrollo* se convierten en referente obligado, centrándose en ellos la atención de una buena parte de las investigaciones, ya se trate de estudios de carácter teórico o de análisis empíricos. Pierde así sentido, por ejemplo, la oposición urbano-industrial-progreso/rural-agrario-atraso, en favor de una organización del espacio mucho más compleja y de la redistribución en el mismo de las actividades y de las funciones. Procesos de difusión espacial de la industria provocan el deslizamiento de determinadas actividades hacia ámbitos periféricos, ya se trate de países subdesarrollados, regiones atrasadas, coronas metropolitanas, ciudades medias o incluso áreas rurales, pero, a su vez, tiene lugar una concentración creciente de las industrias asociadas a las nuevas tecnologías en los llamados *medios innovadores* y de las funciones de dirección, investigación, gestión y control en las *regiones urbanas*.

Tercera cocnclusión: En la comentada y citada en nuestro estudio, Directiva Marco del Agua (Comisión Europea, 2000) se puede considerar que las políticas de precios para lograr los objetivos medioambientales y de eficiencia económica han de basarse en los siguientes principios y proposiciones: a) La aplicación del principio de recuperación de los costes. Este principio no es aplicable de manera absoluta, ya que la propia DMA establece que los *Estados miembros podrán tener en cuenta los efectos sociales, medioambientales y económicos de la recuperación y las condiciones geográficas y climáticas de la región o regiones afectadas.* b) La aplicación de estructuras de tarificación incentivadoras del uso eficiente del agua y la eficacia ambiental. Uno de los grandes pilares de la política del agua derivada de la implantación de la DMA es introducir adecuados incentivos para el uso *eficiente* y contribuir al *cumplimiento de los objetivos ambientales.* En este sentido, el análisis de la demanda de agua, su elasticidad, los precios que reflejen la escasez del recurso y la disposición a pagar por parte de los usuarios cobran especial relevancia, sobre todo cuando se estudia la "Huella Hídrica" de un territorio, como el español. c) Evaluación de los costes ambientales y, procurar, una internalización de dichos costes en los precios aplicados a los distintos usuarios. Esto conlleva políticas de precios que internalicen las externalidades en las decisiones de los productores y consumidores y con ello se procure la sostenibilidad en el uso de los recursos. d) Aplicación del principio de *transparencia* y participación de los usuarios en la fijación de los precios. Proceso que debe contar con la información adecuada ya que a menudo estos servicios se prestan en régimen de monopolio y la participación de los usuarios/

consumidores para la elaboración y aceptación de una política de precios clara y adecuada a los objetivos pretendidos. e) Consideraciones de los aspectos sociales y su impacto en las políticas de precios del agua. Los objetivos sociales pueden integrarse en las políticas de tarificación y otras medidas complementarias para el cumplimiento de todos ellos. Sin embargo, las políticas sociales en este ámbito tienen un papel muy limitado. El nexo común de todos los principios postulados por los organismos internacionales se sintetizan en el cumplimiento de los principios de eficiencia y equidad. Eficiencia en la recaudación, el uso de los recursos hídricos y en la asignación. Equidad, como componente social de los precios de servicios básicos.

Cuarta conclusión: La oferta total de "Huella Hídrica" en el año 2008 fue de 103.797,42 hm^3. La tendencia alcista en la oferta del recurso hídrico (la oferta de "Huella Hídrica" aumentó en, casi, 10.000 hm3 entre 2001 y 2008) 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. Aunque, cabe destacar, que este incremento "sustancial" de oferta de "Huella Hídrica" respecto al año 2001 que fue de 92.667 hm^3 (Esteban Moratilla, F., 2010) ha sido homogéneo entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia principal de las condiciones climáticas de cada territorio (han sido años menos lluviosos, más secos), unido al crecimiento demográfico desigual, a los movimientos migratorios tanto inter como intrarregionales, a los cambios en los hábitos de consumo, al turismo creciente en zonas costeras, la mejora en las obras hidráulicas. Con todo ello, podemos observar claras disparidades en la oferta de "Huella Hídrica" entre las distintas Comunidades Autónomas, como consecuencia de las diferencias, climáticas, demográficas, sociales, políticas…

Quinta conclusión: En España, la tendencia de estos últimos años, ha sido la del incremento del consumo intensivo de bienes y servicios, como consecuencia primera del crecimiento económico del país y, por ende, de la mejora en la economía personal y familiar, lo que se ha traducido en un aumento progresivo de la demanda de "Huella Hídrica". Este aumento progresivo de la demanda del recurso hídrico en todas sus vertientes y componente, ha incidido positivamente en el aumento de la oferta de "Huella Hídrica" (aunque hay que tener en cuenta que el volumen de consumo no es lo único que determina la demanda de agua de las personas). Sin embargo, este aumento progresivo de la demanda de "Huella Hídrica" no siguió una tendencia tan alcista en el año 2008 como los años anteriores, como consecuencia directa de la crisis económica. A pesar de ser una crisis global, mundial y nacional, el impacto sobre la económica de los distintos agentes económicos (las familiar, individuos, productores, empresarios, agricultores…) fue distinto en las distintas Comunidades Autónomas y los sectores económicos; afectó más en el sector industrial (alimenticia), en la construcción y a los hogares. El mayor peso de la demanda de recurso hídrico recae fundamentalmente en el sector agrario (54%), seguido del sector industrial (27%) y, por último el sector servicios y doméstico (19%). Estas diferencias sustanciales recaen, fundamentalmente, en los flujos de agua virtual. La demanda de "Huella Hídrica" en cada sector está configurada por el consumo de "Huella Hídrica" en cada subsector. De igual modo, se incorporan al consumo las importaciones y exportaciones de "Huella Hídrica" en cada uno de los subsectores. De ahí que, amen del subsector de la construcción (cuyos bienes de consumo son inmóviles, mayoritariamente), la mayor parte de las divergencias entre la oferta y la demanda de "Huella Hídrica" provienen del comercio del Agua Virtual.

Sexta conclusión: la demanda de "Huella Hídrica" es ligeramente inferior al total de "Huella Hídrica" ofertada en España, con lo que podemos afirmar que, España es un país con excedente de "Huella Hídrica". La explicación a este exceso de oferta lo encontramos en que la tendencia de la oferta, ya descrita anteriormente, fue alcista como consecuencia de las expectativas de demanda creciente. Pero con la llegada de la crisis económica, que afectó en un inicio al Sector de la construcción, esto desplomó la demanda de "Huella Hídrica" en el Sector industrial y, por ende, se tradujo en una menor demanda total de "Huella Hídrica". De hecho, la oferta inicial de "Huella Hídrica" en el sector de la construcción fue de 2063,45 hm^3, mientras que su demanda fue de 2.050,57 hm^3. Esto supuso una perdida económica muy importante pero, sobre todo, supuso una pérdida del recurso hídrico, generando así desajustes entre la oferta y la demanda. Se nos muestra cómo, a excepción del sector agrario –su demanda de "Huella Hídrica" es muy superior a su oferta, los sectores industriales y servicios, presentaron una demanda de "Huella Hídrica" algo inferior a la oferta de la misma.

Séptima conclusión: España es un país que demanda grandes cantidades de agua en el sector agrario. Se trata de un sector deficitario en el recurso hídrico puesto que demanda mucha más agua de

la que oferta. El consumo total de "Huella Hídrica" fue de 32.128,75 hm^3 en el año 2008, lo que confiere un peso relativo muy importante, en éste como en el resto de los subsectores (agricultura, silvicultura, ganadería y pesca). Mientras que la oferta de "Huella Hídrica" fue de 47.500 hm^3. Esto es consecuencia de que las condiciones climáticas fueron adversas puesto que se redujeron considerablemente las precipitaciones –siguiendo la tendencia de los últimos años–, con lo que el consumo de Agua Verde disminuyó. Pero el consumo de Agua Azul se incrementó, y eso es lo que nos muestra ese incremento porcentual del 10% en la demanda de "Huella Hídrica" en el sector agrario. El exceso de "Huella Hídrica" en el sector agrario proviene fundamentalmente de las grandes cantidades de "Huella Hídrica" que se importan en nuestro país, en el sector agrario.

En cuanto al sector industrial, podemos afirmar que España es un país netamente consumidor e importador de bienes industriales. El peso del consumo respecto del total de "Huella Hídrica" del sector industrial y de la construcción es del 112% (27.868,85 hm^3) mientras que sus importaciones representan el 40% (9.778,84 hm^3) y sus exportaciones el 28% (7.899,93 hm^3). El sector de la construcción era el centro principal de demanda de "Huella Hídrica": son bienes puramente de consumo, por lo que su valor de exportación e importación es relativamente bajo (vinculado fundamentalmente a ciertos activos de construcción y a la compraventa de viviendas nacionales a extranjeros y viceversa), ya que nos encontramos ante bienes inmóviles. El peso del sector industrial y de la construcción se ha ido incrementando progresivamente a lo largo de los últimos años: en el sector de la construcción este aumento ha sido una consecuencia del "boom inmobiliario" que ha tenido lugar en nuestro país, in embargo, dicho incremento fue muy inferior al del año 2007 puesto que la crisis económica ha afectado directamente a este sector.

En el sector servicios, el mayor peso recae fundamentalmente en el subsector doméstico y en el subsector de la hostelería vs. turismo. El crecimiento poblacional en los núcleos urbanos, los procesos migratorios recientes y el peso que tiene el turismo en nuestro país, hacen que la demanda de "Huella Hídrica" fuese creciente en el año 2008, respecto a años anteriores.

Octava conclusión: El análisis coste-beneficio tiene su origen en la necesidad de evaluar en nuestro estudio, el peso global de la escasez del recurso "agua" como fuente principal de subsistencia y de desarrollo. Cuenta con un sustento teórico muy sólido, constituido por la teoría económica del bienestar (*Welfare Economics*); de ésta se deriva como uno de los más usados, el criterio de óptimo de Pareto. En este sentido, con el análisis coste-beneficio, lo que se pretende es ver en que medida el impacto, en términos monetarios, de hacer frente a una demanda creciente de "Huella Hídrica", atendiendo a cuestiones de escasez de agua, incide de la manera más homogénea posible sobre el conjunto de los agentes económicos y, por ende, sobre la sociedad. Crea deseconomías de escala y Rendimientos a escala; esto repercute en la sociedad, generando ciertos desequilibrios, sobre todo en términos de poder adquisitivo. La clara dependencia del Sector Agrario del exterior (importa más de lo que produce o exporta), respecto a la producción de bienes de "Huella Hídrica", hace que sea un sector dependiente de los subsidios estatales y de la Unión Europea y, por tanto, muy vulnerable ante los cambios políticos y económicos. En caso de que desaparezcan las ayudas, el peso de la producción de bienes agrarios caerá drásticamente, lo que repercutirá sobre el consumo de la población. España es un país de contrastes climáticos, edáficos y de relieve, lo que genera disparidades entre los distintos territorios influyendo, en muchos casos, negativamente en la productividad del sector agrario. Con lo que repercute sobre el empleo y, por ende, sobre la renta del sector disminuyéndolos.

Novena conclusión: El incremento de la producción industrial puede incrementar la contaminación del recurso hídrico, del aire o del medio, incidiendo negativamente sobre la salud de la población. De igual modo, un aumento de agua gris incrementará los precios de los bienes y servicios industriales, repercutiendo sobre el precio final que pagan los consumidores. De este modo se corre el peligro de la aparición de bienes sustitutivos más baratos que hagan frente a la demanda de los consumidores, aumentando la competencia y, con ello, las explotaciones.De igual modo, el transporte de bienes y servicios industriales por carretera se ha incrementado sustancialmente a los largo de estos años en España, lo que produce contaminación acústica. Esto genera una presión sobre el servicio sanitario por la repercusión negativa que tiene sobre la salud humana. Por otro lado, la especulación en el sector de la construcción antes, durante y después de la "crisis del ladrillo" en España, incrementó sustancialmente, no sólo la demanda, uso y empleo del recurso hídrico (sobreexplotándolo e incrementando sus costes de reposición y abastecimiento) sino que repercutió sobre los precios de dichos bienes inmuebles, so-

bredimensionando su coste real, con lo que se ha generado una crisis financiera familiar insostenible. Junto a esto en otros sectores o subsectores económicos, como el turismo ejerce una presión muy grande sobre el territorio español. Esto hace que las demandas de recursos hídricos se disparen, sobre todo en épocas estacionales, con lo que la demanda de "Huella Hídrica" tiende a aumentar y, por ende, su oferta. En el uso doméstico, la demanda de "Huella Hídrica" muestra una tendencia alcista. Con lo que la dependencia familiar y del sector servicios de estos bienes y servicios ha sido creciente en los últimos años. Esto ha repercutido negativamente sobre el consumo de las familias puesto que, al aumentar la demanda, se han incrementado los precios de consumo en más de un 2% al año (todo ello camuflado bajo el nombre de "campañas de concienciación" para la conservación de dicho bien).

Décima conclusión: Respecto de los coste-feneficios y los costes de oportunidad decir que, la inversión en la mejora de la captación y explotación del recurso hídrico, mediante el uso de una tecnología más productiva y eficaz, tales como las técnicas de cultivo bajo plástico, el regadío por goteo y aspersión, evitando desperdiciar el agua verde y azul, han incrementado la productividad de ciertos cultivos en algunas regiones españolas. Esto permite, no sólo hacer frente a la demanda nacional de bienes agrarios sino que también permiten hacer frente a la demanda exterior de dichos bienes, ejerciendo un mayor peso sobre el PIB nacional y sobre la renta de la población (tanto en el sector agrario como en el industrial y el doméstico). Han reducido (aunque no eliminado, ya que España continúa siendo un país muy dependiente de "Huella Hídrica" agraria externa) la dependencia de nuestro país, de los bienes agrarios exteriores.

Las mejoras tecnológicas junto con la apertura al mercado exterior y las mejoras en la economía española han permitido la aparición de "denominaciones de origen" de ciertos bienes (entre ellos el agua, el vino, los quesos o el jamón). Con lo que ha producido un aumento de la riqueza real del país. Los procesos de repoblación no sólo han favorecido a la producción silvícola, sino que han permitido la continuación mejorada del ciclo hidrológico. Con el fin de reducir el consumo industrial real (en términos de VAB) del recurso hídrico, se ha fomentado la inversión en I+D+i. Este aumento en la inversión en Investigación, ha supuesto un reclamo de conocimiento y de riqueza cultural de la sociedad, con lo que la producción de estos bienes y servicios necesitan de una mano de obra cualificada. Esta cualificación supone un crecimiento real de la población, lo que debería traducirse en su nivel económico. A pesar de que la presión sobre el territorio de estas industrias es muy grande y que el crecimiento de las construcciones de zonas residenciales ha sido desmesurado, esto ha supuesto un mayor dinamismo de la población (no sólo han mejorado las comunicaciones, la alimentación y el desarrollo tecnológico) abriendo las puertas de España, (y con ello me refiero a su población) aún más hacia el exterior.

De igual modo, la tarificación ha permitido el control del consumo de "Huella Hídrica" evitando la sobreexplotación de ciertas dotaciones, favoreciendo un uso racional de agua verde y azul. Con lo que la presión sobre el medio es menor e incide sobre la población mediante una dotación óptima tanto en cantidad como en calidad. El aumento de la demanda de "Huella Hídrica", proveniente del turismo y el reclamo hostelero, ha favorecido la mejora en la equidad (tanto horizontal como vertical) del reparto del recurso hídrico y de las mejoras en la calidad y bienestar de la población española. Por otro lado, las inversiones en depuración han permitido el uso continuado del agua gris, cada vez mayor en los grandes núcleos urbanos y periurbanos, disminuyendo así la carga sobre el agua azul y verde, y mejorando la calidad de vida de la población urbana fundamentalmente, por la reutilización de dicha agua gris, en el regado de parques, jardines, campos de golf, centros hoteleros…

Décimo primera conclusión: Los coste-beneficios ambientales nos muestran La creciente falta de autosuficiencia en el sector agrario, como es el caso de España, no sólo conlleva costes económicos vinculados a la necesidad de importación de dichos bienes, sino que también repercute negativamente en la sobreexplotación de los recursos hídricos nacional (de agua azul y verde). La falta de control de algunas prácticas agrícolas, sobre todo vinculadas a explotaciones familiares minifundistas, supone un aumento de la carga de explotación y captación de recursos hídricos de los acuíferos, disminuyendo los niveles freáticos. De igual modo, estas malas praxis de explotación generan un incremento sustancial de las aguas grises que, al no estar reguladas, acaban introduciéndose en la cadena trófica (a partir de la absorción de las plantas de dicho agua contaminada) y mezclándose con aguas de calidad al ser arrastradas hacia mares, ríos, lagos, o con aguas subterráneas por medio de la filtración. En el sector pesquero, el coste de la producción de bienes y servicios de "Huella Hídrica" recae, fundamentalmente,

sobre la contaminación de los mares porque se vierten aguas grises al mar, por la sobreexplotación de caladeros (en el caso de España, la regulación de la Unión Europea pone límites al número de capturas, pero la pesca furtiva hace mella en los caladeros) y por la cantidad de petróleo quemado que acaba entrando en la cadena trófica, generando así no sólo costes ambientales sino que también social. La fuerte dependencia del sector primario de las importaciones de bienes y servicios agrarios (agrarios, ganaderos, pesqueros y silvícolas) ha generado externalidades negativas en algunos de los países de los que se importan las materias primas, degradando, contaminando y generando pobreza.

Por otra parte, a lo largo de la presente investigación se observa que la mejora en la tecnología y el aumento de las ya mencionadas inversiones en I+D+i, han favorecido un aumento sustancial del número total de industrias en nuestro país. Esto, lejos de disminuir las emisiones de gases contaminantes, han producido un incremento de las mimas, junto con un aumento de los costes ambientales producidos por la contaminación acústica y visual de las mismas, deteriorando el territorio y sus paisajes. De igual modo, el crecimiento paulatino de las construcciones de nuevas viviendas (en muchos casos contra la normativa legal vigente) han supuesto una presión real sobre el medio, depreciando terrenos y minusvalorando paisajes de alto valor.

En cuanto al aumento potencial de la demanda de "Huella Hídrica" en el sector doméstico, ha producido en España numerosas externalidades negativas, como la sobreexplotación de recursos hídricos (en los embalses), la depuración de cuantiosas masas de agua que han incrementado porcentualmente, el volumen total de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (lo que ha supuesto un coste adicional en servicios sanitarios), o han fomentado la aparición de un "ciclo de contaminación en cadena" en la que todo el agua gris generada en una determinada área urbana repercute en los demás sectores económicos. Parte de esa agua gris, es absorbida por el subsuelo, contaminando las aguas subterráneas que llegan hasta los cultivos y pastos cercanos, entrando así en la cadena trófica. De igual modo ha ocurrido y ocurre con el turismo, no sólo de sol y playa, sino que también con el turismo cultural, urbano y rural.

Décimo segunda conclusión: la explotación de los recursos hídricos, supone una regeneración constante del ciclo hidrológico. Con los aumentos progresivos de bienes y servicios de "Huella Hídrica" agrarios se ha fomentado la concienciación social por la protección ambiental del medio, con lo que las medidas llevada a cabo por el gobierno nacional y de la Unión Europea ha favorecido la conservación de reservas de agua marina, de los caladeros, de los pastos y cultivos,… generando así un control real (aunque limitado, como hemos visto) de las extracciones, captaciones, usos y vertidos, de una determinada explotación. De igual modo ha ocurrido y ocurre en los otros dos sectores económicos, secundario y terciario. La concienciación por la escasez del recurso hídrico y por la protección del Medio Ambiente, ha supuesto también la limpieza de ríos, lagos, embalses, prados, campos y ciudades.

Décimo tercera conclusión: en la fijación de los precios, la regla de eficiencia en la asignación de recursos por parte del mercado nos indica que será más eficiente cuanto menor sea la dispersión de precios y mayor elasticidad presenten. De esta forma aquellas estructuras de tarifas del agua que determinan la fijación de niveles de precios sobre la base de los costes marginales, pretenden conseguir el uso óptimo de la capacidad existente, y sólo cuando esa capacidad se supere, se justifica la inversión adicional. En estos casos, entonces, se consigue la utilización más eficiente de la capacidad de producción y la racionalización de las inversiones. A la hora de determinar el nivel de los precios conforme al criterio del coste marginal, hay que tener presente que cuando la industria del agua produce con exceso de capacidad, los costes marginales a largo plazo coincide con los costes marginales a corto plazo, siempre que no entremos en situación de congestión. De esta manera, en el análisis se puede obviar el condicionante de nuevas inversiones para incrementar esta capacidad de producción.

Desde una perspectiva territorial la vinculación existente entre la oferta y la demanda de agua y la cuantificación de esta a través de los precios de la "Huella Hídrica" en el territorio español, suscita gran interés y conflictos tanto políticos como poblacionales. Una de las principales causas de esta problemática recae en la, ya mencionada, escasez de un recursos intensivamente demandado, ya que el agua es demandada no sólo como bien primario para el consumo doméstico-personal sino que tiene presencia en la mayor parte de las actividades económicas (en las cadenas de producción). Con lo que en los últimos años ha ido tomando más fuerza la idea de que la gestión del agua debe plantearse en el marco de una estrategia territorial de referencia (en el caso español se encuadra dentro de las Confederaciones

Hidrográficas) que sirva como instrumento de planificación, política territorial y permita la formulación de estrategias explícitas de disponibilidad, demanda y utilización del agua en cada región.

Décimo cuarta conclusión: La problemática inherente en los momentos actuales, a las aguas azules, verdes y grises de las Demarcaciones Hidrográficas españolas, totalizando para el año 2005 la "Huella Hídrica" "estándar" los 106.059,5 hm^3, con una "Huella Hídrica" "estándar" por habitante y año de 2.412 m^3. Esto se traduce en una "Huella Hídrica" "adaptada" de 72.693,4 hm^3, y en una "Huella Hídrica" "adaptada" por habitante y año de 1.653,3 hm^3. 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".

Conclusión décimoquinta: Al análizar e interpretar la "Huella Hídrica" de nuestro país, desde una perspectiva autonómica, podemos afirmar que las Comunidades Autónomcas de Madrid, Cataluña, Comunidad valenciana y Andalucía, presentan Huellas Hídricas muy superiores a los 10.000 hm^3 mientras que el resto de Comunidades están por debajo de dichos límites, oscilando entre los 1.000 hm^3 y los 10.000 hm^3. El caso concreto de la Rioja es llamativo puesto que es una de las Comunidades con menores niveles de "Huella Hídrica", inferiores a los 1.000 hm3: Junto a ella encontramos 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.

Las variaciones en la "Huella Hídrica", desde una perspectiva territorial, nos muestra una notable diferencia entre los grandes núcleos urbanos, la zona costera mediterránea, y el interior de Castilla y León o Castilla-La mancha, entre otras. Sin lugar a dudas, va a ser la intensificación de las demandas urbano-turísticas producida durante la segunda mitad del siglo XX, una de las causas fundamentales que han incidido en el incremento de la vulnerabilidad de muchos sistemas de abastecimiento frente a las secuencias largas de sequía. Tras el fuerte incremento del consumo de agua potable sub¬yace 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.

De forma concreta, la "Huella Hídrica" de La Comunidad e Madrid parece organizarse en cinturones irregulares, que decrecen a medida que nos alejamos de la ciudad central hasta sus extremos Norte, Sudoeste y Sudeste, con algunas excepciones como es la del Municipio de Aranjuez, donde dicho sea de paso, tiene un consumo facturado, solo ligeramente superior a la media de la Comunidad. Cinturones que se deforman según el componente Noroeste, esto es hacia la Corona Metropolitana Oeste y Sierra Central.

Décimosexta conclusión: En el caso de la agricultura del poniente almeriense, los resultados obtenidos son una aproximación a la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Debido a la ausencia de datos a nivel municipal, principalmente relacionados con la importación y la exportación de los productos hortícolas, los resultados obtenidos son, en cierta manera, relativos en el consumo per cápita de estos productos y el consumo de fitosanitarios. Para mejorar la calidad de los resultados de la "Huella Hídrica" de la agricultura intensiva del Poniente Almeriense, es necesario que se generen nuevos y más datos precisos, en especial datos de exportación e importación de productos agrarios a nivel municipal.

Los resultados de este estudio muestra cómo el contenido en agua virtual de cada cultivo presenta unos resultados obtenidos en función de dos métodos anteriormente descritos; dentro del primer método en función del sistema de cultivo, presentan variaciones significativas en algunos de los cultivos (pepino, calabacín y judía verde). La mayor diferencia se observó en la judía verde, donde el valor de V en función del segundo método es aproximadamente cuatro veces superior a los obtenidos en función del primer método. Los valores en función del primer método en sustrato y del segundo método presentan mayores similitudes entre sí. Las diferencias en los resultados obedecen a las consideraciones metodológicas de cada procedimiento de cálculo.

8. Bibliografía

ACA (2006). Análisis Económico del uso del agua en Cataluña para la implementación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE).

ACUAMED. 2006. Informe de viabilidad de la actuación 1.2.a. Actuaciones complementarias de reutilización de aguas residuales en el campo de Dalías (Almería) (según lo contemplado en la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional).

ACUAMED. Informe de viabilidad de la actuación 1.1.a. Desalación y obras complementarias para el campo de Dalías (Almería) (según lo contemplado en la Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional).

ACUAMED. 2006. Informe anual 2009. Acuamed, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

AGENCIA CATALANA DEL AGUA (2010): Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña, ACA, Barcelona.

AGENCIA VASCA DEL AGUA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de las Cuencas Internas del País Vasco (Memoria), URA, Vitoria-Gasteiz.

AGNEW, J. (1991). "Les lieux contre la sociologie politique". Lévy, J. (ed.) Géographies du politique. Paris: Presses de la fondation nationale des sciences politiques: 145-160.

AGUAS DE GALICIA (2010): Informe de Sotenibilidad Ambiental (I.S.A) Memoria, XUNTA DE GALICIA, Santiago.

ALAMEDDINE, I. AND EL-FADEL, M. (2007). 'Brine discharge from desalination plants: a modeling approach to an optimized outfall design', Desalination 214 (2007), p. 241-260.

ALDAYA, M.M. (2007). How strategically important is green water in international crop trade. Dissertation for MSc in Environmental Policy and Regulation. London School of Economics.

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.

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

ALDAYA, M. y LLAMAS, M. R. (2008). "Water Footprint analysis for the Guadiana Basin", en Papeles de Agua Verde, Núm. 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. M., GARRIDO, A., LLAMAS, M.R., VARELA-ORTEGA, C., NOVO, P. AND RODRÍGUEZ, R. (2009). "Chapter 6 - Water footprint and Virtual Water Trade in Spain" in GARRIDO, A. AND LLAMAS, M. R. (edits) (2009) "Water Policy in Spain" CRC PRESS, 246 pp., ISBN-10: 0415554114., pp. 49-59.

ALDAYA, M. M., MARTÍNEZ-SANTOS, P & LLAMAS, M. R. (2009). "Incorporating the Water Footprint and Virtual Water into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain", *Water Resources Management, Springer,* pubished on line 15 July, 2009.

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.

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. (1998). Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits. Ground Water 36, 545-546.

ALLAN, J.A. (2003). Virtual water eliminates water wars? A case study from the Middle East. In: A.Y. Hoekstra (Editor), Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade of Water Research Series, No.12. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

ALLAN, A. (2003): «Virtual Water- the water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor? *Water International.* Vol. 28, No. 1, pp. 4-11.

ALLAN, J.A. (2003). Virtual water eliminates water wars? A case study from the Middle East. En: A.Y. Hoekstra (ed.), Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Water Research Series, No.12. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

ALLAN, A. (en prensa a): «Virtual Water, Part of an invisible synergy that ameliorates water scarcity» in Water Crisis: Myth or Reality? (Rogers, Llamas and Martinez, edts.). Balkema Publishers, preprint, 20 pp.

ALLAN, A. (en prensa b): «Rural economic transitions: groundwater uses in the Middle East and its environment consequences, chapter for the book "The agricultural Groundwater Revolution 2005"», IWMI-TATA Workshop. Preprint 19 pages.

ALLEN, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper, 56.FAO, Rome. 300 p.

ALTER, N. (2000). L'innovation ordinaire. Paris: PUF.

ALVAR GONZÁLEZ, R. et al. (2000). "Principado de Asturias" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 119-142.

AINZ, Mª,J. et al. (2000). "País Vasco" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 605-640.

AMIN, A. (2005). "Local community on trial". Economy and Society (À paraître).

AROCENA, J. (2001). El desarrollo local: un desafío contemporáneo. Montevideo: Taurus.

AOA (2009). Assessment of Assessments. http://www. unga-regular-process.org/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1 (accessed 9 March 2010).

ARBUÉS, F., M. A. García-Valiñas y R. Martínez-Espiñeira (2003), "Estimation of residential water demand: a state of the art review", *The Journal of Socio Economics,* 32 (1): 81-102.

ARMAS, P. et al. (2000). "Galicia" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 461-488.

ARNÁEZ, J. et al. (2000). "La Rioja" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 647-671.

ARREGUÍN-CORTÉS, F.I. (1991). Uso eficiente del agua. Ingeniería hidráulica en México, 6(2): 9-22.

ARROYO ILERA, F., CAMARERO BULLÓN, C., y C. Vázquez Varela. (1997). Análisis de los problemas medioambientales. En Sociedad u Medio Ambiente. Ballesterios y Pérez Adán Eds. Trotta. Madrid.

ARROYO, J. A. (2004): "Experiencia Internacional en la Gestión del Agua: Tejas" en El agua: Nuevas Fronteras. Nuevas Visones (Bru y Pedauyé, edts.) Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, Resumen, pp. 29-32.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO (1997): "Actualización Manual para la Confección de Estudios de Tarifas en los Servicios de Abastecimiento de Agua". Madrid.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO (1999): "Manual para la Confección de Estudios de Tarifas de Saneamiento de Agua". Madrid.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO (2004): "VIII Encuesta Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2002". Madrid.

AUGAS DE GALICIA (2005): "Informe relativo a los Artículos 5 y 6 de la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE". Santiago de Compostela.

AYALA-CARCEDO, F. J. (2000) "La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población", en Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 30 (monográfico sobre "Riesgos Naturales"), Madrid, Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 37-49.

AYALA-CARCEDO, F. J. (2002) "El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos. Un análisis del caso español y sus alternativas", en Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 33, Madrid, Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 79-92.

AYALA-CARCEDO, F. J. y OLCINA CANTOS, J. (coords.) (2002) Riesgos Naturales. Barcelona, Editorial Ariel. Col. Ciencia, 1.512 p.

AWWA and IWA (2010). Climate Change and Water – International perspectives on Mitigation and Adaptation. American Water Works Association (ISBN: 9781583217306) and IWA Publishing (ISBN: 1843393042).

AYDALOT, P. (ed.) (1986). Milieux innovateurs en Europe. Paris: Groupe de recherche européen sur les milieux innovateurs (GREMI).

AYUNTAMIENTO DE EL EJIDO. (2003). Plan de higiene rural. Área de Agricultura y Medio Ambiente. Disponible en: http://www.borealisgroup.com/about/corporate-citizenship/global-challenges/water-and-sanitation/water-footprint/

AZQUETA IOYARZUM, D.1997. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill. Madrid.

BARCELÓ, D. y LÓPEZ DE ALDA, M.J. (2008). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. Fundación Nueva Cultura del Agua. Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.

BARREDO, J.I., 2007. 'Major Flood Disasters in Europe: 1950–2005', Natural Hazards, 42, 125-148.

BARRIENTOS, G. et al. (2000). "Extremadura" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 431-459.

BARTENSTEIN, M., HOSTASCH, E. AND PRAMMER, B., (1999). Austrian National Environmental Health Action Plan.
http://www.imed.ac.at/sozialmedizin/documents/applications/environment_health/praeventin/nehap/nehap-austria-english.pdf

BASSOLS COMA, M. (2003) La Ordenación del Territorio en la Directiva Marco Comunitaria del Agua. En Aplicación en España de la Directiva Europea Marco de Aguas, ECOIURIS, Madrid, 33-65.

BECCATINI, G. (1992). "Le district marshallien: une notion socio-économique". Benko, G. y A. Lipietz (eds.), Les Régions qui gangent. Districts et réseaux: les nouveaux paradigmas de la géographie économique. Paris, PUF: 35-55.

BECK, U. (2002) La sociedad del riego global. Madrid, Edit. Siglo XXI.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (2008); Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

BENABENT FDEZ. DE CÓRDOBA, M. (2007) Los planes de ordenación del territorio en España. De la instrumentación a la gestión. En V Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, FUNDICOT, Málaga.

BENAYOUM, R. J., de MONTGOLFIER, J. T., TERGNY, J., y O. LARITCHEV. (1971). Linear Programming with Multiple Objective Fucntions: Step Method (STEM). Mathematical Programming, vol 1, 366-375.

BOISIER, S. (1990). Territorio, Estado y sociedad. Valparaíso: Pehuén.

BOREALIS GROUP. 2009. Water Footprint BANCO MUNDIAL. (2011). GNI per capita, Atlas method (current US$). Consultado en junio de 2011.

BORJA, J. y M. CASTELLS (1997). Local & global: Management of cities in the information age. London: Earthscan Publications.

BORJA, J. y M. CASTELLS (1997). Local & global: Management of cities in the information age. London: Earthscan Publications.

BÖS, D. (1994) Pricing and Price Regulation, North Holland, Amsterdam: Elsevier Science.

BOOTH, P. y B. JOUVE (dirs). (2005). Metropolitan democraties. Transformations of the State and urban policy in Canada, France and Great Britain. Hampshire: Ashgate.

BOOTH, P. y B. JOUVE (dirs). (2005). Metropolitan democraties. Transformations of the State and urban policy in Canada, France and Great Britain. Hampshire: Ashgate.

BRICHIERI-COLOMBI, J. S. (2004): «Hydrocentricity: A limited Approach to achieving food and water Security», Water International, Vol. 29, N0. 3, pp. 318-328.

BROUWER C., HEIBLOEM Y. (1986). Irrigation water needs; Irrigation Water Management. Training Manual no 3. FAO, Rome. 62 p.

BROUWER, R. (2004): "The concept of environmental and resource cost. Lessons learned from ECO2". In Brouwer, R. y P. Strosser (eds.), Environmental and Resource Cost and the Water Framework Directive. An overview of European practices. RIZA Working Paper 2004. 112x. Amsterdam, Holland.

BRUNDTLAND H G (1987). "Our Common Future": report.

BURTON, I, R. KATES and G. WHITE (1978, 1993): The Environment as hazard. New York, Oxford University Press.

BULSINK, F., HOEKSTRA, A.Y. AND BOOIJ, M.J. (2009) The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products, Value of Water Research Report Series No. 37, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report37-WaterFootprint-Indonesia.pdf.

CABILDO DE TENERIFE. (2009). Plan territorial especial de ordenación de residuos de Tenerife.

CABRERA, E (2009). "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.

CABRERA, A.M., MARZO, B., UCLÉS, D., MOLINA, J., GÁZQUEZ, J.C., GARCÍA, R. (2010). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería - Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar. Informes y Monografías 28.

CACI ANALYST. (2003). Situation with malaria remains serious in Kyrgyzstan. http://www.cacianalyst.org/?q=node/1501 21/01/10.

CADAHÍA, C. (1995). Fertilización. En: El cultivo del tomate. Ed. Mundi Prensa, Madrid.

CADENAS TORTOSA, F., GONZÁLEZ VARGAS, J., HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, M. (2003). El cultivo protegido del tomate. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 483-539.

CAIB (2010): Memoria del Borrador del Plan Hidrológico de las Islas Baleares, Govern de les Illes Balears, Palma.

CALELLO, T. F. Fritzche, A. Quintar y M. Vio (2004). "Redes y nuevas tecnologías de información y comunicación en las asambleas vecinales de Buenos Aires". Economía Sociedad Territorio, 4, 16: 609-633.

CALLON, M. (1989). Innovation et ressources locales. Paris: PUF.

CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (2001) Sociedades y Territorios en riesgo. Barcelona, Ediciones del Serbal.

CÁMARA DE COMERCIO DE ALMERÍA. (2008). Almería en Cifras 2008. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Almería.

CAMACHO-FERRE, F. (2003). El cultivo de la sandía invernada. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 651-690.

CANTÓN, J.M., GALERA, I., MARTÍNEZ, A. (2003). El cultivo protegido del melón. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 591-649.

CAPEL, H. (1981). Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea. Una introducción a la geografía. Barcelona: Barcanova.

CARA RODRÍGUEZ,G; RIVERA MENÉNDEZ, J. (1998). Residuos en la agricultura intensiva. El caso de Almería. Encuentro medioambiental almeriense.

CARVALHO MENDES, AMÉRICO M. S. (2000). Fundamentos de Microeconomía. Volume I. Fundamentos filosóficos e instiutucionais. Universidad Católica Portuguesa. Oporto.

CASTILLO, E., GUTIÉRREZ, J.M., HAIDI, A.S. (1998). Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. Academia Española de Ingeniería. Madrid.

CASTILLO, J.M. et al. (2000). "Andalucía" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 29-72.

CEC, (2009). River basin management in a changing climate. WFD CIS Guidance document No. 24. http:// circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/ framework_directive/guidance_documents/management_finalpdf/_EN_1.0_&a=d.

CÉSPEDES, A. J., GARCÍA GARCÍA, M. C., PÉREZ PARRA, J.J., CUADRADO GÓMEZ, I. M. (2009). Caracterización de la explotación hortícola protegida de Almería. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Huércal de Almería.

CHANDRA, C., KUMAR, S., SMIRNOV, A.V. (2002). e-Management of Supply Chain: General Models Taxonomy. Human Systems Management. 21(2): 95-113.

CHAPAGAIN, A.K. AND HOEKSTRA A.Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Series No. 13. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

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, www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf.

CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y., AND SAVENIJE, H.H.G. (2006A) Water saving through international trade of agricultural products, Hydrology and Earth System Sciences 10(3): 455-468.

CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y., SAVENIJE, H.H.G. AND GAUTAM, R. (2006B) The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries, Ecological Economics 60(1): 186-203.

CHAPAGAIN, A.K., AND HOEKSTRA, A.Y. (2007) The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands, Ecological Economics 64(1): 109-118.

CHAPAGAIN, A.K. AND HOEKSTRA, A.Y. (2008) The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products, Water International 33(1): 19-32.

CHAPAGAIN, A. K. AND S. ORR (2008) UK Water Footprint: The impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources, WWF-UK, Godalming, UK.

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.

CHCANTÁBRICO (2011): Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de Cuenca. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (Memoria), CHCANTÁBRICO, Oviedo.

CHCANTÁBRICO (2011): Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de Cuenca. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (Memoria), CHCANTÁBRICO, Oviedo.

CHDUERO (2010): Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. Propuesta de proyecto de plan hidrológico de cuenca (Memoria). MARM, CHDUERO, Valladolid.

CHEBRO (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro. Documento Resumen (versión 2.02). MARM, CHEBRO, Zaragoza.

CHENEY, D AND DEWEY, B., (2005). Shellfish and Climate Change: Ecological and Economic Effects. Washington State Climate conference.

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

CHGUADINA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Guadiana, parte española de la Demarcación Hidrográfica (Memoria), MARM, CHGUADIANA, Badajoz.

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

CHMIÑO-SIL (2010): Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (Memoria), CHMIÑO-SIL, Ourense.

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

CHTAJO (2010): Esquema de Temas Importantes. Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, MARM, CHTAJO, Madrid.

CLARK, C. (1976). Mathematical Bioeconomics: The optimal Management of Renewable Resources. Wiley- Interscience, New York.

CLARK, G.M., MUELLER, D.K., MAST, M.A. (2000) Nutrient concentrations and yields in undeveloped stream basins of the United States, Journal of the American Water Resources Association 36(4): 849-860.

CLIFFORDE, I.T., CRABTREE, R.W. AND ANDREWS, H.O., (2006). 10 Years experience of CSO Management in the United Kingdom. WEFTEC.06, Water Environment Foundation. .. http://www.environmental-expert.com/Files%5C5306%5Carticles%5C11729%5C295.pdf

COLLAZOS, G., M. PULIDO VELÁZQUEZ Y J. ANDREU (2004): "Metodologías y herramientas para el análisis económico de sistemas de recursos hídricos. Aplicación a la DMA". IV Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua. Tortosa (España), 8-12 Dic. 2004.

COM (2010). Technical Guidance Document for deriving Environmental Quality Standards. Report from Water Framework Directive Common Implementation Strategy Working Group E, Draft version 5.0.

COMISIÓN EUROPEA (2000) La UE apuesta por el agua limpia. Dirección General de Medio Ambiente, Luxemburgo, 14 p.

COMUNIDAD DE MADRID (2008). "La alimentación en la Comunidad e Madrid". Documentos Técnicos de Salud Pública nº 115.

COMUNIDAD DE MADRID (2001). Instituto de Estadística, Estadísticas Almudena.

COMUNIDAD DE MADRID (2005). Instituto de Estadística, Estadísticas Almudena.

COMUNIDAD DE MADRID (2008). Instituto de Estadística, Estadísticas Almudena.

COMUNIDAD DE MADRID (2010). Instituto de Estadística, Estadísticas Almudena.

COMUNIDAD DE REGANTES SOL Y ARENA. (2011). Consulta y datos estadísticos.

COMUNIDAD DE REGANTES SOLPONIENTE. (2011). Consulta y datos estadísticos.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO (2005): "Informe Resumen de los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2002): "Trabajos de apoyo para el Estudio Pormenorizado de los Cánones de Regulación y Tarifas de Utilización de Agua en la Cuenca del Ebro (2001-PH-28-J)". Zaragoza.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2005a): "Costes del Agua de Uso Agrario en la Cuenca del Ebro". Zaragoza.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2005b): "Implantación de la Directiva Marco del Agua. Caracterización de la Cuenca y Registro de Zonas Protegidas". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR (2005): "Informe Resumen de los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA (2005): Fichas resumen del Informe de los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR (2005): "Informe para la Comisión Europea sobre los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL NORTE (2005): "Informe Resumen de los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA (2005): "Informe de los Artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SUR – CHS. (2001). Plan de Ordenación del Campo de Dalías. Almería.

CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Memoria de la Demarcación Guadalete-Barbate, Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Memoria de la Demarcación Tinto-Odiel y Piedras, Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Memoria), Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE EL HIERRO (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica del El Hierro (Documento Previo), Consejo Insular de Aguas de El Hierro, El Hierro.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE FUERTEVENTURA (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura, Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura, Fuerteventura.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE GRAN CANARIAS (2009): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica de Gran Canarias, Consejo Insular de Aguas de Gran Canarias, Las Palmas de Gran Canarias.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA GOMERA (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica del La Gomera (Documento Previo), Consejo Insular de Aguas de La Gomera, La Gomera.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA PALMA (2010): Plan Hidrológico de La Palma (Memoria), Consejo Insular de Aguas de La Palma, La Palma.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LANZAROTE (2010): Plan Hidrológico Insular de Lanzarote, Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, Lanzarote.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE TENERIFE (2010): Plan Hidrológico de Tenerife (Memoria), Consejo Insular de Aguas de Tenerife, Tenerife.

CORTÉS-MARTÍNEZ, M.M. (2003). El cultivo de pepino bajo invernadero. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 725-738.

CÔTÉ, S., J.-L. KLEIN Y M.-U. Proulx (eds.) (1995). Et les régions qui perdent? Rimouski: GRIDEQ.

CUITÓ SABATÉ, R. (2006). Recuperación de acuíferos sobreexplotados por la puesta en servicio del programa A.G.U.A. en las cuencas mediterráneas. Congreso Nacional de Medio Ambiente.

DABROWSKI, J.M., MURRAY, K., ASHTON, P.J. AND LEANER, J.J. (2009) Agricultural impacts on water quality and implications for virtual water trading decisions, Ecological Economics 68(4): 1074-1082.

DANKERS R. AND FEYEN, L., (2008). 'Climate change impact on flood hazard in Europe: An assessment based on high-resolution climate simulations', Journal of Geophysical Research, 113, D19105, doi:10.1029/2007JD009719.

DARTMOUTH FLOOD OBSERVATORY, (2010). Dartmouth Flood Observatory. http://www.dartmouth.edu/~floods ..

DE MATTOS, C. (1988). La descentralización, ¿una nueva panacea para impulsar el desarrollo local? Santiago: ILPES, Serie Ensayo.

DE MIGUEL GARCÍA, A. (2007) Estimación del flujo de agua virtual entre las comunidades de Castilla-La Mancha y Murcia, MSc thesis, Universidad de Alcalá - Universidad Rey Juan Carlos.

DE PABLO VALENCIANO, J., ESCUDERO MORENO, M.C., PÉREZ MESA, J.C. (2003). Costes de producción y utilización de la mano de obra en tomate: un estudio empírico para el cultivo bajo plástico en Almería. Anales de economía aplicada.

DEL CAMPO GARCÍA, A. (2004) "Aspectos de la nueva política del agua en las comunidades de regantes de España". VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 8 pp.

DEL MORAL ITUARTE, L. (2007) Política hidráulica y desequilibrios territoriales en España. Historia y perspectivas. En V Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, Área temática: Agua, FUNDICOT, Málaga.

DEL MORAL ITUARTE, L. (2008). Integración de políticas sectoriales: agua y territorio. Fundación Nueva Cultura del Agua. Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.

DEL-PILAR-RUSO, Y, DE-LA-OSSA-CARRETERO, J.A., LOYA-FERNÁNDEZ, A., FERRERO-VICENTE, L.M., GIMÉNEZ-CASALDUERO, F., SÁNCHEZ-LIZASO, J.L., (2009). 'Assessment of soft-bottom Polychaeta assemblage affected by a spatial confluence of impacts: Sewage and brine discharges', Baseline/Marine Pollution Bulletin 58, p. 765-786.

DEITRICK, S. (1999). "The Post Industrial Revitalization of Pittsburgh: Myths and Evidence". Community Development Journal, 34: 1: 4-12.

DENIEUIL, P.-N. (1997). Lien social et développement économique. Paris: L'Harmattan.

DESALINATION AND WATER REUSE, (2009). Pharmaceuticals a problem for NF wastewater reuse, says paper. http://www.desalination.biz/news/news_story.asp?id=5172&channel=0&title=Pharmaceuticals+a+problem+for+NF+wastewater+reuse%2C+says+paper ..

DI DONATO, M.(2008) "Huella Hídrica" y agua virtual".Conama. Dietzenbacher, E. and Velázquez, E. (2007) Analysing Andalusian Virtual Water Trade in an Input-Output Framework. Regional Studies 41(2): 185-196.

DIETZENBACHER, E. AND VELAZQUEZ, E. (2007) Analysing Andalusian virtual water trade in an input – output framework, Regional Studies 41(2): 185-196.

DIEZ HERRERO, A., LAÍN-HUERTA, L. y LLORENTE-ISIDRO, M. (2009) A Handbook on Flood Hazard Mapping Methodologies, IGME, Madrid, 190 pp.

DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 23 DE OCTUBRE DE 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 72 p.

DOBSON, A. (1997). Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el siglo XXI. Ed. Paidos Estado y Sociedad. Barcelona.

DUPUY C. Y A. DE BURMEISTRER (eds.) (2003) Entreprises et territoires, les nouveaux enjeux de la proximité. Paris: Documentation française.

DWORAK T. AND LEIPPRAND A., (2007). Climate Change and the EU Water Policy - Including Climate Change in River Basin Planning. Support to the CIS working group on Climate change and Water – 14 November 2007. Ecologic Vienna and Ecologic Berlin.

EAP TASK FORCE/EUWI (EUROPEAN UNION WATER INITIATIVE), (2007). Going for results-Progress in environmental management in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia -Water supply and Sanitation. http://www.oecd.org/dataoecd/14/23/39117039.pdf ..

EC, (2009). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No. 24 – River Basin Management in a changing climate. Technical Report - 2009 - 040.

EC, (2007). Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union. .. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0414:FIN:EN:PDF

EC, (2010). Managing scarce water resources in the European Union. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm (accessed 9 March 2010).

EC External Relations, (2009). European Union and Central Asia. http://ec.europa.eu/external_relations/central_asia/docs/factsheet_environment_en.pdf ..

ECDC, (2009). Climate Change – Vector Borne Diseases. http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/Pages/ Climate_Change_Vector_Borne_Diseases.aspx ..

ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), (2008). Meeting Report - Workshop on linking environmental and infectious diseases data. Sigtuna, 28–29 May 2008. http://www.ecdc.europa.eu/en/ publications/Publications/0805_MER_Linking_ environmental_and_infectious_diseases_data.pdf ..

ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), (2007). Meeting Report of the workshop on Environmental change and infectious disease, Stockholm, 29–30 March 2007. http://www.ecdc. europa.eu/en/publications/Publications/0703_MER_ Environmental_Change_and_Infectious_Disease.pdf

ECOLOGIC AND WARSAW AGRICULTURAL UNIVERSITY (2006), WFD and Agricultural Linkages at the EU Level Incentive Water Pricing and Cost Recovery in the WFD: Elements for linking EU agricultural and water policies (Working Document for Discussion –Version 3– 13/02/2006).

EEA, (2009). Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. EEA Report No 2/2009.

EEA-JRC-WHO, (2008). Impacts of Europe's Changing Climate – 2008 indicator based assessment. EEA Report No 4/2008.

EEA, (2007). Climate change and water adaptation issues. EEA Technical report No 2/2007.

EEA, (2007b). Europe's environment: The fourth assessment, http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2007_1/chapter2.pdf.

EEA, (2006). Swarming jellyfish dampening the holiday spirit. http://www.eea.europa.eu/highlights/ swarming-jellyfish-dampening-the-holiday-spirit ..

EEA/WHO, (2002). Water and Health in Europe. WHO Regional publications European series, No. 93.

EEHC, (2008). Albania. http://www.euro.who.int/eehc/ implementation/20061014_13 (accessed 22 January 2010).

EFSA, (2010). 'The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008.' The EFSA Journal: 1496.

EHRENFELD, D. (1978). The arrogance of the Humanism. Oxford University Press, New York, 1978, pp5-6 y 9-12.

EM-DAT, (2010). The International Disaster Database EM-DAT. http://www.emdat.be ..

EMERSON (1840). Essays. (Traducción al español. 2001. Ralph Waldo Emerson. Ensayos. Espasa Calpe) Colección Austral 520. Madrid

ENHIS, (2007). Outbreaks of waterborne diseases http://enhiscms.rivm.nl/object_document/o4721n27386.html.

ENHIS, (2010). The European Environment and Health Information System (ENHIS). http://www.enhis.org/ ..

ENVIRONMENT AGENCY, (2009). Large fish kill, Three Pools Waterway, Southport. http://www. environment-agency.gov.uk/news/109179. aspx?page=12&month=7&year=2009.

ENVIRONMENT AGENCY, (2009b). Flooding in England: A National Assessment of Flood Risk. http://www. environment-agency.gov.uk/research/library/ publications/108660.aspx.

ENVIRONMENT AGENCY, (2010a). The costs of the summer 2007 floods in England. http://www.environment-agency.gov.uk/news/115038.aspx.

ENVIRONMENT AGENCY, (2010b). Water company drought plans. http://www.environment-agency.gov.uk/ homeandleisure/drought/38515.aspx (accessed 9 March 2010).

ESPEJO MARÍN, C. y CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (2003) "Bibliografía sobre riesgos con origen en procesos naturales publicada en España (1975-2002), en Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, vol. VIII, nº 455, Universidad de Barcelona, 42 p.

EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, (2007). Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. http://eur-lex.europa.eu/

EUROPEAN COMMISSION (2001) Second Forum on Implementation and Enforcement of Community Environmental Law: Intensifing our efforts to clean urban waste water, Bruxelles, 54 p.

EUROPEAN COMMISSION. (EC). 2001. La gobernanza europea - un libro blanco. COM (2001) 428 final.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2009). Water resources across Europe. Confronting water scarcity and drought. EEA Report nº 2. Copenhagen, 55 p.

FALKENMARK, M. (2003). Freshwater as shared between society and ecosystems: from divided approaches to integrated challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences 358, 2037-2049.

FALKENMARK, M. AND ROCKSTRÖM, J. (2004) Balancing water for humans and nature: The new approach in ecohydrology, Earthscan, London, UK.

FALKENMARK, M., ROCKSTRÖM, J. (2005). Rain: The Neglected Resource. Swedish Water House Policy Brief Nr. 2. SIWI, Stockholm, Sweden.

FAO - AQUASTAT. (2003). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO. Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas Aquastat. http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/indexesp.stm

FARINÓS-DASÍ, J., ROMERO-GONZÁLEZ, J. (2008). La gobernanza como método para encarar los nuevos grandes retos territoriales y urbanos. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 46: 5-9.

FAVREAU, L. (2005). "Économie sociale et développement local au Nord et au Sud; essai de comparaison". Klein, J.-L. y C. Tardif (eds.), Entre réseaux et systèmes: les nouveaux espaces régionaux. Rimouski: GRIDEQ (en prensa).

FELDSTEIN, M. S. (1972) "Equity and efficiency in public sector pricing: the optimal two-part tariff", Quarterly Journal of Economics, 86 (2): 175-187.

FENACORE (2004): "Encuesta de información económica y financiera de las Comunidades de regantes". Madrid.

FERNÁNDEZ, M.D., ORGAZ, F., FERERES, E., LÓPEZ, J.C., CÉSPEDES, A., PÉREZ, J., BONACHELA, S., GALLARDO, M. (2001). Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. CAJA MAR (Caja Rural de Almería y Málaga).

FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, M. CUADRADO-GÓMEZ, I.M. (1999). Cultivos sin suelo II. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, FIAPA y Caja Rural de Almeria. Almeria.

FERNÁNDEZ-SIERRA, C. PÉREZ-PARRA, J.J. (2004). Caracterización de los invernaderos de la Provincia de Almería. Cajamar.

FONT, J. et al. (2000). "Cataluña" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 331-384.

FONTAN, J.-M. Y J.-L. KLEIN (2004). "La mobilisation du capital socio-territorial: le cas du technopôle Angus". Lien social et Politiques-RIAC, 52: 139-149.

FONTAN, J.-M., J.-L. KLEIN Y B. LÉVESQUE (2003). Reconversion économique et développement territorial: le rôle de la société civile. Québec: Presses de l'Université du Québec.

FONTAN, J.-M., J.-L. KLEIN Y D.-G. TREMBLAY (2005). Innovation socioterritoriale et reconversion économique: le cas de Montréal. Paris: L'Harmattan.

FORNÉS, J. M.; HERA, A. DE LA, LLAMAS, M. R. (2005 a): «The Silent Revolution in Groundwater Intensive Use and its Influence in Spain», Water Policy, Vol. 7, No. 3, pp. 253-268. ISSN: 1366-7017.

FORNÉS, J. M.; HERA, A. DE LA, LLAMAS, M. R. (2005 b): «La propiedad de las aguas subterráneas en España: la situación del Registro y del Catálogo», Ingeniería del Agua, Vol. 12, No. 2, junio 2005, pp. 125-136.

FOX, W., (1984). Deep Ecology: A New Philosophy of our Time?. The Ecologist 14, 5-6. Pp194-200.

FRIEDMANN, J. Y W. ALONSO (eds.) (1964). Regional development and planning. Boston: The M.I.T. Press.

FRIEDMANN, J. Y C. WEAVER (1979). Territory and function. The evolution of regional planning. Berkeley: University of California Press.

FRIEDMANN, J. (1992). Empowerment, the policy of alternative development. Cambridge: Blackwell.

FREYDANK, K., SIEBERT, S. (2008). Towards mapping the extent of irrigation in the last century: Time series of irrigated area per country. Frankfurt Hydrology Paper 08. Institute of Physical Geography, University of Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany.

FRUTOS, L.Mª. et al. (2000). "Aragón" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 85-116.

FUNDACIÓN CAJAMAR. (2008a). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería 2007/2008. Cajamar. Almería.

FUNDACIÓN CAJAMAR. (2008b). PrHo - Programa de riegos para cultivos hortícolas bajo invernadero. Versión 1.0.

FUNDACIÓN CAJAMAR. (2011). Clima – Series de datos día. Disponible en: http://www.laspalmerillas.cajamar.es/Clima/PaginaClima2.htm

GALLARDO-PINO, M. (2007). Uso eficiente del agua y el nitrógeno en cultivos hortícolas de invernadero. Jornadas de Divulgación de la Actividad I+D+i.

GARCÍA, J.Mª. y SOTELO, J.A. (2000). "Introducción" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 147-182.

GARCÍA, J.Mª. (2000). "El modelo metropolitano madrileño: enjuiciamiento desde la perspectiva del V Programa de Acción de la C.E. en materia de Medioambiente. Apuntes metodológicos". Observatorio Medioambiental, No 3.

GARCÍA, J.C. et al. (2000). "Cantabria" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 217-243.

GARCÍA, J.Mª. et al. (2000). "Comunidad de Madrid" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 501-545.

GARCÍA MOLLÁ, M. (2000): "Análisis de la influencia de los costes en el consumo de agua en la Agricultura valenciana. Caracterización de las entidades asociativas para riego. Tesis Doctoral dirigida por el Dr. D. José Carles Genovés. Centro Valenciano de Estudios sobre el Riego. Universidad Politécnica de Valencia.

GARCÍA, P. et al. (2000). "Castilla y León" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 245-288.

GARCÍA VALIÑAS, Mª (2004). "Fijación de precios para el servicio municipal de suministro de agua: un ejercicio de análisis de bienestar", Hacienda Pública Española, IEF, vol. 172(1), pag 119-142.

GARRIDO FRENICH, A. (2003). Rapid pesticide analysis, in post-harvest plants used as animal feed, by low-pressure gas chromatography-tandem mass spectrometry. Analytical and bioanalytical chemistry. 377(6); 1038-1046.

GARRIDO, A. y VARELA ORTEGA, C. (2008). Economía del agua en la agricultura e integración de políticas sectoriales. Fundación Nueva Cultura del Agua. Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.

GARRIDO, A. LLAMAS, M. (2009). Water Policy in Spain. CRC PRESS, 246p.

GARRIDO, A., LLAMAS, M.R., VARELA-ORTEGA, C., NOVO, P., RODRÍGUEZ-CASADO, R. AND ALDAYA, M.M. (2009) Water footprint and virtual water trade in Spain, Springer, New York, USA.

GASCÓ, J.M., NAREDO, J.M. Y JILIBERTO, R. (1996) Manual de Cuentas del Agua en España (trabajo contratado por el MIMAM).

GASCÓ, J.M., LÓPEZ SANZ, G. Y NAREDO, J.M. (2004) Informe sobre los problemas del agua en La Mancha y sus posibles tratamientos, con un dictamen sobre el proyecto de trasvase Tajo-La Mancha llamado "sistema de abastecimiento de agua potable a las poblaciones de la llanura manchega desde el acueducto Tajo-Segura" (39 pp.) (http://www.unizar.es/fnca/docu/docu85.pdf).

GASCÓ, J.M. Y NAREDO, J.M. (dirs.) (1994) Las Cuentas del Agua en España, 6 vol. (trabajo contratado por la D.G. de la Calidad de las Aguas, MOPTMA). Hay versión resumida en inglés: Naredo, J.M. (1997) "Spanish water accounts (sumary report)" en San Juan, C. y

GERBENS-LEENES, P.W. AND HOEKSTRA, A.Y. (2009) The water footprint of sweeteners and bio-ethanol from sugar cane, sugar beet and maize, Value of Water Research Report Series No. 38, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

GERBENS-LEENES, P.W., HOEKSTRA, A.Y. AND VAN DER MEER. TH. (2009A) The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply, Ecological Economics 68(4): 1052-1060.

GERBENS-LEENES, W., HOEKSTRA, A.Y. AND VAN DER MEER, T.H. (2009B) The water footprint of bioenergy, Proceedings of the National Academy of Sciences 106 (25): 10219-10223.

GERBENS-LEENES, W., HOEKSTRA, A.Y., AND VAN DER MEER, T.H. (2009C) A global estimate of the water footprint of Jatropha curcas under limited data availability, Proceedings of the National Academy of Sciences 106(40): E113.

GEORGESCU- ROEGEN, N. (1971), The Entropy Law and the Economic Process. Harvard University Press, Cambridge.

GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (edits.) (1995) Planificación Hidráulica en España, Fundación Caja del Mediterráneo, Alicante, 430 p.

GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (edits.) (1999) Los usos del agua en España, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 681 p.

GIL OLCINA, A. y RICO AMORÓS, A. (2007) El problema del agua en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Fundación Agua y Progreso, Valencia, 221 p.

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.

GLEICK, P.H. (ED.) (1993) Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources, Oxford University Press, Oxford, UK.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP - GWP. (2000). Manejo integrado de recursos hídricos. TAC Background Papers 4.

GOBIERNO VASCO, DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE (2004): "Informe relativo a los artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua. 22 de diciembre de 2004". Vitoria.

GÓMEZ-ARIZA, J.L MORALES, E. GIRÁLDEZ, I. (1998). Spatial distribution of butyltin and phenyltin compounds in Huelva Coast (Southwest Spain). Chemosphere. 37; 937 950.

GÓMEZ, J.L. et al. (2000). "Ceuta" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 673-676.

GÓMEZ, E.J. (2003). Restauración hidrológico-forestal de la cuenca del embalse de Cuevas de Almanzora. E.t.s. de Ingenieros de. Caminos Canales y Puertos. Universidad de Granada.

GÓMEZ-HERAS, J.Mª. Gª. (1997). El problema de una ética del medio ambiente. En Ética del Medio Ambiente: Problemas, Perspectivas, Historia. José María Gª- Coordinador. Tecnos. Madrid.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, MJ (2005). Indicadores Básicos Para La Planificación De La Sostenibilidad Urbana Local. Revista Bibliográfica De Geografía Y Ciencias Sociales. (Serie documental de Geo Crítica) Universidad de Barcelona. Vol. X, nº 586, 30 de mayo de 2005.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. (2007) (coord.) Estrategia Nacional de Restauración de ríos. Mesas de Trabajo. Ministerio de Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid.

GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, S. (2007) El agua y la ordenación del territorio; riesgos naturales e informes sectoriales. En A. Embid Irujo (dir.), Agua y Territorio. Cizur Menos (Navarra) Thomson-Civitas, 107-142.

GORE, C. (1984). Regions in question. Space. Development theory and regional policy. London/New York: Methuen.

GOVERN DE LES ILLES BALEARS, CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT (2005): "Aplicación de la Directiva Marco para las Políticas del Agua en la Cuenca de Baleares. Resumen Ejecutivo de los artículos 5 y 6 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua". Palma de Mallorca, Marzo 2005.

GRANADOS, M.R., THOMPSON, R.B. FERNÁNDEZ, M.D. MARTÍNEZ-GAITÁN, C. GALLARDO, M. JIMÉNEZ, C. (2007). Reducing nitrate leaching with a simple model for nitrogen and irrigation management of fertigated vegetable crops. Pp. 373-375. En A. Bosh, Teira, M.R. Villar, J.M. "Towards a better efficiency in N use". Editorial Milenio.

GROSSETTI, M. (2003). "Développement urbain technoscientifique". Fontan, J.-M., J.-L.

GRUPO ECOLOGISTA MEDITERRÁNEO. (1998). Propuestas para la reducción y gestión de los residuos agrícolas en el poniente almeriense. Septiembre 1998.

GRUPO TPM. (2011). Productos. Disponible en: http://www.grupotpm.es/es/productos.

GUMUCHIAN, H., E. GRASSET, R. LAJARGE Y E. ROUX (2003). Les acteurs, ces oubliés du territoire. Paris: Anthropos.

HAFELE, W. (ED.) (1981).Energy in a finite World. Ballinger, Cambridge, MA.

HALL, C.A.S., CLEVELAND, C.J. Y R. KAUFMANN. (1985). The ecology of the economic process. Energy and Resource Quality. John Wiley and Sons, New York.

HALL, C.A.S., CLEVELAND, C.J. Y R. KAUFMAN. (1986). Energy and living systems. Part One. In the Ecology of the Economic Process. Energy and Reesource Quality. Jonh Wiley and Sons, New York.

HALL, C.A.S; CLEVELAND, C.J. AND R. KAUFMAN. (1986). Energy and living systems. Part One. In: The Ecology of the economic Process. Energy and Resource Quality. Jonh Wiley & Sons, New York. Pp 577.

HALL, C.A.S. (2000) The Theories and Miths That Have Guided Development. En Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies. Hall, C.A.S., G. Leclerq y C. León Pérez (Eds). Academic Press, 736 pp. New York.

HANASAKI, N., INUZUKA, T., KANAE, S., OKI, T., (2010). An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock product using a global hydrological model. Journal of Hydrology, 384: 232-244.

HARDIN, G.(1968 y 1977).The tragedy of commons. Bioscense, 162, (1968) y en "Managing the commons, W.H. Freeman, San Francisco 1977.

HARRIS, N. (2001). Spatial Development Policies and Territorial Governance in an Era of Globalisation and Localisation. Pp. 33-58. In Towards a New Role for Spatial Planning (OCDE). París.

HILDENBRAND, A. (2006) La política de ordenación del territorio de las comunidades autónomas: balance crítico y propuestas para la mejora de su eficacia. Revista de Derecho Urbanístico y Medio Ambiente, 230:79-139.

HILPERT, K., MANNKE, F and SCHMIDT-THOMÉ, P. (2007) Towards climate change adaptation strategies in the Baltic Sea Region, GTK, Finland, Baltic Sea Region (Interreg III B).Espoo, 55 p.

HIERNAUX-NICOLÁS, D. (1999). Los senderos del cambio. Sociedad, tecnología y territorio en los albores del siglo XXI. México: Plaza Valdés.

HILLIER, J., F. MOULAERT Y J. NUSSBAUMER (2004). "Trois essais sur le rôle de l'innovation sociale dans le développement territorial". Géographie, Économie, Société, 6, 2: 129-152.

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.htmU

HISPAGUA – Sistema Español de Información sobre el Agua. 2010. Confederaciones Hidrográficas. Consultado en junio de 2010. Disponible en:
http://hispagua.cedex.es/instituciones/distribucion/confederaciones.php?localizacion=Confederaciones%20Hidrogr%E1ficasU

HOBBES, T. Elementos de derecho natural y político.

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.

HOEKSTRA, A.Y. (ED.) (2003) Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf.

HOEKSTRA, A.Y. (2003). Virtual Water. An Introduction. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Values of Water Research Report Series nº 12. IHE, Delft, Holanda.

HOEKSTRA, A.Y. AND HUNG, P.Q. (2005) Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade, Global Environmental Change 15(1): 45-56.

HOEKSTRA, A.Y. (2006). The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems. Value of Water Research Report Series Nº 20. Delft, the 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. (2007). Human appropriation of natural capital: Comparing Ecological Footprint and Water Footprint analysis. Value of Water Research Report Series No. 23. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

HOEKSTRA, A.Y. Y CHAPAGAIN, A.K. (2007). The water footprints of Morocco and the Netherlands: Global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities. Ecological Economics 64, 143-151.

HOEKSTRA, A.Y. AND CHAPAGAIN, A.K. (2008) Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

HOEKSTRA, A.Y. (2008A) Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints, Value of Water Research Report Series No.28, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf.

HOEKSTRA, A.Y. (2008B) The relation between international trade and water resources management, In: K.P. Gallagher (ed.) Handbook on trade and the environment, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp. 116-125.

HOEKSTRA, A.Y. (2008C) The water footprint of food, In: Förare, J. (ed.) Water for food, The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (Formas), Stockholm, Sweden, pp. 49-60.

HOEKSTRA, A.Y. (2009) Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis, Ecological Economics 68(7): 1963 1974.

HOEKSTRA, A.Y., GERBENS-LEENES, W. AND VAN DER MEER, T.H. (2009A) Water footprint accounting, impact assessment, and life-cycle assessment, Proceedings of the National Academy of Sciences 106(40): E114.

HOEKSTRA, A.Y., GERBENS-LEENES, W. AND VAN DER MEER, T.H. (2009B) The water footprint of *Jatropha curcas* under poor growing conditions, Proceedings of the National Academy of Sciences 106(42): E119.

HOEKSTRA, A., ALDAYA, M., MEKONNEN, M. Y CHAPAGAIN, A.K. (2009). Water footprints manual. Network. Enschede, Netherlands.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M. AND MEKONNEN, M.M. (2011) "The water footprint assessment manual: setting the global standard, Earthscan, London.

HOFF, H. (2009). Global water resources and their management. Current Opinion in Environmental Sustainability, 1(2): 141-147.

HOLBROOK, J. y D. Wolfe (eds.) (2002). Knowledge, clusters and regional innovation. New York: McGill-Queens University Press.

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.

HUXLEY, A: (1962). Island, Grafton Books. Londres. Traducción española en Edhasa, Barcelona 1996.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (IEA). (2010). Almería. Datos básicos 2010. Consejería de de Economía y Hacienda.

INSTITUTO DE ESTADÍSTICA DE ANDALUCÍA (IEA). (2011). Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. Consejería de de Economía, Innovación y Hacienda.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). Estudio hidrogeológico del Campo de Dalias.

INE (2001). Estadística del Agua 1999. Gabinete de prensa, 8 de marzo del 2001. Instituto Nacional de Estadística.

INE (2003). Encuesta sobre el suministro y tratamiento del agua 2001. Gabinete de prensa, 1 de julio del 2003. Instituto Nacional de Estadística.

INE (2007): Encuesta sobre el Agua 2005.

INE: Banco de Batos.

INM y OECC (2007): Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en España. Primera Fase. 145 p.

INM (2009). Series mensuales de evapotranspiración potencial y precipitación para los puntos registrados de la España Peninsular. Años 1996-2009. Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

IPCC (2007) Climate Change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability. (Working Group II Report). United Nations Environment Programme.(disponinle en http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm).

IPCC (2007) Climate Change 2007. The Physical Science Basis. (Working Group I Report). United Nations Environment Programme. (disponinle en http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm).

JONGSCHAAP, R.E.E., BLESGRAAF, R.A.R., BOGAARD, T.A., VAN LOO, E.N. AND SAVENIJE, H.H.G. (2009) The water footprint of bioenergy from Jatropha curcas L., Proceedings of the National Academy of Sciences 106(35): E92-E92.

JOYAL, A. (2002). Le développement local. Comment stimuler l'économie des régions en difficulté. Québec: Éditions de l'IQRC.

JUDT, T. (2010) Algo va mal. Ed. Taurus, Madrid, 250 p.

JUNTA DE ANDALUCÍA - CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES. 2000. Plan de Ordenación del Territorio del Poniente Almeriense. Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo. Sevilla.

JUNTA DE ANDALUCÍA – CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. (2011). Estadística de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010ª). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Tomate.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010b). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Pimiento.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010c). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Pepino.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010d). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Calabacín.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010e). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Berenjena.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2010f). Boletín final de seguimiento de la Campaña 2009/10 - Sector hortícolas protegidos – Judía Verde.

JUNTA DE ANDALUCÍA - OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. (2011). Sector hortícola protegidos.

JURADO, A., NIETO, N. (2003). El cultivo de pimiento bajo invernadero. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 541-568.

KANTOR, P., H.V. SAVITCH y S.V. HADDOCK (1997). "The political economy of urban regimes: A comparative perspective". Urban Affairs Review, 32, 3: 348-377.

KAYE, LEON. (2011). Tetra Pak v plastic water bottles - which is best for the environment?. Guardian Professional Network. Disponible en: http://www.guardian.co.uk/sustainable-business/tetra-pak-versus-plastic-bottles-water.

KITZES, J. (ED.) (2009) Ecological footprint standards 2009 Version 3.2, Global Footprint Network, Oakland, CA, USA, www.footprintstandards.org.

KJAER, A.M. (2004). Governance. Polity Press, Cambridge, UK.

KLEIN Y B. LÉVESQUE (EDS.), Reconversion économique et développement territorial: le rôle de la société civile. Québec: Presses de l'Université du Québec, 161-182.

KLEIN, J.-L. (1996). "Les mobilisations territorialisées et le développement local: vers un nouveau mouvement social?" Économie et Solidarité, 28, 1: 31-43.

KLEIN, J.-L. y J.-M. Fontan (2003). "Reconversion économique et initiative locale: l'effet structurant des actions collectives". Fontan, J.-M., J.-L. Klein y B. Lévesque (eds), Reconversion économique et développement territorial: le rôle de la société civile. Quebec: Presses de l'Université du Québec, 11-33.

KLEIN, J.-L., D.-G. Tremblay y J.-M. Fontan (2003). "Systèmes locaux et réseaux productifs dans la reconversion économique: le cas de Montréal". Géographie, Économie, Société, 5, 1: 59-75.

KLEIN, J-L., J.-M. Fontan y D.-G. Tremblay (2003). "Reconversión y desarrollo a través de la iniciativa local: el caso de Montreal en Quebec". EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, 29, 86: 69-88.

KOEHLER, A. (2008) Water use in LCA: managing the planet's freshwater resources, International Journal of Life Cycle Assessment 13(6): 451-455.

KUMAR, V., JAIN, S.K. (2007) Status of virtual water trade from India, Current Science 93: 1093-1099. 87.

KUHN, T. S., (1962). The structure of Scientific Revolutions. Univeristy of Chicago Press. (Trad. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. 1975. México.

LA CALLE MARCOS, A. (2007) Impacto de la Directiva Marco comunitaria y territorio. En A. Embid Irujo (dir.), Agua y Territorio. Thomson-Civitas, Cizur Menor (Navarra), 265-296.

LAFFONT, J. J. Y J. TIROLE (1993) A Theory of Incentives in Procurement and Regulation, Cambridge, Mass.: The MIT Press.

LAMARRE, D. (dir.) (2002) Les risques climátiques. Ed. Belin, París, 224 p.

LASHERAS, M. A. (1999), La Regulación Económica de los Servicios Públicos, Barcelona: Ariel.

LAURELLI, E. Y A. ROFMAN (1989). Descentralización del Estado. Requerimientos y políticas en la crisis. Buenos Aires: CEUR.

LAVILLE, J.-L. (1997). "Communauté, société et modernité". Denieuil, P.-N. (ed.), Lien social et développement économique. Paris: L'Harmattan, 53-67.

LEONTIEF, W. (1982). Acedemic economics. Science 217: 104-107.

LEOPOLD, A., (1949). A Sand County Almanac. Oxford University Press, New York.

LEVINSON, M. et al. (2008) Watching water: A guide to evaluating corporate risks in a thirsty world, JP-Morgan, USA.

LEY 10/2001, de 5 de julio, Plan Hidrológico Nacional.

LEY 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la ley 10/2.001 del Plan Hidrológico Nacional.

LI, C., UGOCHUKWU NWOKOLI, S. (2010). Investigating the water footprint of Tetra Pak Carton Economy's beverage portfolio. Division of Water Resources Engineering, Department of Building and Environmental Technology, Lund University.

LLAMAS, M. R. (1976): «Historia de la Hidrogeología», en Hidrología Subterránea (Custodio& Llamas, edts.) Omega. Barcelona, pp. 247-258.

LLAMAS, M. R. (1992): "A àgua - escassez ou mau uso?" Coloquio/Ciencias. Revista de Cultura Científica. Fundaçao Calouste Gulbenkian - Lisboa, Vol. 4, núm. 12.

LLAMAS, M. R., BACK, W. AND MARGAT, J. (1992): «Groundwater use: equilibrium between social benefits and potential environmental costs», Applied Hydrogeology, Heise Verlag. Vol. 1, núm. 2, pp. 3-14.

LLAMAS, M. R. (1995): «La Crisis del Agua: ¿Mito o realidad? Atti dei Convegni Lincei, Academia dei Lincei, Roma, No. 114, pp. 107-115.

LLAMAS, M. R. & Delli Priscoli, J. (2000): «Water and Ethics», Papeles del Proyecto Aguas Subterráneas, Fundación Marcelino Botín, Santander, Serie A, N.o 5, 99 p.

LLAMAS, M. R. (2003): «El desarrollo sostenible del agua en España», *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,* Vol. 97, N.o 1, pp. 129-141.

LLAMAS, M. R. (2004): «La Gestión de las Aguas Subterráneas y los Conflictos Sociales Relativos al Plan Hidrológico Nacional», Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Madrid, Vol. 98, N.º 2, pp. 235-254.

LLAMAS, M.R. (2004). "Transición hacia Nuevos Paradigmas en la Gobernanza del Agua en España". Presentación. Revista de la Real Academia de Ciencias Exact. Fís. Nat., Madrid, Vol. 98, Nº 2, pp. 221.

LLAMAS, M. R. (2005): «Groundwater and Human Development», in Groundwater and Human Development (Bocanegra, Hernández and Usunoff, eds.) Selected Papers on Hydrogeology, N.o 6, Balkema Publishers, Leiden, pp. 3-8.

LLAMAS, M. R. & Martínez-Santos, P. (2005): «Intensive Groundwater Use: Silent Revolution and Potential source of Conflicts», Invited editorial in Journal on Water Resources Planning and Management, American society of Civil Engineers, September- October, pp. 337-341.

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.

LLAMAS, M. R. (2006). "Avances científicos y cambios en viejos paradigmas sobre la política del agua" Revista Empresa y Humanismo, Vol. IX, nº 2, pp. 67-108, ISSN 1139-7608.

LLAMAS, M. R. (2006). "Aplicación de los conceptos de agua virtual y huella hidrológica", Ilustración de Madrid, Núm. 1, Otoño 2006, pp. 45-46.

LLAMAS, M.R., ALDAYA, M.M., GARRIDO, A., LÓPEZ-GUNN, E. (2008). Soluciones para la escasez delagua en Españay su aplicación a otras regiones. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España), 102(2): 1-14.

MA, J., HOEKSTRA, A.Y., WANG, H., CHAPAGAIN, A.K. AND WANG, D. (2006) Virtual versus real water transfers within China, Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 361 (1469): 835-842.

MADRID, C. (2007). Hidratar el Metabolismo Socioeconómico: Los Flujos de Agua Virtual y el Metabolismo Hídrico. Una aproximación al sector hortofrutícola Andaluz. Universidad Autónoma de Barcelona.

MAES, W.H., ACHTEN, W.M.J. AND MUYS, B. (2009) Use of inadequate data and methodological errors lead to an overestimation of the water footprint of Jatropha curcas, Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(34): E91-E91.

MAESTU, J., GASCÓ, J.M., NAREDO, J.M. Y AGUILERA, F. (2001) "Water resources and water pollution" en Markandia, A. y Dale, N. (2001) Measuring Environmental Degradation, Cheltelham, UK & Northampton, MA, USA, Edgard Elgar, pp. 304-316.

MAESTU et al. (2004): "Practical experiences in Spain". In Brouwer, R. y P. Stosser (eds.), Environmental and Resource Cost and the Water Framework Directive. An overview of European practices. RIZA Working Paper 2004. 112x. Amsterdam, Holland.

MAESTU, J. Y VILLAR,A. (2006): "El sector de los servicios del agua en España: "Recuperación de costes y perspectivas financieras". Revista Ambienta (Octubre, 2006). MIMAM. Madrid.

MAPA (2003). Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. Formato electrónico en: www.libroblancoagricultura.com

MAPA (2005) Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. Varios años (2003, 2001, 1998). http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm

MAPA (2005): "Estudio del Coste de Agua de Riego".Madrid. UE (1991): "Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre tratamiento de aguas residuales urbanas". Bruselas, Bélgica.

MARKUSEN, A. (1996). "Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts". Economic Geography, 72, 3: 293-313.

MARGULLIS, 1999. L. Netrvista oncedica al diario la Vanguardia. Contrportada. 23 de diciembre de 1999.

MARTÍN VIDE, J. (coord.) (2007) Aspectos económicos del cambio climático. Estudios Caixa de Cataluña nº 4. Barcelona, Caixa Cataluña, 83 pp.

MARTÍNEZ ALIER, JOAN. (1991). La economía y la ecología. Fondo de Cultura Económica. Madrid.

MARTÍNEZ DE ANGUITA, P. (1995). La situación del monte en Centroamérica. Tesis Doctoral. ETSI de Montes. Madrid.

MARTÍNEZ DE ANGUITA, P. (2002). La tierra prometida. EUNSA. Navarra.

MARTÍNEZ DE ANGUITA, P. (2000). La jerarquización de las decisiones ambientales. Revista Observatorio Ambiental. Univ. Complutense de Madrid. Madrid. nº3 pp 21-34.

MARTÍNEZ VICENTE, D. (2009) "Coste del agua del mar desalada por ósmosis inversa", en VV.AA. Desalación de aguas. Aspectos tecnológicos, medioambientales, jurídicos y económicos. Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua, Murcia, pp. 553-589.

MARTÍNEZ-VIDAL, J.L. ARREBOLA, F.J. GARRIDO-FRENICH, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. MATEU-SANCHEZ, M. (2004). Validation of a Gas Chromatographic–Tandem Mass Spectrometric Method for Analysis of Pesticide Residues in Six Food Commodities. Selection of a Reference Matrix for Calibration. Chomatographia. 59; 321-327.

MAY, N. (1986). "Constitution d'un regard. Fordisme et localisme". Les annales de la recherche urbaine, 29: 5-12.

MIES, MARÍA Y VANDANA SHIVA. (1998). La praxis del ecofemismo. Icaría Antrzyt. Barcelona.

MILÀ I CANALS, L., CHENOWETH, J., CHAPAGAIN, A., ORR, S., ANTÓN, A. AND CLIFT, R. (2009) Assessing freshwater use impacts in LCA: Part I-inventory modelling and characterisation factors for the main impact pathways, Journal of Life Cycle Assessment 14(1) 28-42.

MINISTERIO DELL´AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DELL MARE. (2011). "Safe water and healthy water services in a changing environment". European Environment Agency. 38 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1997): "Estudios de Caracterización y Tipificación de los Regadíos Existentes PNR H-2008". Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2002a): "Censo Agrario, 1999". Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002b): "Análisis de la economía de los sistemas de producción". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998): "Libro Blanco del Agua". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000) Proyecto de Plan Hidrológico Nacional. Documentación Técnica. Secretaría de Estado de Aguas y Costas, 5 vols.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2001) Desalación de agua del mar. Costes y efectos ambientales. Plan Hidrológico Nacional. Anexo. Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Madrid. 45 p.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE - MMA. (2000). Libro Blanco del Agua. Centro de Publicaciones, Secretaría general Técnica, Ministerio de Medio Ambiente.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2001). Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Hidrológico Nacional. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2003a): "Documento IV. Inversiones encaminadas al cumplimiento del artículo 7 de la Directiva 76/464/CEE". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2003b): "Mancomunidad de los Canales del Taibilla: Situación Económica y Alternativas Tarifarias". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2003c): "Valoración del Coste de Uso del Agua Subterránea en España". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004): Informe de Análisis de Uso de Agua en el Sector Energético. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente (2005): "Memoria Económica del Proyecto de Reforma del Real Decreto del Reglamento del Dominio Público Hidráulico". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2005). Informe de sostenibilidad ambiental; Actuaciones urgentes del programa A.G.U.A. en las cuencas mediterráneas. Programa A.G.U.A.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006a): "Nota de Comentarios y Recomendaciones sobre el Coste del Recurso y los Mercados del Agua". Junio 2006. Grupo de Expertos de Economía del Agua. Dirección General del Agua.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2006). Declaración de impacto ambiental sobre la evaluación del proyecto "Desalación y obras complementarias para el Campo de Dalías (Almería)". Resolución de 22 de junio de 2006. BOE núm. 167.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006b): Proyecto ALBERCA. Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006c): Informe Fiscalidad Ambiental Grupo de Trabajo Ministerio de Economía y Hacienda y Ministerio de Medio Ambiente.Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2007): "Precio y costes de los servicios de agua en España". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (1999). Anuario de Estadística 2008. Secretaría General Técnica.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2001). Anuario de Estadística. Secretaría General Técnica del Ministerio.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2002). Anuario de Estadística. Secretaría General Técnica del Ministerio.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2003a): "Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos, 2002". Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2003b): "Análisis de costes de regulación y utilización del agua de riego y tarifas abonadas por los regantes". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2008a). Plan Hidrológico Nacional. Consultado en junio de 2010. Disponible en: http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/planificacion_hidrologica/Plan_hidrologico_Nacional.htmU

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2008b). Libro digital del Agua. Consultado en junio de 2010. Disponible en: http://servicios3.mma.es/siagua/visualizacion/lda/index.jsp

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2008c). Sistema Integrado de Información del Agua. Consultado en junio de 2010. Disponible en: http://servicios3.mma.es/siagua/visualizacion/descargas/documentos.jsp

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2009). Anuario de Estadística 2008. Secretaría General.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2010) Perfil Ambiental de España 2009. Informe basado en indicadores. Secretaría General Técnica. Madrid, 343 p.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2010a). La alimentación mes a mes - Junio 2010.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2010b). Resultados técnicos-económicos de explotaciones de invernadero de Andalucía en la campaña 2009/2010.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2011a). Programa A.G.U.A. Disponible en: http://www.mma.es/secciones/agua/entrada.htm

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MARM). (2011b). Agua: Seguridad de Presas y Embalses. Disponible en: http://www.marm.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. (2007). Estrategia Española de Desarrollo Sostenible 2007. Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado. Madrid.

MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (2004): "Costes de la implantación del Real Decreto 140/2003 en España". Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2007) Conclusiones generales del ciclo de debate El uso del agua en la Economía Española: situación y perspectivas. Grupo de Análisis Económico/FundaciónBiodiversidad http://www.fundacion-biodiversidad.es/opencms/export/fundacionbiodiversidad/envios/portal_debate07.html

MMA (2007) El agua en la economía española: Situación y perspectivas. Informe integrado del análisis económico de los usos del agua. Artículo 5 y Anejos II y III de la Directiva Marco del Agua. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, 290 p.

MOBAYEN, R. (1980). Germination and emergente of citrus and tomato seeds in relation to temperatura. Journal of Horticultural Science, 55(3): 291-297.

MOGA, V. et al. (2000). "Melilla" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 679-690.

MONTALVO, A. (eds.) (1994) Environmental economics in the European Union, Mundi-Prensa y Universidad Carlos III, Madrid, pp.369-443.

MONTERO, J. I., ANTÓN, M. A. (1994). Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. Acta Horticulturae, 357: 15-28.

MORALES, G. et al. (2000). "Canarias" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 187-204.

MORALES GIL, A. (2002): "Un modelo de eficiencia en el abastecimiento urbano de agua: la Mancomunidad de los Canales del Taibilla". En Confederación Hidrográfica del Segura, 1926-2001, 75 Aniversario, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 292-305.

MORRISON, J., MORKAWA, M., MURPHY, M., AND SCHULTE, P. (2009) Water scarcity and climate change: Growing risks for business and investors, CERES, Boston, MA, USA.

MOYANO ESTRADA, E. (2007) Nuevas orientaciones de las políticas de desarrollo rural. Conferencia inaugural del Master sobre Gestión del Desarrollo Local y Territorial, 11 de diciembre de 2007. Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla.

MOYANO-ESTRADA, E. (2008). Multifuncionalidad, territorio y desarrollo de las áreas rurales. Ambienta, 81: 6-20.

MOYANO-ESTRADA, E. (2009). Capital social, gobernanza y desarrollo en areas rurales. FICODER, Sevilla, 8-10 June.

MUIR, J. (1901). Our National Parks. En Http://www.sierraclub.org/john_muir_exhibit

MUIR, J. (1870). Mountain Thoughts. Reopilados por Linnie March Wolfe y publicados como "Jonh of the Mountains". En Http://www.sierraclub.org/john_muir_exhibit

MÚJICA, M. Y GUTIÉRREZ, M. (2007) (coords.) La conservación de los ríos" en González del Tánago, M. (2007) (coord.): Estrategia Nacional de Restauración de ríos. Mesas de Trabajo. Ministerio de Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid.

NACIONES UNIDAS (2006): Power, water and money: Exploring the nexus. Oxford University, pp 85.

NASS (2009) Agricultural chemical use database, National Agricultural Statistics Service, www.pestmanagement.info/nass.

NAREDO, J.M. (2003) La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico, Madrid, Sigo XXI (3ª ed. corregida y ampliada; 1ª ed. 1987).

NAREDO, J.M. (2003a), "La encrucijada de la gestión del agua en España" publicado en el dossier: "El agua un despilfarro interesado" del nº 57 de la revista Archipiélago, pp. 17-33.

NAREDO, J.M. (2003b) Carta a la Comisaria de Medio Ambiente de la UE (accesible en http://www.unizar.es/fnca/).

NAREDO, J.M. (1995) "Problemática de la gestión del agua en España" en Naredo (ed.) La economía del agua en España, Madrid, Fundación Argentaria y Visor Distribuciones, Col. "Economía y Naturaleza", pp. 11-25.

NAREDO, J.M. (2006) Raíces económicas del deterioro ecológico y social, Madrid, Siglo XXI.

NAREDO, J.M. Y ESTEVAN, A. (2006) "Indicios de sobrevaloración de las disponibilidades de agua estimadas por la planificación hidrológica (que deberían de ser objeto de análisis prioritarios para atender a las exigencias del artículo 5 de la DMA)" Nota presentada en Bruselas, el 9 de noviembre de 2006, a la Ministra de Medio Ambiente y a algunos funcionarios de la Comisión de la UE (disponible en la Web de la Fundación Nueva Cultura del Agua).

NAREDO, J.M. (2008). “Costes y cuentas del agua. Porpuestas desde el enfoque integrador”. Seminario “Costes y cuentas del agua en Cataluña, en relación con la Directiva Marco del Agua” Agencia Catalana del Agua.

NAZER, D.W., SIEBEL, M.A., VAN DER ZAAG, P., MIMI, Z. AND GIJZEN, H.J. (2008) Water footprint of the Palestinians in the West Bank, Journal of the American Water Resources Association 44(2): 449-458.

NIETO TOLOSA, M (2009) “Huella Hídrica” Madrid. Dirección URL http://habitat.aq.upm.es/temas/a-huella-hidrica.html

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.

NOVO, P., GARRIDO, A. AND VARELA-ORTEGA, C. (2009) Are virtual water “flows” in Spanish grain trade consistent with relative water scarcity? Ecological Economics 68(5): 1454-1464.

NOVOTÉCNICA, S.A. (2009). Anuario de la agricultura Almeriense 2008. Almería.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010a). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. TOMATE.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010b). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. PIMIENTO.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010c). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. PEPINO.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010d). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. CALABACÍN.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010e). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. SANDÍA.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010f). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. MELÓN.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010f). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. BERENJENA.

OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS. (2010f). Ficha de producto. Campaña 2009/10. Sector hortícolas protegidos. JUDÍA VERDE.

OCDE (1987): “Pricing of Water Services”. París, Francia. Porta, F. (2001): “La repercusión de la Directiva Marco en el sector urbano del agua en España”. Curso de Derecho Ambiental del Ilustre Colegio de Abogados de Barcelona, Abril 2001.

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA (2006) Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la Sostenibilidad. Disponible en: http://www.sostenibilidades.org/Observatorio+Sostenibilidad/esp/servicios/publcaciones/

ODUM, E. P., (1989). Ecology and Our Endangered Life Support Systems. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 283 pp.

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.

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. (2009) “Hacia una ordenación sostenible de los territorios de riesgo en Europa” en Cohesión e inteligencia territorial. Dinámicas y procesos para una mejor planificación y toma de decisiones (Farinós, J. Romero, J. y Salom. J. (eds.)) Publicaciones de la Universitat de Valencia, Valencia, pp. 153-182.

OLCINA CANTOS, J. (2009) “Cambio climático y riesgos climáticos en España”, Investigaciones Geográficas, 49. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 197-220.

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, pp. 131-163.

ONU (2004) Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, Nairobi, ISDR.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ASS: Agua, Saneamiento y Salud. http://www.who.int/water_sanitation_health/es/

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Agua y saneamiento en la Región Europea de la OMS. http://www.euro.who.int/watsan

OWEN, D. (1980). What is ecology? Oxford University Press, Oxford Extracto traducido como "La Ciencia de la ecología". En Pensamiento verde: Una antología. Editor Andrew Dobson. Editorial Trotta. Madrid.

PALGRAVE.(1899). "Supply and Demand".Diccionario de Economía Política.

PANADERO, M. et al. (2000). "Castila-La Mancha" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 291-329.

PEARCE, D., ATKINSON, G. (1998). The concept of sustainable development: An evaluation of its usefulness ten years after Brundtland. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University College London and University of East Anglia. Working Paper PA: 98-02.

PECK, J. C. (en prensa): «Groundwater Management in the High Plains Auifer in the U.S.: Legal Problems and Innovation» Chapter for the book The Agricultural Groundwater Revolution, 2005 IWMI-TATA Workshop, preprint 20 pags.

PÉREZ ADÁN, J. (1997). Economía y Medio Ambiente. En Sociedad y Medio Ambiente. Editorial Trotta. Madrid.

PÉREZ, F. MANZANO, F. AYUSO, J. CABALLERO, A. DE LA CRUZ, J.L. LÓPEZ, M. (1992). Invernadero tipo parral en la provincia de Almería. Tipología, cálculo constructivo y optimización. FIAPA., Almería.

PÉREZ PÉREZ, E. (2003) (coord.) Aplicación en España de la Directiva Europea Marco de Aguas. ECOIURIS, Madrid.

PÉREZ-PARRA, J., CÉSPEDES, A. (2004). Tecnología de los invernaderos mediterráneos. Evolución de la tecnología en los invernaderos de bajo consumo energético de Almería. Estación Experimental De La Fundación Cajamar. Almería.

PÉREZ-RINCÓN, M.A. (2003). De lo global a lo local. Liberalización comercial y uso del agua en la agricultura colombiana: Balance para el periodo 1961-2004. AGUA 2005, Conferencia Internacional: De la Acción Local a las Metas Globales. Cali, Colombia.

PÉREZ-RINCÓN, M.A. (2006a). Comercio exterior y flujos hídricos en la agricultura colombiana: análisis para el periodo 1961-2004. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 4: 3-16.

PÉREZ-RINCÓN, M.A. (2006b). De lo global a lo local: impacto de las políticas internacionales de apertura comercial en el uso del recurso hídrico en la cuenca del río Bolo, valle del Cauca, Colombia. X Jornadas de Economía Crítica. 23 a 25 de marzo de 2006, Barcelona, España.

PNUD (1999): Human Development Report. Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PNUD (2006): Crisis Mundial del agua. Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PFISTER, S., HELLWEG, S. (2009) The water "shoesize" vs. footprint of bioenergy, Proceedings of the National Academy of Sciences 106(35): E93-E94.

POFF, N.L., ET AL. (2009) The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): A new framework for developing regional environmental flow standards,Freshwater Biology.

PIQUERAS, J. et al. (2000). "Comunidad Valenciana" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 395-426.

POLAK, P. (2005): «Water and the other three Revolutions needed to end rural poverty», Water Science and Technology, Vol. 8, pp. 133-146.

POMMIER, P. (2002). "Les systèmes productifs locaux". Paris: Documentation Française, DATAR.

PORTMANN, F.T., SIEBERT, S. AND DÖLL P. (2009) MIRCA2000 - Global monthly irrigated and rainfed crop areas around the year 2000: A new high-resolution data set for agricultural and hydrological modeling, Global Biogeochemical Cycles.

Programa A.G.U.A. http://www.mma.es/secciones/agua/entrada.htm

PULIDO-BOSH, A. (1997). Los recursos hídricos de la provincia de Almería. Actas del I y II seminario del agua. pp. 65-90.

PULIDO-BOSH, A. (2005). Recarga en la Sierra de Gádor e hidrogeoquímica de los acuíferos del Campo de Dalías. Estación Experimental Cajamar.

QUEREDA, J. MONTÓN, E. y ESCRIG J. (2009) Evaluación del cambio climático y de su impacto sobre los recursos hídricos en la cuenca del Júcar. Generalitat Valenciana. Fundación Agua y Progreso, Valencia, 165.

RAFEA, A. SHAALAN, K. (1996). Using expert systems as a training tool in the agricultural sector in Egypt. Expert Systems with applications. Vol. 11. No. 3. pp. 343-349.

RAMÍREZ-VALLEJO (en prensa) Virtual Water: Comments on Allan's article en Water Crisis: Myth or Reality (Rogers, Llamas and Martínez, edts.), Balkema Publishers.

RAMOS, ANGEL. (1993)."¿Por qué la conservación de la Naturaleza?" Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.

RAMOS-MIRAS, J.J. (2002). Estudio de la contaminación por metales pesados y otros procesos de degradación química en los suelos en los invernaderos del Poniente Almeriense. Editorial Universidad de Almería. Almería. Tesis doctoral.

RAMSEY, F. P. (1927) "A contribution to the theory of taxation", Economic Journal, 37: 47-61.

RAMSEY, K. (2009). GIS, modeling, and politics: On the tensions of collaborative decision support. Journal of Environmental Management. Vol. 90. pp.1972-1980.

RASKIN, P.D., E. HANSEN AND R.M. MARGOLIS (1996) Water and sustainability: global patterns and long-range problems, Natural Resources Forum 20(1): 1-5.

REAL DECRETO 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas.

REAL DECRETO 266/2008, de 22 de febrero, por el que se modifica la Confederación Hidrográfica del Norte y se divide en la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil y en la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

RED INTERINSTITUCIONAL DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS. (2004). Disponible en: http://www.tecnologias-limpias.org/html/principal.asp

REES, W.E. (1992) Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out, Environment and Urbanization 4(2): 121-130.

REES, W.E. AND WACKERNAGEL, M. (1994) Ecological footprints and appropriated carrying capacity: Measuring the natural capital requirements of the human economy, In: Jansson, A.M., Hammer, M., Folke, and Costanza, R. (eds.) Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability, Island Press, Washington, D.C., pp. 362-390.

REGUEIRO, M. (ed.) (2008) Guía Metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España. Ministerio de Vivienda y Colegio Oficial de Geólogos, Madrid, 187 pp.

REGIDOR, J.G., NAVARRO, C. (2008). Nueva política de desarrollo rural. En: Regidor, J.G. (Coord), Desarrollo rural sostenible. MARM.

RENZETTI, S. (2002) The Economics of Industrial Water Use, Cheltenham, UK: Elward Elgar Publishing.

REYNAUD, A. (2003) "An econometric estimation of industrial water demand in France", Environmental and Resource Economics, 25 (1): 213-32.

RIBAS, A. y SAURI, D. (2006) "De la geografía de los riesgos a las geografías de la vulnerabilidad", en NOGUÉ, J. y ROMERO, J., eds. (2006) Las otras Geografías. Ed. Tirant Lo Blanch. Col. Crónica. Valencia, pp. 285-299.

RICO AMORÓS, A. M., OLCINA CANTOS, J. PAÑOS CALLADO, V. BAÑOS CASTIÑEIRA, C. (1998) Depuración, desalación y reutilización de aguas en España, Edit. Oikos-Tau, Vilasar de Mar, 255 p.

RICO AMORÓS, A. M. (2001) "Actuaciones frente a las sequías" en Causas y consecuencias de las sequías en España (A. Gil Olcina y A. Morales Gil, edits.), Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 421-485.

RICO AMORÓS, A.M. (2004): "Sequías y abastecimientos de agua potable en España". En Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 37. Murcia, pp. 137-181.

RICO AMORÓS, A.A. (2007) "Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana", Investigaciones Geográficas, nº 42, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 5-34.

ROCKSTRÖM, J. (2001) Green water security for the food makers of tomorrow: windows of opportunity in drought-prone savannahs Water Science and Technology 43 (4): 71-78.

RODRÍGUEZ-VIVANCO, J. (2004). Reutilizar el agua: Ecología de la Vida Cotidiana. Ambienta, 31: 40-42.

RODRÍGUEZ CASADO, R., GARRIDO, A., LLAMAS, M.R. AND VARELA-ORTEGA, C. (2008) La huella hidrológica de la agricultura española. Papeles de Agua Virtual n.º 2, Fundación Marcelino Botín, Santander, ISBN 978-84-96655-25-6, 38 pp.

RODRÍGUEZ CASADO, R. (2008) Huella hidrológica de la agricultura española. MSc thesis. Universidad Politécnica de Madrid.

RODRÍGUEZ CASADO, R., NOVO, P., GARRIDO, A., (2009). La "Huella Hídrica" de la ganadería española. Papeles de Agua Virtual 4 Fundación Marcelino Botín.

ROGERS, P. AND RAMÍREZ-VALLEJO (2003): Water in the world. The effects of Agricultural trade liberalization on the Water economy of nations, International Water Resources Association Congress, Madrid October 2003, preprint 11 páginas.

ROMERO, C. (1993). Teoría de la decisión multicriterio: Conceptos, técnias y aplicaciones. Alianza Universal Textos. Madrid.

ROMERO GONZÁLEZ, J. (2005) El gobierno del territorio en España. Balance de iniciativas de coordinación y cooperación territorial. Boletín de la AGE, 39: 59-86.

ROTH, E., ROSENTHAL,H. AND BURBRIDGE (2001). A discussion of the use of the sustainability index: 'ecological footprint' for aquaculture production. Aquatic Living Resources 13, 461-469.

ROST, S., GERTEN, D., BONDEAU, A., LUCHT, W., ROHWER, J., SCHAPHOFF, S. (2008). Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. Water Resources Research, 44: W09405.

RUBIO DE URQUÍA, R. (2000). Acerca de los fundamentos antropológicos de la ciencia económica. Una introducción breve. Revista Empresa y Humanismo Vol II, Nº1/00, pp 109-129.

RUEDA PALENZUELA SALVADOR (1999): Modelos e Indicadores Para Ciudades Más Sostenible. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

RULLAN, O. et al. (2000). "Islas Baleares" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 147-182.

SABMiller and WWF-UK (2009) Water footprinting: Identifying & addressing water risks in the value chain.

SAINSAULIEU, R. (1997). "Changement des institutions et développement local". Denieuil, P.-N. (ed.), Lien social et développement économique. Paris: L'Harmattan, 9-13.

SALAIS, R.y M. Storper (1993). Les mondes de production. Paris: Éditions de l'EHESS.

SALAS SANJUÁN, M.C., URRESTARAZU GAVILÁN, M. (2001). Objetivos, controles y métodos de fertirrigación en cultivo sin suelo. Horticultuira, 157, 38-48.

SALAIS, R.y M. Storper (1993). Les mondes de production. Paris: Éditions de l'EHESS.

SAMUELSON, P. (1998). Curso de Economía Moderna. XVIII Edición. McGraw Hill. Madrid.

SANCHEZ, L.D. PEÑA, M. SANCHEZ, A. (2003). Uso Eficiente del Agua: un recurso de agua en sí mismo. Nueva Industria. Producción Más Limpia y Competitividad, 9.

SÁNCHEZ, L.D. SÁNCHEZ, A. (2004). Uso Eficiente Del Agua. IRC International Water and Sanitation Centre CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico.

SANCHO, J. et al. (2000). "Comunidad Foral de Navarra" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 585-599.

SAURÍ, D. y CANTÓ, S. (2008). Integración de políticas sectoriales: Agua y urbanismo. Fundación Nueva Cultura del Agua. Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente.

SAVENIJE, H. H. G. (2000). Water scarcity indicators: the deception of the numbers. Physics and Chemistry of the Earth (B) 25, 199-204.

SCOTT, A. (ed.) (2001). Global city-regions. Trends, theory, policy. Oxford: Oxford University Press.

SERE, C. STEINFELD, H. (1996). World livestock production system. FAO Animal Production And Health Paper Nº 127. Rome, Italy.

SERRANO, J.Mª. et al. (2000). "Región de Murcia" en La España de las Autonomías. Síntesis. Madrid. pp. 557-581.

SERRANO, Z. (2005). Construcción de Invernaderos, III edición. Mundi-Prensa. Madrid.

SHAH, T. (2005): «Groundwater and Human Development: Challenges and Opportunities in Livelihoods and Environment», Water Science and Technology, vol. 8, pp. 27-37.

SHAMIR, U. (2000). Sustainable Management of Water Resources. Transition towards Sustainability, Intercademy Panel Tokyo Conference. May 2000: 62-66.

SHIKLOMANOV, I.A. (2000). Appraisal and assessment of world water resources. Water International, 25(1): 11-32.

SHIVA (1998) Staying alive, Zed Books, Londres. Pp XIV- XVIII; Traducción española: Abrazar la vida. Mujer, ecología y desarrollo, Horas y Horas, Madrid, 1995, pp 19-24.

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.

SIKDER, I.U. (2009). Knowledge-based spatial decisión support systems: An assessment of environmental adaptability of crops. Expert Systems with applications. Vol. 36. pp. 5341-5347.

SIEBERT, S., DÖLL, P., FEICK, S., HOOGEVEEN, J. AND FRENKEN, K. (2007) Global Map of Irrigation Areas version 4.0.1. Johann Wolfgang Goethe University, Frankfurt am Main, Germany / Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index10.stm.

Sistema español de información sobre el agua. http://hispagua.cedex.es/

SHIVA (1998) Staying alive, Zed Books, Londres. Pp XIV- XVIII; Traducción española: Abrazar la vida. Mujer, ecología y desarrollo, Horas y Horas, Madrid, 1995, pp 19-24.

SLOBODKIN, L. (1964).The strategy of evolution.Am. Sci.53:342-356.

SMAKHTIN, V., REVENGA, C., AND DÖLL, P. (2004a) Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments Comprehensive Assessment Research Report 2, IWMI.

SMAKHTIN, V., REVENGA, C. AND DÖLL, P. (2004b). A pilot global assessment of environmental water requirements and scarcity, Water International 29(3): 307-317.

SCHMIDT-THOMÉ, P. (edit) (2005) The spatial effects and management of natural and technological hazards in Europe. Luxemburgo. ESPON, (thematic project 1.3.1.) (avaliable in www.espon.eu).

SOLPLAST. S.L. (2011). Productos. Disponible en: http://www.solplast.com/

SONNENBERG, A., CHAPAGAIN, A., GEIGER, M. AND AUGUST, D. (2009). Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands: Woher stammt das Wasser, das in unseren Lebensmitteln steckt? WWF Deutschland, Frankfurt.

SOTELO, J.A. (2000). Desarrollo y Medio Ambiente en España, Madrid, INFODAL, 285 págs.

SOTELO, J.A. (2000), Regional Development Models, Oxford University Press, 195 pp.

SOTELO, J.A. (2001). Environmental Europe, Londres, Oxford University Press.

SOTELO, J.A. (2001). Estudiar la Región, Madrid., INFODAL., 290 págs.

SOTELO, J.A. (2002). Medio Ambiente, Desarrollo y Libertad en Europa, Madrid, Oxford University Press., 495 págs.

SOTELO, J.A (2006). “Instrumentos para el estudio del Medio Ambiente: métodos para la valoración del coste ambiental”, Estudios Geográficos, LXII., 260; enero-julio; pp. 201-228.

SOTELO, J.A. (2007). Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad: Modelos y Políticas de actuación contradictorias: entre lo global y lo local, Oxford University Press.

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. (2008). Medio ambiente y desarrollo local, algo más que dos estereotipos. Observatorio medioambiental, Nº 11, pp. 77-105.

SOTELO, J.A. (2008). Riesgos naturales y tecnológicos en España, hoy. Observatorio medioambiental, Nº 11, pp. 9-12.

SOTELO, J.A. (2009). “Las lógicas ilógicas del agua”. Tribuna Complutense. pp.4.

SOTELO, J.A. et alii. (2010). “La “Huella Hídrica” española en el contexto del cambio ambiental”. Fundación Mapfre. Madrid. 218pp.

SOTELO PÉREZ, M (2010) “la “Huella Hídrica” de España” Instituto Universitario de Ciencias Ambientales .Universidad Complutense de Madrid. Grupo de Investigación Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio.

STÖHR, W. (2003). “Development from Below: Vingt ans plus tard”. Fontan, J.-M., J.-L. Klein y B. Lévesque (eds.), Reconversion économique et développement territorial: le rôle de la société civile. Québec: Presses de l’Université du Québec, 119-143.

SUCHÁ EK J. MALINOVSKÝ J. (2007). Regional Development in Transitional Economies after 1989: Reformation or Deformation? Ponencia presentada en 47th Congress of the European Regional Science Association. August 29th – September 2nd, 2007. Paris, France.

THAUVIN, J.P. (1986). Etude hydrogéolique, modélisation et gestion des aquifères du Campo de Dalias (Province d’Almeria, Espagne). Tesis Doctoral. Universidad de Niza.

The United Nations World Water Development Report 3: “WATER IN A CHANGING WORLD”.

TEISSERENC, P. (1994). Les politiques de développement local. Paris: Economica.

TERMES, R. (2001). Antropología del capitalismo. Rialp. Madrid.

THOREAU, H.D., (1854), Walden, or Life in the Woods, Reedición en 1980, Norton, N.York. Trad.: esp. Walden. Del deber de la desobediencia civil. Parsifal ediciones. Barcelona 1989.

TOLÓN, A., LASTRA, X.B. (2009). Planificación en los espacios rurales españoles: aplicación del modelo neo-endógeno para un desarrollo sostenible en las comarcas de metodología LEADER. Nº 12. pp.49-75.

TOLÓN-BECERRA, A., Lastra-Bravo, X.B. (2010). La agricultura intensiva del Poniente Almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental. M+A. Revista Electrónic@ de Medio Ambiente, 8, 18-40.

UE (2000a): “Comunicación de la Comisión Europea al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social, Política de tarificación y uso sostenible de los recursos hídricos, [COM (2000) 477 final]”. Bruselas, Bélgica. 26/07/2000.

UE (2000b): “Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas”. Bruselas, Bélgica.

UE (2002): “WATECO Working Group: The Implementation Challenge of the Water Framework Directive. A Guidance Document”. Bruselas, Bélgica.

UE (2004): “Information Sheet on Assessment of the Recovery of Costs for Water Services for the 2004 River Basin Characterisation Report (Version 7, 21st January 2004)”. Bruselas, Bélgica.

UNECE, 2009a. Guidance on water and adaptation to climate change. http://www.unece.org/env/ documents/2009/Wat/mp_wat/ECE_MP.WAT_30_E. pdf

UNECE 2009b. Task force on Extreme Weather Events. http://www.unece.org/env/water/meetings/ documents_TFEWE.htm

UNEP (2009). GEMSTAT, Global water quality data and statistics, Global Environment Monitoring System, UNEP, Nairobi, www.gemstat.org.

UNESCO. Agua, desarrollo sostenible y protección de los recursos mundiales de agua dulce. http://www.unesco.org/water/index_es.shtml

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.

UNIÓN EUROPEA. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

VALENZUELA-CABRERA, J.L. (2003). El cultivo de la berenjena bajo invernadero. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 571-589.

VALERA, D.L. MOLINA, F.D. Gil, J. (1999). Los invernaderos de Almería: Tipología y mecanización del clima. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería, España, 268 pp.

VALERA, D.L. PEÑA, A.A. PÉREZ, J. ÁLVAREZ, A.J. MOLINA, F.D. (2003). Tensoestructuras como sistemas de protección de cultivos: el invernadero Tipo Almería. En: Control climático en invernaderos. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería, España.

VAN DER LEEDEN, F., TROISE, F.L. AND TODD, D.K. (1990) The water encyclopedia, Second edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

VAN OEL, P.R., MEKONNEN M.M. AND HOEKSTRA, A.Y. (2009) The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment, Ecological Economics 69(1): 82-92.

VASCO-MORCILO, R: 2003. El cultivo de pepino bajo invernadero. Camacho Ferre, F. (coord). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 2. 693-722.

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.

VERA REBOLLO, J. F. (2002): "Transferencia de recursos y demandas turísticas" En Insuficiencias Hídricas y Plan Hidrológico Nacional (Gil Olcina, A. y Morales Gil A. eds.), CAM e Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante. Alicante, pp. 179-200.

VERA REBOLLO, J.F. (2006) Agua y modelos de desarrollo turísticos: la necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 42: 155-178.

VERA REBOLLO, J.F., OLCINA CANTOS, J., DÍEZ SANTO, D. (2009) "Repercusiones del Trasvase Tajo-Segura en el sector turístico de la Región de Murcia", en Melgarejo Moreno, J. (dir.) El Trasvase Tajo-Segura: Repercusiones económicas, sociales y ambientales en la cuenca del Segura. CAM. Alicante, pp. 465-516.

VERKERK, M.P. HOEKSTRA, A.Y. GERBENS-LEENES, P.W. (2008). Global water governance: conceptual design of global institutional arrangements. Value of water research report series Nº 26. Delft, the Netherlands.

VV.AA. (2006) Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad. Observatorio de la Sostenibilidad e España, Ministerio de Medio Ambiente. Alcalá de Henares, 485 p.

WACKERNAGEL, M. (1994). Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability. PhD thesis. School of Community and Regional Planning. University of British Columbia. Vancouver, Canada.

WACKERNAGEL, M. AND REES, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing human impact on the earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers. ISSN-11921285.

WACKERNAGEL, M., ONISTO, L., LINARES, A.C., FALFAN, I.S.L.,GARCIA, J.M., GUERRERO, I.S. AND GUERRERO, M.G.S. (1997). Ecological footprints of nations: How much nature do they use?- How much nature do they have? Centre for Sustainability Studies, Universidad Anahuac de Xalapa.

WARD, N. ATTERTON, J. KIM, T. LOWE, P. PHILLIPSON, J. THOMPSON, N. (2005). Universities, the Knowledge Economy and "Neo-Endogenous Rural Development". Centre for Rural Economy Discussion. Paper Series No. 1.

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

WICHELNS, D. (2004) The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages, Agricultural Water Management 66(1): 49-63.

WILCHEMS, D. (2004): «The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages» *Agricultural Water Management,* Vol. 66, pp. 49-63, Elsevier.

WILLIAM E. REES (1992): Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization October 1992 vol. 4 no. 2 121-130.

WILLIAMS, J.R. (1995) The EPIC model, In: Singh, V.P. (ed.) Computer models of watershed hydrology, Water Resources Publisher, Colorado, USA, pp. 909–1000.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987). Our Common Future. United Nations World Commission on Environment and Development Oxford: Oxford University Press.

WORLD WATER COUNCIL (2004): E-Conference synthesis. Water Virtual Trade-Conscious Choices, March 2004, 24 pages (www.worldwatercouncil.org/virtual_water/documents/virtual_water_final_synthesis.pdf)

WWF. (2002). Living Planet Report 2002. Cambridge: WWF.

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

WWF. informes Planeta Vivo. (anuarios).

WWF, ET AL (2011) "El planeta puede esperar. Análisis de la política ambiental del Gobierno.

YANG, H. AND ZEHNDER, A. J. B. (2002). Water Scarcity and Food Import: A Case Study for Southern Mediterranean Countries. World Development 30, 1413–1430.

YANG, H., WANG, L., ABBASPOUR1, K. C. AND ZEHNDER, A. J. B. (2006). Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. Hydrology and Earth System Sciences 10, 443-454.

ZELENY, M. (1974). A Concept of Compromiso Solutions and the Method of the Displaced Ideal. Computers and Operations Research, vol 1. 479-496.

ZELENY, M. (1976). The Theory of Displaced Ideal, en Multiple Crioetria Decision Making: Kyoto 1995. Zeleny, M., editor. Springer- Velag, 154-206.

ZHAO, X., CHEN, B., YANG, Z.F. (2009) National water footprint in an input-output framework - A case study of China 2002, Ecological Modelling 220(2): 245-253.

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.

ZIONNTS , S., Y J. WALLENIUS. (1976). An Interactive Programming Method for Solving the Multiple Criteria Problem. Management Science, Vol 21, 1387-1396.

ZUCCHETTO, J. AND R, WALKER. (1981). Time series analysis of international energyeconomic relationships. In W.J. Mitsch (Ed.) Energy and Ecological Modeling, Eselvier, Amsterdam, pp767-772.

9. Referencias

(1) La familia de escenarios y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas. Por su parte, La familia de escenarios y línea evolutiva B2 describe un mundo en el que se hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crece continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva A2, con niveles medios de desarrollo económico y cambios tecnológicos menos rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 Y A1. Aunque el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y a la equidad social, se centra en las escalas local y regional (IPCC 2007).

(2) Yábar Sterling, A. (2002). Sobre la debatida cuestión de “el precio del agua”.

(3) Circulo de Empresarios (2007). “El agua en España: un mayor énfasis en la política de demanda”. XXX Aniversario del Círculo de Empresarios.

(4) Pasqual, J. (1999). “La evaluación de políticas y proyectos. Costes y beneficios”. Icaria editorial, Barcelona. pp. 464.

(5) NAREDO, J.M. (2008). “Costes y cuentas del agua. Porpuestas desde el enfoque integrador”. Seminario “Costes y cuentas del agua en Cataluña, en relación con la Directiva Marco del Agua” Agencia Catalana del Agua.

(6) Desde 1866 en que se aprueba la primera Ley de Aguas, las aguas subterráneas quedaron excluidas de la legislación de dominio público porque se consideró una cuestión baladí. Silvia del Saz: ¿Cuál es el contenido de los derechos privados sobre las aguas subterráneas? Papeles del Proyecto Aguas Subterráneas. Fundación Marcelino Botín. Serie D: Aspectos Jurídicos de las Aguas Subterráneas, nº 1. Pag. 69.

(7) Al renunciarse a esta alternativa, técnicamente válida pero políticamente arriesgada, tampoco ha sido necesario resolver otros problemas técnico-jurídicos de cierta importancia, como los derivados de la gestión de dicho hipotético tributo estatal único que hubieran requerido, entre otros aspectos, proceder a definir el método para ceder o compartir su recaudación entre el Estado y las CC.AA que, en virtud de sus competencias estatutarias, habían creado en los últimos lustros cánones de saneamiento en su ámbito territorial.

(8) Sobre todo en cuanto al canon de regulación, revelaba tener naturaleza de contribución especial el tercer elemento para la determinación de su cuantía anual –el relacionado con el tipo del 4% a aplicar sobre la cifra anual restante de aquella representativa del coste de la obra hidráulica realizada, asumido por el Estado, que había de recuperarse a lo largo de 50 años–.

(9) Brundtland H G: “Our Common Future: report (1987).

(10) Sotelo Navalpotro, et alii. (2010). “La Huella hídrica española en el contexto del cambio ambiental”. Autores: Sotelo, J, et alii. Fundación Mapfre

(11) Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad. Aalborg (1994).

(12) Box & Harrison , 1992], Citado por Miracle, MR en “La Construcción de la ciudad sostenible,; Consideraciones y casos en torno al ciclo del agua. http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a018.html.

(13) Rueda Palenzuela Salvador (1999): Modelos e Indicadores Para Ciudades Más Sostenible. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

(14) William E. Rees (1992): Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization October 1992 vol. 4 no. 2 121-130.

(15) Rodríguez Casado, R; Novo, P y Garrido A (2009): La huella hídrica de la ganadería española. PAPELES DE AGUA VIRTUAL Número 4. Fundación Marcelino Botín.

(16) Rodríguez, R. (2008) Huella hidrológica de la agricultura española. MSc thesis. Universidad Politécnica de Madrid.

De Miguel García, A. (2007) Estimación del flujo de agua virtual entre las comunidades de Castilla-La Mancha y Murcia, MSc thesis, Universidad de Alcalá - Universidad Rey Juan Carlos.

Madrid, C. (2007) Hidratar el Metabolismo Socioeconómico: Los Flujos de Agua Virtual y el Metabolismo Hídrico. Una aproximación al sector hortofrutícola Andaluz, MSc thesis, Universidad Autónoma de Barcelona.

Rodríguez Casado, R., Garrido, A., Llamas, M.R. and Varela-Ortega, C. (2008) La huella hidrológica de la agricultura española. Papeles de Agua Virtual n. º 2, Fundación Marcelino Botín, Santander, ISBN 978-84-96655-25-6, 38 pp.

(17) Sotelo Pérez, M (2010) “la Huella Hídrica de España” Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Universidad Complutense de Madrid. Grupo de Investigación Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio.

(18) Cabrera, E: “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.

(19) García Alvarado, JM: “El modelo metropolitano madrileño: enjuiciamiento desde la perspectiva del V Programa de Acción de la C.E. en materia de Medioambiente. Apuntes metodológicos”. Observatorio Medioambiental, No 3 (2000).

(20) Tomado de “Nieto Tolosa, M: “Huella Hídrica” Madrid 2009. Dirección URL http://habitat.aq.upm.es/temas/a-huella-hidrica.html.

(21) Es interesante consultar el trabajo de: LLAMAS MADURGA, M. R.; ALDAYA M., M. M.; GARRIDO COLMENERO, A.; LÓPEZ-GUNN, E.(2009).”Soluciones para la escasez del agua en España y su aplicación a otras regiones”., Madrid, Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp) Vol. 103, Nº. 1, pp 41-54, 2009.

(22) Utilizamos el material generado para la publicación: SOTELO, J.A. “et alii” (2010). “Huella Hídrica y Cambio Ambiental en España”. Madrid., Edt. Mapfre.

(23) MARTÍN RETORTILLO Sebastián.” Problemas actuales de la ordenación jurídica de los recursos hidráulicos”. COPLA-NARH. Caracas. 1978. p 112.

(24) AGUAS DE GALICIA (2010): Informe de Sotenibilidad Ambiental (I.S.A) Memoria, XUNTA DE GALICIA, Santiago.

(25) AGENCIA VASCA DEL AGUA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de las Cuencas Internas del País Vasco (Memoria), URA, Vitoria-Gasteiz.

(26) AGENCIA CATALANA DEL AGUA (2010): Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña, ACA, Barcelona.

(27) CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Memoria de la Demarcación Guadalete-Barbate, Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

(28) CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Memoria), Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

(29) CONSEJERIA ANDALUZA DEL AGUA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Memoria), Conserjería de Medio Ambiente, Sevilla.

(30) CAIB (2010): Memoria del Borrador del Plan Hidrológico de las Islas Baleares, Govern de les Illes Balears, Palma.

(31) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE GRAN CANARIAS (2009): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica de Gran Canarias, Consejo Insular de Aguas de Gran Canarias, Las Palmas de Gran Canarias.

(32) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE FUERTEVENTURA (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura, Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura, Fuerteventura.

(33) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE TENERIFE (2010): Plan Hidrológico de Tenerife (Memoria), Consejo Insular de Aguas de Tenerife, Tenerife.

(34) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE EL HIERRO (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica del El Hierro (Documento Previo), Consejo Insular de Aguas de El Hierro, El Hierro.

(35) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA GOMERA (2010): Estudio General de la Demarcación Hidrográfica del La Gomera (Documento Previo), Consejo Insular de Aguas de La Gomera, La Gomera.

(36) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LA PALMA (2010): Plan Hidrológico de La Palma (Memoria), Consejo Insular de Aguas de La Palma, La Palma.

(37) CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE LANZAROTE (2010): Plan Hidrológico Insular de Lanzarote, Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, Lanzarote.

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

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

(40) CHJUCAR (2009): Esquema provisional de temas importantes en materia de gestión de las aguas en la Demarcación Hidrográfica del Jucar, MARM, CHJUCAR, Valencia.

(41) Estudios económicos y propuesta de fijación del Canon de Regulación y Tarifas de Utilización del Agua en la DHMS (año 2007).

(42) CHCANTÁBRICO (2011): Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de Cuenca. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (Memoria), CHCANTÁBRICO, Oviedo.

(43) CHCANTÁBRICO (2011): Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de Cuenca. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (Memoria), CHCANTÁBRICO, Oviedo.

(44) CHDUERO (2010): Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. Propuesta de proyecto de plan hidrológico de cuenca (Memoria). MARM, CHDUERO, Valladolid.

(45) CHTAJO (2010): Esquema de Temas Importantes. Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, MARM, CHTAJO, Madrid.

(46) CHGUADINA (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Guadiana, parte española de la Demarcación Hidrográfica (Memoria), MARM, CHGUADIANA, Badajoz.

(47) CHEBRO (2010): Proyecto de Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro. Documento Resumen (versión 2.02). MARM, CHEBRO, Zaragoza.

10. Índice de tablas

Tabla 1. Principales cambios en los elementos climáticos de las regiones del este y sur peninsular, horizonte 2100 52

Tabla 2. Porcentajes de disminución de la aportación natural para incorporar el efecto del cambio climático. Horizonte 2027 53

Tabla 3. Descenso en la escorrentía media (mm) de las cuencas del Júcar y Segura. Horizonte 2030 53

Tabla 4. Efectos ambientales y gasto de agua en modelos urbanos de alta y baja densidad 59

Tabla 5. Fórmulas matemáticas utilizadas en el cálculo del consumo de agua en la agricultura 78

Tabla 6. Fórmulas matemáticas utilizadas en el cálculo del consumo de agua en la agricultura 79

Tabla 7. Evolución del Pensamiento Económico sobre el valor del agua 95

Tabla 8. Servicios del agua y mecanismos de recuperación de costes 99

Tabla 9. Cálculo del consumo de agua en la agricultura 106

Tabla 10. Cálculo del consumo de agua en la agricultura 107

Tabla 11. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por sectores (2008) 108

Tabla 12. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas (2008) 110

Tabla 13. Oferta de "Huella Hídrica" en España, por Comunidades Autónomas (2008) 112

Tabla 14. Componentes de la demanda 118

Tabla 15. Demanda de "Huella Hídrica" Total de España (2008) 124

Tabla 16. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura 127

Tabla 17. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura 129

Tabla 18. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura 130

Tabla 19. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Sector Industrial y Sector de la Construcción 132

Tabla 20. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): S. Industrial y S. Construcción 134

Tabla 21. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Sector Industrial y Sector de la Construcción 136

Tabla 22. Consumo de "Huella Hídrica" en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios 138

Tabla 23. Consumo de "Huella Hídrica" Por Comunidades Autónomas en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios 139

Tabla 24. Gasto Total de "Huella Hídrica" en España (2008): Uso Doméstico, Turismo y Servicios 140

Tabla 25. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Primario 147
Tabla 26. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Industrial y de la Construcción 148
Tabla 27. Análisis de los costes y los beneficios de la "Huella Hídrica" en el Sector Terciario 149
Tabla 28. Matriz Input-Output 151
Tabla 29. Reparto de las inversiones por Comunidad Autónoma, para cada uno de los horizontes de planificación hidrológica 204
Tabla 30. Indicadores de "Huella Hídrica" y Calidad Ambiental Urbana 210
Tabla 31. Composición del consumo del agua distribuida en España 215
Tabla 32. Extracción de agua por sectores 216
Tabla 33. Consumo de agua en otras ciudades europeas 219
Tabla 34. ¿Los "urbanitas" consumen más agua que los "regionales"? 221
Tabla 35. La "Huella Hídrica" per cápita en España (2007) 231
Tabla 36. Coeficiente de correlación: Agua y Ciudad 232
Tabla 37. Consumo de agua (m^3 per cápita) en España 233
Tabla 38. "Huella Hídrica" y Actividad Económica 235
Tabla 39. Volúmenes de aguas subterráneas dentro del término Municipal de Madrid según sea su beneficiario 238
Tabla 40. Embalses extramunicipales para el abastecimiento del agua 239
Tabla 41. Red de distribución de agua potable 239
Tabla 42. Pérdidas del agua derivada a los sistemas de abastecimiento en la Comunidad de Madrid 240
Tabla 43. Volumen de agua facturado per cápita y PIB per cápita (2005) 241
Tabla 44. Contenido global de Agua Virtual en algunos productos (litros) 247
Tabla 45. Consumo per cápita de productos-Hogares, en Madrid (2004) 248
Tabla 46. ¿Puede calcularse el comercio virtual del agua en Madrid? 249
Tabla 47. Directiva 98/83/EC sobre la calidad del agua destinada a consumo humano Adoptada por el Consejo el 3 de Noviembre de 1998 257
Tabla 48. Demarcaciones hidrográficas terrestres de España 266
Tabla 49. Precipitación, temperatura y evapotranspiración de las demarcaciones hidrográficas de España 267
Tabla 50. Aportación específica anual y recursos hídricos totales en régimen natural 268
Tabla 51. Aportación específica anual y recursos hídricos totales en régimen natural 268
Tabla 52. Demarcaciones Hidrográficas Españolas 269
Tabla 53. "Huella Hídrica" española 271
Tabla 54. Contenido en AV de cultivos de secano y regadío ($m^3\ t^{-1}$) 272
Tabla 55. "Huella Hídrica" por grupos de cultivo. 2000 272
Tabla 56. Consumo de agua en la agricultura por Provincia (%) 273
Tabla 57. Consumo de agua "per cápita" y por Comunidad Autónoma ($m^3\ hab^{-1}$) 274
Tabla 58. "Huella Hídrica" de España en los años 1996, 2000 y 2007 275
Tabla 59. Indicadores de la "Huella Hídrica" (HH) de España y las Demarcaciones Hidrográficas (2005) 278
Tabla 60. Resultados; Galicia Costa 281
Tabla 61. Resultados; Cuencas Interiores del País Vasco 284
Tabla 62. Resultados; Cuencas Internas de Cataluña 287

Tabla 63. Resultados; Guadalete y Barbete 290
Tabla 64. Resultados; Tinto, Odiel y Piedras 291
Tabla 65. Resultados; Cuenca Mediterránea Andaluza 293
Tabla 66. Resultados; Islas Baleares 297
Tabla 67. Resultados; Gran Canarias 300
Tabla 68. Resultados; Fuerteventura 301
Tabla 69. Resultados; Tenerife 301
Tabla 70. Resultados; Isla de El Hierro 302
Tabla 71. Resultados; Isla de La Gomera 302
Tabla 72. Resultados; Isla de La Palma 303
Tabla 73. Resultados; Lanzarote 304
Tabla 74. Resultados; Guadalquivir 307
Tabla 75. Los principales usos del agua por origen (hm^3/año) 307
Tabla 76. Resultados; Segura 310
Tabla 77. Resultados; Júcar 313
Tabla 78. Resultados; Miña-Sil 317
Tabla 79. Recuperación de costes en la DHMS (año 2007) 318
Tabla 80. Resultados; Cantábrico 318
Tabla 81. Resultados; Duero 321
Tabla 82. Resultados; Tajo 325
Tabla 83. Resultados; Guadiana 329
Tabla 84. Resultados; Guadiana (bis) 331
Tabla 85. Programas de control de aguas superficiales derivados de la Directiva Marco Europea del Agua 333
Tabla 86. Programas de control de aguas subterráneas derivados de la Directiva Marco Europea del Agua 333
Tabla 87. Entorno físico y población 337
Tabla 88. Evolución de la agricultura intensiva en el Poniente Almeriense 338
Tabla 89. Requerimientos climáticos y edáficos del tomate 344
Tabla 90. Requerimientos climáticos y edáficos del pimiento 345
Tabla 91. Requerimientos climáticos y edáficos del pepino 345
Tabla 92. Requerimientos climáticos y edáficos del calabacín 346
Tabla 93. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandía 347
Tabla 94. Requerimientos climáticos y edáficos del melón 347
Tabla 95. Requerimientos climáticos y edáficos de la berenjena 348
Tabla 96. Requerimientos climáticos y edáficos de la judía verde 349
Tabla 97. Plagas y enfermedades de los cultivos 350
Tabla 98. Superficies (ha) y rendimientos medios (kg ha^{-1}) de los cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense, campaña 2009/2010 351
Tabla 99. Superficie por sistema de cultivo en los términos municipales del Poniente Almeriense (ha) 353
Tabla 100. Materias primas y costes de producción en invernadero, Almería 354
Tabla 101. Necesidades nutritivas de los cultivos del Poniente Almeriense (kg ha^{-1}) 355
Tabla 102. Consumo de fertilizantes comerciales de los cultivos del Poniente Almeriense 355

Tabla 103. Ejemplo del consumo de fitosanitarios comerciales de los cultivos del Poniente Almeriense .. 356
Tabla 104. Dosis de riego por cultivo 359
Tabla 105. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) del Poniente Almeriense, mediante el primer método de cálculo (10^3 m^3) 359
Tabla 106. Recursos hídricos utilizados en la agricultura (UA_{Agr}) del Poniente Almeriense, mediante el segundo método de cálculo (10^3 m^3) 360
Tabla 107. Agua virtual (V) de los cultivos del Poniente Almeriense 361
Tabla 108. Agua virtual de los plásticos de cubierta de invernaderos en el Poniente Almeriense 362
Tabla 109. Agua virtual de los fertilizantes consumidos en el Poniente Almeriense 363
Tabla 110. Consumo per cápita de los productos del Poniente Almeriense (kg hab^{-1}) 364
Tabla 111. Consumo de los productos en la comarca del Poniente Almeriense (t) 364
Tabla 112. Agua virtual exportada en la comarca del Poniente Almeriense 365
Tabla 113. "Huella Hídrica" de la Agricultura del Poniente Almeriense en la campaña 2009/2010 (10^3 m^3) 366
Tabla 114. Eficiencia monetaria de la Agricultura del Poniente Almeriense en la campaña 2009/2010 366
Tabla 115. Población que consume los productos del Poniente Almeriense fuera de la comarca 367
Tabla 116. Características de los pozos de la comunidad de regantes Sol y Arena 371
Tabla 117. Volumen servido (hm^3) y pérdidas de la comunidad de regantes Sol y Arena 371
Tabla 118. Características de los pozos de la comunidad de regantes Solponiente. 2009 372
Tabla 119. Volumen captado (hm^3) por la comunidad de regantes Solponiente 372

11. Índice de figuras

Figura 1. Territotio vs. Actividades Económicas 27
Figura 2. Efectos del cambio climático por efecto invernadero en las temperaturas y las precipitaciones de la cuenca mediterránea 47
Figura 3. Evolución de las temperaturas y precipitaciones en la España peninsular, horizonte 2100 48
Figura 4. Evolución de valores extremos de precipitación en la España peninsular, horizonte 2100 49
Figura 5. Cambios en los daños anuales causados por las inundaciones fluviales en las regiones europeas para el período 2071-2100 51
Figura 6. Pérdida por inundaciones en España, en el periodo 1987-2001 54
Figura 7. Pérdida por inundaciones en España, estimación para el periodo 2004-2033 55
Figura 8. Viviendas iniciadas en España, 1992-2008. Atlas de la sostenibilidad en España 2009 57
Figura 9. Las grandes áreas de promoción inmobiliaria en España (1995-2008) 58
Figura 10. El régimen contable de la "Huella Hídrica" 68
Figura 11. El régimen contable de la "Huella Hídrica" de cuencas 71
Figura 12. Economías de Escala 91
Figura 13. Disponibilidad del agua per cápita (1950-2020) 97
Figura 14. La Política europea del Agua 98
Figura 15. Variación de las tarifas entre 2001 y 2008 102
Figura 16. Modelo General de la Oferta de "Huella Hídrica" 104
Figura 17. Oferta de "Huella Hídrica" en el Sector Agrario (2008) 114
Figura 18. Oferta de "Huella Hídrica" en el Sector Industrial y de la Construcción (2008) 115
Figura 19. Oferta de "Huella Hídrica" en el Sector Servicios y Doméstico (2008) 116
Figura 20. Los componentes de la demanda de agua 117
Figura 21. la teoría de la demanda y del consumidor 120
Figura 22. Demanda de "Huella Hídrica" por Sectores Económicos, España (2008) 125
Figura 23. Diagrama del Análisis de la "Huella Hídrica" 143
Figura 24. Análisis Coste-Beneficio de la "Huella Hídrica" 145
Figura 25. Estructura del Análisis Coste-Eficiencia 150
Figura 26. Cuadro conceptual de los Costes de la "Huella Hídrica" 152

Figura 27. Reposición-Obtención y Reasignación-Generación de la "Huella Hídrica" 156
Figura 28. España, precio de la "Huella Hídrica" por provincias (2008) 168
Figura 29. España, precio de la "Huella Hídrica" (2008) 169
Figura 30. España, precio de la "Huella Hídrica" en Andalucía (2008). Base de cálculo, el total de España 170
Figura 31. España, precio de la "Huella Hídrica" en Andalucía (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Andalucía 171
Figura 32. España, precio de la "Huella Hídrica" en Aragón (2008). Base de cálculo, el total de España .. 172
Figura 33. España, precio de la "Huella Hídrica" en Aragón (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Aragón 173
Figura 34. España, precio de la "Huella Hídrica" en Asturias (2008). Base de cálculo, el total de España . 174
Figura 35. España, precio de la "Huella Hídrica" en Asturias (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Asturias 175
Figura 36. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Baleares (2008). Base de cálculo, el total de España 176
Figura 37. España, precio de la "Huella Hídrica" en las Islas Baleares (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares 177
Figura 38. España, precio de la "Huella Hídrica" en las islas canarias (2008). Base de cálculo, el total de España 178
Figura 39. España, precio de la "Huella Hídrica" en las islas canarias (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias 179
Figura 40. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Cantabria (2008). Base de cálculo, el total de España 180
Figura 41. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cantabria (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Cantabria 181
Figura 42. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla-la Mancha (2008). Base de cálculo, el total de España 182
Figura 43. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla-la Mancha (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Castilla-la Mancha 183
Figura 44. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla y León (2008). Base de cálculo, el total de España 184
Figura 45. España, precio de la "Huella Hídrica" en Castilla y León (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Castilla y León 185
Figura 46. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cataluña (2008). Base de cálculo, el total de España . 186
Figura 47. España, precio de la "Huella Hídrica" en Cataluña (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Cataluña 187
Figura 48. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad Valenciana (2008). Base de cálculo, el total de España 188
Figura 49. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad Valenciana (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de la C. Valenciana 189
Figura 50. España, precio de la "Huella Hídrica" en comunidad de Extremadura (2008). Base de cálculo, el total de España 190
Figura 51. España, precio de la "Huella Hídrica" en Extremadura (2008). Base de cálculo, Extremadura.. 191
Figura 52. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de Galicia (2008). Base de cálculo, el total de España 192
Figura 53. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de Galicia (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Galicia 193
Figura 54. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de la Rioja (2008). Base de cálculo, el total de España 194

Figura 55. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de la rioja (2008). Base de cálculo, la Rioja 195

Figura 56. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de Madrid (2008). Base de cálculo, el total de España 196

Figura 57. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Madrid (2008). Base de cálculo, la Rioja 197

Figura 58. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de Murcia (2008). Base de cálculo, el total de España 198

Figura 59. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Murcia (2008). Base de cálculo, Murcia 199

Figura 60. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad de Navarra (2008). Base de cálculo, el total de España 200

Figura 61. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad de Navarra (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma de Navarra 201

Figura 62. España, precio de la "Huella Hídrica" en Comunidad del País Vasco (2008). Base de cálculo, el total de España..... 202

Figura 63. España, precio de la "Huella Hídrica" en la Comunidad del País Vasco (2008). Base de cálculo, la Comunidad Autónoma del País Vasco 203

Figura 64. Componentes de la "Huella Hídrica" 214

Figura 65. Composición de los Recursos Hídricos..... 216

Figura 66. Perfil del consumo de agua, por grandes sectores y conjuntos regionales..... 217

Figura 67. Consumo de agua en las principales ciudades españolas 218

Figura 68. "La sostenibilidad de las capitales de provincia de España" 222

Figura 69. Resumen de los datos de sostenibilidad media sensu stricto obtenidos para cada capital de provincia..... 227

Figura 70. Gráfico-resumen de los datos de sostenibilidad media sensu stricto obtenidos para cada capital de provincia 228

Figura 71. Valores medios de sostenibilidad que alcanzan los diferentes indicadores analizados 229

Figura 72. Jerarquía Urbana y "Huella Hídrica"..... 232

Figura 73. El Ciclo del Agua en la Ciudad de Madrid 238

Figura 74. Volumen de agua facturada per cápita en la Comunidad de Madrid 241

Figura 75. Evolución del agua facturada por sectores en el Municipio de Madrid 242

Figura 76. La "Huella Hídrica" en Madrid (1996-2008)..... 244

Figura 77. Volumen de agua utilizado para producir un kilográmo de carne de pollo en distintos países 247

Figura 78. Redes de agua reciclada del término Municipal de Madrid 251

Figura 79. Porcentaje de población equivalente con tratamiento de aguas residuales (2008)..... 254

Figura 80. Evolución de los contenidos en metales pesados de los fangos..... 255

Figura 81. Demarcaciones Hidrográficas..... 265

Figura 82. Demarcaciones Hidrográficas de España..... 265

Figura 83. La "Huella Hídrica" en España (1996) 276

Figura 84. La "Huella Hídrica" en España (2008) 276

Figura 85. Variaciones en la "Huella Hídrica" en España (1996-2008) 277

Figura 86. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (1996) 280

Figura 87. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (2008) 280

Figura 88. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (1996-2008) 281

Figura 89. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (1996)..... 283

Figura 90. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (2005)..... 283

Figura 91. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica las Cuencas Internas del País Vasco (1996-2005)..... 284

Figura 92. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (1996)..... 285

Figura 93. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (2005)..... 286

Figura 94. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Internas de Cataluña (1996-2005)..... 286

Figura 95. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (1996)..... 288

Figura 96. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (1996)..... 289

Figura 97. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Atlánticas de Andalucía (1996-2005)..... 289

Figura 98. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (1996) 292

Figura 99. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (2005) 292

Figura 100. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca Mediterránea (1996-2005)..... 293

Figura 101. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (1996) 295

Figura 102. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (2005) 295

Figura 103. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (1996-2005)..... 296

Figura 104. La "Huella Hídrica" en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (1996)..... 298

Figura 105. La "Huella Hídrica" en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (2005)..... 299

Figura 106. Variaciones en la "Huella Hídrica" en las Demarcaciones Hidrográficas de las Islas Canarias (1996-2005)..... 299

Figura 107. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996)..... 305

Figura 108. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2005)..... 306

Figura 109. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (1996-2005) 306

Figura 110. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996)..... 308

Figura 111. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Segura (2005)..... 309

Figura 112. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Segura (1996-2005). 309

Figura 113. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2005) 311

Figura 114. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2005) 312

Figura 115. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (1996-2005) ... 312

Figura 116. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (1996)..... 315

Figura 117. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (2005)..... 316

Figura 118. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil (1996-2005) 316

Figura 119. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (1996)..... 318

Figura 120. La "Huella Hídrica" en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (2005) 318

Figura 121. Variaciones en la "Huella Hídrica" de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico (1996-2005).. 319

Figura 122. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Duero (1996) 321
Figura 123. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Duero (2005) 322
Figura 124. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Duero (1996-2005) .. 322
Figura 125. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1996)..... 324
Figura 126. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2005)..... 325
Figura 127. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1996-2005) 325
Figura 128. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (1996) 327
Figura 129. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (2005) 328
Figura 130. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (1996-2005) 328
Figura 131. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Ebro (1996) 330
Figura 132. La “Huella Hídrica” en la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2005) 330
Figura 133. Variaciones en la “Huella Hídrica” de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (1996-2005) 331
Figura 134. Margen de beneficios del regadío en relación al secano por comarca..... 335
Figura 135. Comarca del Poniente Almeriense 336
Figura 136. Localización geográfica del Poniente Almeriense 336
Figura 137. Vista aérea, municipios, núcleos urbanos, relieve y red de carreteras del Poniente Almeriense 337
Figura 138. Evolución del poniente almeriense. 1974-2004 339
Figura 139. Ejemplos de invernaderos tipo Almería 340
Figura 140. Ejemplos de invernadero tipo industrial..... 341
Figura 141. Evolución de la superficie de los cultivos bajo invernadero del Poniente Almeriense, campaña 2009/2010 351
Figura 142. Porcentajes de superficie por sistema de cultivo..... 352
Figura 143. Porcentajes de los recursos hídricos utilizados en la agricultura, por término municipal 360
Figura 144. Porcentajes de los recursos hídricos utilizados en la agricultura, por término municipal 361
Figura 145. Extracciones y déficits de los recursos hídricos (hm^3) 368
Figura 146. Unidades hidrogeológicas del Campo de Dalías..... 369
Figura 147. Sectorización del Campo de Dalías, realizada por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario 370
Figura 148. Actuaciones urgentes en el Poniente Almeriense..... 373
Figura 149. Embalse de Benínar..... 373
Figura 150. Obras de construcción de la Desaladora Campo de Dalías 374
Figura 151. Embalse de Cuevas de Almanzora..... 375

FUNDACIÓNMAPFRE

www.fundacionmapfre.com
Tel. (+34) 91 581 00 97
Fax: (+34) 91 581 85 35

Colabora: