

SEQUÍAS Y ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE EN ESPAÑA

Antonio M. Rico Amorós
Instituto Universitario de Geografía
Universidad de Alicante

RESUMEN

Las secuencias de sequía, evento propio de la Península Ibérica por su filiación subtropical, constituyen un riesgo climático con grandes repercusiones sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable. El análisis de las causas atmosféricas y de sus efectos sobre los suministros de agua potable en España son aspectos que aborda este trabajo. Sus repercusiones se explican con perspectiva regional, a partir de factores de oferta y de demanda de agua, y valorando la participación de infraestructuras como los trasvases y el empleo de recursos no convencionales. Finalmente, se evalúan los efectos de las sequías sobre los principales sistemas regionales de abastecimiento existentes en España, junto con las estrategias adoptadas para garantizar los suministros de agua potable.

Palabras clave: sequía, escasez de recursos hídricos, trasvases, desalación, abastecimientos urbanos.

ABSTRACT

The sequences of drought, own event of the Iberian Peninsula for his subtropical filiation, constitute a climatic risk with big repercussions on the systems of supply of drinkable water. The analysis of the atmospheric reasons and of their effects on the supplies of drinkable water in Spain they are aspects that this work approaches. Their repercussions explain, with regional perspective, from offer's factors and water demand factors, and valuing the existence of infrastructures, as the transfers and the employment of not conventional resources.

Fecha de recepción: febrero 2004.

Fecha de admisión: marzo 2004.

Finally, there are evaluated the effects of the droughts on the main regional existing systems of supply in Spain, together with the adopted strategies it stops to guarantee the supplies of drinkable water.

Key words: drought, shortage of water resources, transfers, desalination, urban water supplies.

I. INTRODUCCIÓN

Por propia ubicación geográfica, en relación con la circulación atmosférica general del oeste y la subsidencia subtropical, los episodios de sequía constituyen uno de los principales riesgos naturales de origen atmosférico que padecen las actividades humanas desarrolladas en territorio español. Las respuestas, las formas de adaptación y las actuaciones propiciadas por el hombre para hacer frente a este episodio climático han tenido incidencia en la organización territorial de España desde la época romana a la actualidad. Sin embargo, en los albores del siglo XXI y tras siglos de experiencias, la sociedad española no ha sido capaz de articular las medidas necesarias para evitar que la falta de agua propiciada por las sequías, se haya convertido en uno de los riesgos climáticos que más daños económicos y repercusiones ambientales ocasionó en España durante el llamado Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (1990-1999). A escala regional, las sequías ofrecen como denominador común la disminución de lluvias durante periodos de tiempo más o menos prolongados que, con ello, restringen la oferta natural de recursos de agua disponible. Por otro lado, sus efectos, grado de percepción y respuestas humanas son muy diferentes según regiones. La pertenencia de gran parte de la Península Ibérica al dominio climático mediterráneo, y su proximidad al ámbito de subsidencia subtropical del anticiclón de Azores explican el carácter de hecho climático más o menos habitual y generalizable a toda España. Sin embargo, son factores de naturaleza geográfica e hidrográfica los que explican la mayor frecuencia de episodios que padecen los archipiélagos de Baleares y Canarias y las tierras del centro, sur y sureste peninsular. Pero estos factores de riesgo potencial no son en modo alguno excluyentes ni determinantes. Así, la falta de infraestructuras hidráulicas, el incremento del consumo o la precaria gestión del agua han extendido sus efectos a regiones teóricamente bien dotadas de recursos como las cantábricas, las pirenaicas e incluso a comarcas gallegas. Un factor decisivo ha sido la intensificación de las demandas propiciada por la expansión de las ciudades e industrias, la configuración de dorsales urbano-turísticas en territorios costeros y, por otro lado, el incremento en más de 2.000.000 de hectáreas de regadíos durante los últimos cincuenta años.

Por su parte, las actuaciones humanas frente a las sequías adquieren gran complejidad al concurrir factores de decisión múltiples. Resulta necesaria la coordinación de diferentes políticas: ordenación del territorio, planificación hidrológica, Política Agraria Común, gestión de abastecimientos de agua potable, política energética nacional o los planteamientos del desarrollo sostenible. En los países más avanzados en la gestión de riesgos naturales como Estados Unidos, los llamados «*planes de sequía*» se conciben como procedimientos de análisis exhaustivos, dirigidos a valorar el grado de riesgo de manera anticipada, identificar

las zonas y las componentes de demanda más vulnerables, y proponer los instrumentos de gestión adecuados para mitigar sus efectos (Wilhite, D.A. 1997). En España, pese a tratarse de un riesgo climático recurrente, los «*planes de sequía*» de estas características no son habituales; destacan tan sólo los elaborados por grandes empresas distribuidoras de agua potable como el Canal de Isabel II de Madrid, EMASESA de Sevilla o Aguas Ter Llobregat de Barcelona que los han publicado con carácter de manuales de gestión de sequías. Los planes hidrológicos de cuenca aprobados a finales de la pasada década tampoco resolvieron de forma adecuada un tema de tanta trascendencia como éste. Tampoco se ha avanzado en la redacción de los «Planes de Emergencia de Sequías» establecidos (Art. 27.3) en la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, para los abastecimientos urbanos con población superior a 20.000 habitantes.

II. LAS SEQUÍAS: UN RIESGO CLIMÁTICO GENERALIZABLE A TODO EL TERRITORIO ESPAÑOL

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, urbanoturísticas, 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. La sequía constituye un hecho natural, que es condigno de las condiciones climáticas de las tierras ibéricas, por su posición meridional en la zona de circulación general del oeste de latitudes medias. Durante estas situaciones, que también se hacen patentes en Baleares y en Canarias, las circulaciones atmosféricas de raigambre subtropical prevalecen sobre la llegada de borrascas atlánticas imponiendo condiciones de subsidencia anticiclónica, estabilidad y descenso significativo de lluvias.

No obstante, las sequías que afectan al territorio español no tienen ni frecuencia ni duración fijas, y tampoco idénticos efectos en las diferentes regiones. La propia posición geográfica de los territorios españoles —peninsulares e insulares— y dentro de ellos la influencia de los sistemas de relieve respecto a los flujos dominantes crea un mosaico de climas, con diversos conjuntos y variedades dentro de éstos que impide hablar de un solo tipo de sequía climática. Además, las causas atmosféricas que las originan tampoco son idénticas en todas las regiones españolas, lo que propicia desiguales efectos territoriales en relación con la mayor o menor adaptación de la población y los cultivos a la oferta de agua disponible. Dejando al margen las sequías en el archipiélago canario que, por lo general, participan de las secuencias de sequía que afectan a la totalidad del territorio español, es posible distinguir tres tipos de sequía climática en España (Olcina Cantos, J. 2001): a)sequías «cantábricas»; b)sequías «ibéricas»; c)sequías «surestinas».

Las «cantábricas», que afectan a la franja de clima atlántico del norte peninsular, son más esporádicas y de menor duración. No obstante, esa baja frecuencia de años secos o de periodos de sequía en una zona acostumbrada al agua, convierte a la ausencia de lluvias en una noticia de primer orden por las restricciones que pueden afectar a los sistemas de abastecimiento (Ruiz Urrestarazu, E. 1998). Las «ibéricas» ofrecen un carácter coyuntural y sin

un calendario fijo de aparición, si bien, pueden constituir secuencias secas con una duración entre dos y cuatro años. Pueden afectar al conjunto de las tierras peninsulares e insulares, aunque con una repercusión mucho menor en la franja cantábrica. A diferencia de las anteriores, las «surestinas» tienen un carácter estructural. De hecho, es poco habitual encontrar años lluviosos en las series de precipitación registradas en los observatorios de esta región climática. Además, pueden prolongar los efectos de las sequías «ibéricas» por el abrigo aerológico que imponen los relieves béticos a los flujos del atlántico (borrascas frontales) a todo el territorio del sureste peninsular.

En el origen de las sequías suele coincidir la instalación de dorsales anticiclónicas vinculadas a advecciones de las masas de aire tropical marítimo o tropical continental, que imponen situaciones de estabilidad atmosférica. No obstante existen dos salvedades en la relación entre jornadas anticiclónicas y ausencia de lluvias. Así, en la fachada mediterránea, la instalación de altas de bloqueo vinculadas a situaciones de retrogresión, con entrada de vientos marítimos en superficie, puede generar nubosidad y lluvias. Otra excepción ocurre el régimen de los alisios en Canarias, asociado al máximo subtropical de Azores, que origina precipitaciones «horizontales» relacionadas con la presencia del «mar de nubes» en las laderas de barlovento de los relieves volcánicos. Mención aparte merece el territorio del sureste ibérico, ya que la llegada de frentes asociados a borrascas atlánticas atraviesan la península no supone precipitaciones —salvo en el caso de borrascas muy enérgicas—, puesto que éstos llegan sin efectividad pluviométrica (Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. 2000).

Aunque existen excepciones, se puede afirmar que la presencia de crestas o dorsales anticiclónicas durante un periodo de 140 días determina un año seco; y éste alcanza el grado de muy seco cuando se rebasan 160 jornadas bajo condiciones de abrigo aerológico. Además, la instalación de situaciones anticiclónicas ocurre en los meses no estivales que, por definición, constituyen el periodo más propicio para que se den tipos de tiempo inestables asociados a la circulación general del oeste.

La disminución de recursos pluviométricos que acompaña a una sequía suele ofrecer resultados muy desiguales según regiones. A partir del análisis de los episodios sufridos en España durante las dos últimas décadas, se evidencia la existencia de una «diagonal de sequía» que enlaza los Pirineos orientales y la cuenca media del Tajo; al sur de esa línea, la reducción de precipitaciones puede superar el 40 % respecto a los registros medios. Esta caída rebasó incluso el 60 % en el sureste peninsular, donde algunos observatorios sólo recogieron el 40 % de la media en 1995.

En relación con los valores de reducción señalados, se aprecia que la percepción de la sequía como tal no depende sólo de la merma de recursos pluviométricos, ya que también interviene la valoración humana del medio geográfico y la ordenación del territorio para resistir a las épocas secas. En las regiones del cantábrico, con valores de disminución de lluvia de 150 mm —respecto a precipitaciones anuales de 800 mm— se considera sequía. En cambio, en el sureste ibérico tiene que darse una merma de 150 mm., que llega a suponer el 50 % de la precipitación media anual para considerar un año seco. Pero también intervienen otros factores no exclusivamente climáticos o específicamente pluviométricos. En primer lugar, puede influir que se sucedan varios meses secos tras un ciclo de lluvias. Igualmente la propia sensación de que falten los recursos pluviométricos en las estaciones en que llueve habitualmente, es decir, otoño, invierno y primavera. En relación con las transferencias de

Cuadro 1
SITUACIONES ATMOSFÉRICAS CAUSANTES DE DISMINUCIÓN O AUSENCIA DE
PRECIPITACIONES PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE SEQUÍA DEFINIDOS

Tipos de sequía	SITUACIONES ATMOSFÉRICAS CAUSANTES
Sequía «ibérica»	<ul style="list-style-type: none"> — Dorsales de aire subtropical marítimo — Crestas saharianas — Dorsales anticiclónicas derivadas de ondas de retrogresión.
Sequía «cantábrica»	<ul style="list-style-type: none"> — Crestas saharianas — Dorsales anticiclónicas derivadas de ondas de retrogresión con eje al norte de 45° N, y con una vaguada (o depresión fría en altitud) en la mitad meridional de la Península Ibérica — Borrascas frontales con rumbo suroeste-noreste y entrada por el Golfo de Cádiz (efecto <i>foehn</i> en la fachada cantábrica)
Sequía «surestina»	<ul style="list-style-type: none"> — Dorsales de aire subtropical marítimo — Crestas saharianas centradas en la Península Ibérica — Circulación zonal — Borrascas frontales que penetran en la Península Ibérica por el noroeste o suroeste.

Fuente: Olcina Cantos, J. 2001.

agua, sucede que la propia sensación de sequía puede verse alterada si los volúmenes de agua trasvasados garantizan los abastecimientos agrario y urbano (Morales Gil, A., Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M., 2000). Es lo que ocurre, por ejemplo, con los trasvases Tajo-Segura, Ter-Llobregat o Zadorra-Arratia, que alteran la percepción de falta de lluvias según el volumen transferido a las áreas beneficiadas. Así ha ocurrido los últimos años en la cuenca del Segura, que a pesar de encontrarse en una situación de déficit pluviométrico se ha podido atender las necesidades de los cultivos y de los abastecimientos gracias al Tajo-Segura. Por otra parte, y a diferencia de lo que ocurre en las zonas rurales donde dominan los cultivos pluviales, la sensación de sequía en el medio urbano resulta menos perceptible, ya que estos episodios sólo importan y causan alarma cuando provocan restricciones en el suministro de agua potable.

Abundan también los ejemplos de sequías hidrológicas con repercusiones sobre los abastecimientos, que se han visto agravadas por la práctica de algún desembalse importante. Uno de los ejemplos más notorios fue el desembalse de 1.200 hm³ de recursos almacenados en el Ato Tajo, a principios de los años ochenta del pasado siglo, que agravó la fuerte sequía que padeció el sureste ibérico al impedir la transferencia de esos recursos a la cuenca del Segura. Un hecho similar ocurrió en la sequía sufrida en el País Vasco durante 1989-1990, con motivo del desembalse de 40 hm³ para la producción de electricidad en el sistema del Zadorra. En esos años, una reducción de precipitaciones del 25-35 % respecto a la media, tuvo graves repercusiones sobre el suministro de agua de Bilbao. En idéntico sentido, en la

sequía ibérica de comienzos de los años noventa los graves problemas de abastecimiento de Sevilla y su aglomeración se vieron agravados por el desembalse de 125 hm³ del embalse de Zufre durante 1990 (Rico Amorós, A.M., 2001).

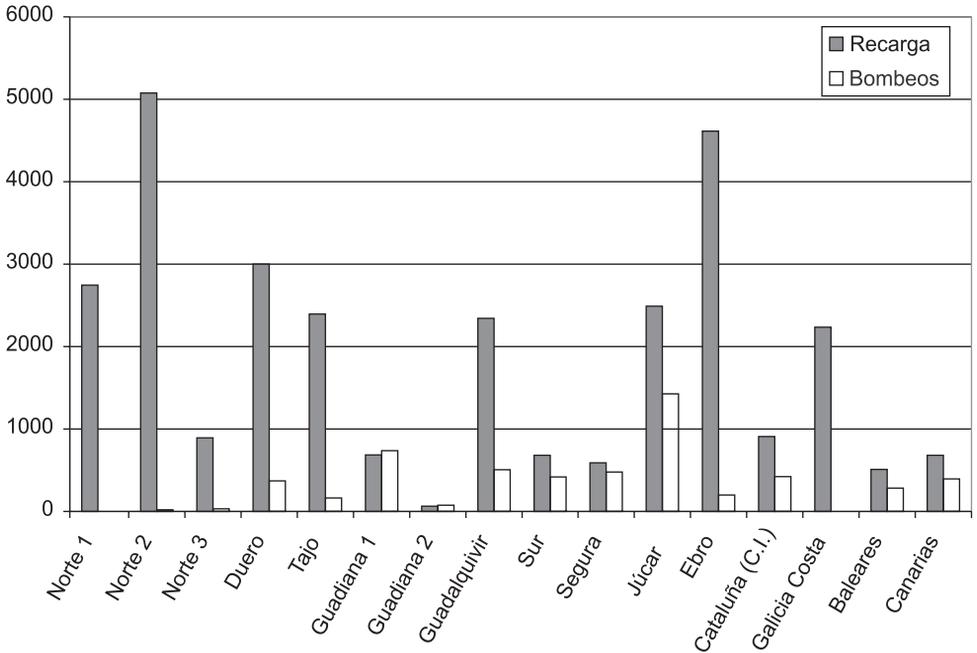
III. UNOS RECURSOS DE AGUA DESIGUALMENTE REPARTIDOS Y DE REGULACIÓN IMPERFECTA FRENTE A UNAS DEMANDAS EN EXPANSIÓN

Durante la segunda mitad del siglo XX, 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 hm³/año, frente a unos usos que sumaban en 1995 un volumen de 35.323 hm³/año y un consumo efectivo de 20.783 hm³/año, tras descontar un volumen de retornos que suma 14.539 hm³/año¹. Las confederaciones hidrográficas del Norte, incluida Galicia Costa, sumadas a las del Duero y Tajo totalizan 56.450 hm³/año, es decir, el 50 % de los recursos frente a unos usos consuntivos que representan el 26 % del total nacional. En cambio, Baleares, Canarias y los territorios adscritos a las confederaciones del Segura, Júcar y Sur tienen demandas próximas o superiores a la oferta natural de recursos existente. Por otro lado, que España reciba en régimen natural 111.000 hm³/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 hm³/año. Varias son las razones. En primer lugar, porque de los 111.305 hm³/año, hay 29.908 hm³/año, que corresponden a la recarga natural de acuíferos subterráneos y las posibilidades de acceso a estos recursos están insuficientemente aprovechadas. El consumo de recursos hipogeos en España ascendería según el Libro Blanco del Agua (1998) a 5.532 hm³/año.

Estas extracciones suponen tan sólo el 18,5 % de la recarga anual media en régimen natural que asciende a 29.908 hm³/año. De dicho volumen tan sólo un 3,9 % corresponde a los archipiélagos de Baleares (508 hm³/año) y Canarias (681 hm³/año), mientras que valores mayores de recarga se encuentran en los ámbitos de las cuencas del Norte II (5.077 hm³/año), Ebro (4.614 hm³/año), Duero (3.000 hm³/año), Norte I (2.745 hm³/año) y Júcar (2.492 hm³/año) (MMA, 1998). Para agua potable se estarían aprovechando unos 1.080 hm³/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, Ali-

1 El Libro Blanco del Agua en España asumió las cifras convencionalmente admitidas sobre consumo efectivos y retornos para los diferentes usos: a) En regadíos sería de 80 % de consumo efectivo y 20 % de retornos; b) En abastecimientos urbanos e industriales sería del 20 % de consumo y 80 % de retornos; c) En refrigeración sería del 5 % y 95 %, respectivamente.

RECARGA NATURAL Y BOMBEO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA (HM³/AÑO)



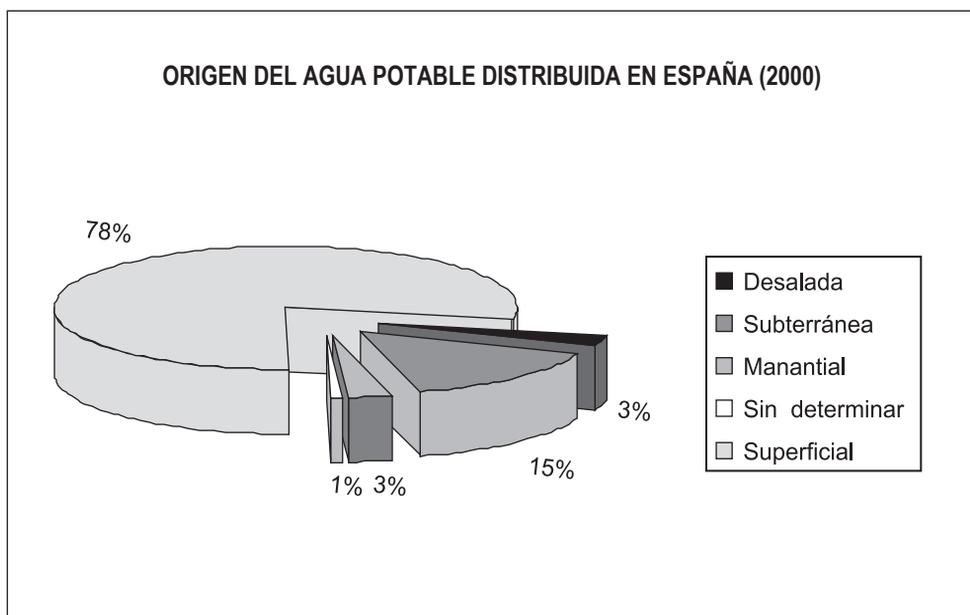
cante, Valencia, Castellón y Almería. Muchos núcleos de población del Bajo Guadalquivir, Mancha Occidental, Valles del Ebro y del Duero o de la fachada cantábrica que padecieron severas restricciones durante la sequía de la primera mitad de los años noventa podrían haberlas paliado con la explotación de sus propios acuíferos. A pesar de sus posibilidades no hay que olvidar que la explotación intensiva de reservas ha conducido a la declaración provisional 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.

Otro factor que impide acceder a todos los recursos que recibe España 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 hm³, 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 primordialmente por intereses hidroeléctricos generando notorios desequilibrios en perjuicio de los llamados fines consuntivos. Un caso llamativo corresponde a la cuenca del Duero, donde la mayor capacidad de embalse, con más de 4.100 hm³, se encuentra en el tramo de los Arribes, sin posibilidad de atender regadíos ni consumos urbanos. La regulación de esta cuenca resulta tan imperfecta que escaparían a todo control más de 11.100 hm³, es decir, el 77 % de las aportaciones (García Fernández J., 1999). Por otro lado, el Plan Hidrológico Nacional (2001) tan sólo ha previsto la realización de 116 embalses, entre los cuales destacan los previstos en la cuenca del Tajo para el abastecimiento de Guadalajara, corredor del Henares y Madrid. En cuencas de regulación tan imperfecta como las del Norte y la del Duero tan sólo está prevista la construcción de 10 embalses, mientras que la del Ebro es la única que merecería atención prioritaria con 46 posibles presas, muchas de ellas recogidas en el Pacto del Agua que fue suscrito en 1992 por las Cortes de Aragón, aunque sujetas a fuerte polémica por afectar en algunos casos a parajes de gran valor paisajístico y ecológico.

Frente a los recursos garantizados (46.000 hm³/año), se sitúan unas demandas que precisan 35.323 hm³/año. Las agrícolas suman 24.094 hm³/año y generan el 92,7 % del consumo efectivo, si bien, suponen el 68,2 % de los usos totales. Las urbanas, con 4.667 hm³/año, acumulan el 4,49 % del consumo efectivo y el 13,21 % de los usos; a estos últimos les siguen los industriales, con el 1,58 % del consumo efectivo y el 4,66 % de los usos, y los usos de refrigeración con el 1,23 % del consumo y el 13,91 % de los usos. En cuanto a la procedencia del agua, no existen estadísticas fiables de lo que representa para cada tipo de uso el aprovechamiento de aguas superficiales, subterráneas o de recursos no convencionales. Así, se estima que el volumen de agua utilizado en España para abastecimiento de poblaciones y para las industrias conectadas a las redes municipales, se acerca a 4.700 hm³/año, de los cuales, entre 1.000 y 1.500 hm³/año son de origen subterráneo y unos 120 hm³/año procedentes de desalación. De esta forma, se puede estimar que la captación de agua superficial con destino al suministro de poblaciones puede oscilar entre 3.000 y 3.600 hm³/año. De los 8.160 municipios existentes en España, unos 5.550 (68 %) dependen de recursos de agua subterránea y el resto (32 %) de superficial. En cambio, la proporción se invierte a favor de las aguas superficiales cuando se trata de población atendida con estos recursos que sumaría alrededor del 70 % del total (IGME, 2001).

Existen ciertas diferencias con los datos ofrecidos por la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS), a partir de encuestas realizadas en municipios mayores de 2.000 habitantes. En relación con el origen del agua potable que es inyectada a la red de distribución, el 78 % de la población española depende de recursos superficiales, seguido de lejos de los subterráneos, con el 15 %. Sin embargo, resultan evidentes las grandes diferencias existentes según el tamaño del abastecimiento. Así ocurre con los suministros que abastecen a los municipios con población inferior a 50.000 habitantes, que dependen principalmente de los recursos subterráneos (46 %) y en menor medida de aguas superficiales (29 %). En cambio, la participación de los subterráneos disminuye a medida que aumenta el tamaño de los municipios abastecidos a favor de las aguas superficiales, que llegan a supo-



Fuente: AEAS, 2002.

ner el 95 % de los recursos inyectados a las redes de agua potable en las áreas metropolitanas (AEAS, 2002).

IV. TRASCENDENCIA DE LOS TRASVASES PARA GARANTIZAR SUMINISTROS DE AGUA POTABLE

La preocupación por el suministro de agua a las ciudades ha sido una constante histórica en territorio ibérico desde la Antigüedad, especialmente desde la etapa de la *autoritas* romana. Ocurre así, con el abastecimiento de la ciudad de Mérida a partir de las aguas conducidas, mediante acueductos, desde los embalses de Proserpina y Cornalbo; de los abastecimientos de Segovia, Toledo, Sexi, Lérida, Cádiz, Jerez, Zaragoza y Tarragona, con depósitos, canales y acueductos que han dejado un rico patrimonio monumental y una bella impronta paisajística hasta la actualidad. En el caso de Toledo, se construyó una presa (La Alcantarilla) y más de 50 kilómetros de canal; y, por último, antes de entrar en la ciudad, para salvar la fosa del Tajo con un desnivel de 90 metros, se dispuso un sifón cuyo vientre se condujo sobre un acueducto de un solo piso. En la capital de la Lusitania los sistemas de abastecimiento fueron tres, lo que manifiesta el nivel de desarrollo que habían alcanzado las técnicas hidráulicas. El primero formado por el embalse de Proserpina y una conducción de la que formaba parte el acueducto de los Milagros; el segundo arrancaba de los manantiales de Rabo de Buey y conducía las aguas a la ciudad por el acueducto de San Lázaro. El tercero estaba constituido por las galerías de captación y el embalse de Cornalbo, cuya conducción,

sumergida en su mayor parte, accedía a unos depósitos ubicados en las cercanías de la ciudad (Matés Barco, J.M. 1999). La ciudad de Valladolid ofrece otro ejemplo prototípico de actuaciones hidráulicas para garantizar el suministro de agua potable. La imposibilidad de utilizar aguas del río Esgueva y los problemas de turbiedad que a menudo presentaban las superficiales del Pisuerga, animó a partir de finales del siglo XV y hasta mediados del XVII diversas iniciativas para garantizar los abastecimientos. Entre éstas, destaca el aprovechamiento de las aguas aportadas por los manantiales de Argales, que desde 1443 eran conducidas a la ciudad (Convento de San Benito) aprovechando un pequeño desnivel, de apenas 10 metros. No obstante, el aprovechamiento de las fuentes de Argales no estuvo garantizado hasta la ejecución, entre 1586 y 1622, de un proyecto de obra de Juan de Herrera con un recorrido de 6.535 metros, realizado en mampostería y hormigón de cal del cual todavía se conservan las arcas individuales para captar el agua (AV, 2003).

En materia de abastecimientos de agua potable, una de las realizaciones más destacadas corresponde a los «viajes de aguas» de Madrid proyectados durante el Reformismo Ilustrado. El sistema tradicional de suministro estuvo basado hasta mediados del siglo XIX en los llamados «viajes de agua», que eran galerías de captación construidas en el acuífero detrítico con la técnica árabe del «qanat», que podían aportar unos 4.000 m³/día. La necesidad creciente de recursos, impulsó desde finales del XVIII a mediados del XIX la redacción de varios proyectos técnicos para la traída de agua desde el Jarama y sus afluentes a Madrid. Finalmente, fue el proyecto de Juan Rafo y Juan de Ribera, elaborado en 1848, el que daría lugar a la construcción del Canal de Isabel II, que incluía la construcción del embalse del Pontón de la Oliva, un canal de 70 km. hasta Madrid y la distribución de agua a domicilio. El Canal, inaugurado el 24 de junio de 1858, permitiría el desarrollo del Ensanche, como atestigua el dato de que los barrios de Argüelles y Salamanca contaran ya con proyecto de abastecimiento de agua potable y saneamiento en 1867 (López Gómez, A. 2002).

En las últimas décadas del XIX otras ciudades españolas como Barcelona y Valencia vieron también supeditada su expansión urbana a «*vijajes de agua*» de gran recorrido mediante tomas en el Besós y Turia respectivamente (Gil Olcina, 1999). Durante la segunda mitad del siglo XX, los procesos de urbanización e industrialización de las grandes ciudades españolas no se hubiesen producido sin el concurso de volúmenes crecientes de agua potable. Para incrementar su oferta fue necesaria la construcción de grandes sistemas de distribución en alta, con orígenes situados a veces a cientos de kilómetros del lugar de consumo. Ejemplo prototípicos son el Canal de Isabel II (Madrid), Aguas Ter-Llobregat (Barcelona), Mancomunidad de los Canales del Taibilla (Alicante y Murcia), Aguas de Valencia o EMASESA de Sevilla.

En España, a pesar de la trascendencia socioeconómica que revisten los trasvases, muchos habitantes desconocen que su suministro de agua potable depende de complejos sistemas regionales de distribución en alta que suelen transferir recursos de unas cuencas a otras. Desde el sistema de embalses de Entrepeñas y Buendía, el Alto Tajo habría trasferrido desde 1979 a 2002 un promedio de 331 hm³/año para el riego de unas 135.000 ha. y el abastecimiento público de las cuencas del Segura, Júcar y Sur; la conexión Tajo-Segura resulta vital para la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, que gestiona la distribución en alta de 76 municipios y más de 2,5 millones de habitantes de las provincias de Albacete, Alicante y Murcia. También resulta beneficiada la cuenca del Guadiana y, concretamente,

las Tablas de Daimiel, con una media de 10 hm³/año para paliar la sobreexplotación del acuífero nº 23. En virtud de un Protocolo de Colaboración suscrito en Ciudad Real, el 12 de enero de 2000, entre el Ministerio de Medio Ambiente, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se dispuso prolongar el Tajo-Segura con 120 km. de conducciones para aportar 50 hm³/año para el suministro de 58 municipios y 450.000 habitantes de las provincias de Cuenca (11 municipios), Albacete (2), Ciudad Real (45)².

El río Ebro cede una media de 200 hm³/año a las cuencas del Norte II y III, dependiendo de ello el suministro en alta del Consorcio de Aguas del Gran Bilbao y de Torrelavega. También soporta una derivación de 70 hm³/año, para alimentar el trasvase Ebro-Campo de Tarragona, del que depende buena parte del suministro turístico a la Costa Dorada y al complejo petroquímico de Tarragona. Más polémica fue la participación del Ebro en el trasvase (5 hm³/año) a la Bahía de Palma mediante buques cisterna durante la sequía de la primera mitad de los años noventa. En la cuenca del Júcar, destacan las transferencias internas de este río a la cuenca del Turia, mediante el canal Júcar-Turia, del que depende el suministro de Valencia (125 hm³/año), con unos 40 municipios y más de un millón de habitantes atendidos. El Júcar también soportó una transferencia de 7,5 hm³/año durante la sequía de 1998 a 2002, desde el embalse de Alarcón a Benidorm y Marina Baja, a través del acueducto Tajo-Segura. La cuenca del Sur cede unos 110 hm³/año mediante el trasvase Guadiaro-Guadalete del que depende el suministro de agua potable de la Bahía de Cádiz (Rodríguez Martínez, F. 1999).

En la mayoría de las regiones españolas se encuentran ejemplos de regadíos o áreas urbanas con sistemas de suministro basados en transferencias de agua a gran distancia. La distribución en alta de la ciudad de Valladolid se sustenta en los aportes del Canal del Duero, con 52 km. de longitud y punto de toma en Quintanilla de Onésimo, y el ramal meridional del Canal de Castilla que tiene su origen en Herrera de Pisuerga (Palencia) y proporciona agua del Pisuerga y del Carrión (Manero Miguel, F. 1988; García Fernández, J. 1989). En la propia cuenca del Ebro, regadíos y abastecimientos de agua potable se han sustentado en los aportes de canales de largo recorrido como los de Lodosa, Tauste y especialmente el Canal Imperial de Aragón, del cual ha dependido el desarrollo urbano e industrial de Zaragoza. En el archipiélago canario, se han configurado trasvases desde la zona de medianías a la costa y desde las fachadas de barlovento del alisio a las de sotavento; este hecho ha posibilitado el desarrollo turístico y agrícola de municipios meridionales de Tenerife (Teno, Guía y Adeje), Gran Canaria (San Nicolás de Tolentino) y la Palma (Fuencaliente y Valle de Aridane) (Quirantes, F. 1988; Martín Martín V. y Rodríguez Brito, W. 1999). En Andalucía, el complejo sistema de distribución de agua potable en alta de Sevilla y de otros 36 municipios de su aglomeración urbana se basa en canales de gran recorrido y embalses reguladores (Aracena, Zufre, Minilla, Cala, Gergal y Pintado) de los ríos de la margen derecha del Guadalquivir con cabecera en Sierra Morena (Cruz Villalón, J. 1988). Solución hidráulica similar, aunque

2 Las obras preveían 460 km. de conexiones secundarias con diferentes núcleos de población, con un coste total de 284 millones de Euros, que sería financiado por la Confederación Hidrográfica del Guadiana (85 %) y por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (15 %).

con mayor presencia de aguas subterráneas, es la adoptada en la costa mediterránea andaluza donde se ha recurrido a conducciones, embalses y pozos situados en el traspaís penibético y subbético para sostener los abastecimientos de importantes núcleos urbano-turísticos como Marbella, Málaga, Fuengirola, Torremolinos, Almuñécar o Almería (Marchena, M. 1988). Sin abandonar la región andaluza, ha cobrado gran interés la realización del trasvase Guadiaro-Majaceite (Guadalete), cuya explotación se regula a partir de la Ley 17/1995, de 1 de junio, y que permite trasvasar un máximo de 110 hm³/año para atender el déficit de recursos que padece la cuenca del Guadalete (Zona Gaditana) para garantizar el consumo de agua potable de 800.000 habitantes del sector occidental de la provincia de Cádiz. La obra de conexión entre estas dos cuencas andaluzas ha beneficiado los sistemas de distribución en alta de la Bahía de Cádiz y de otras ciudades como Chiclana, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda.

Las principales áreas metropolitanas de España, como Madrid, Barcelona y Bilbao también dependen de viajes de agua a gran distancia. El Canal de Isabel II, que en el año 1999 gestionaba el suministro de agua potable de 148 municipios y unos 5 millones de habitantes de la Comunidad Autónoma de Madrid, maneja un volumen de recursos superior a 500 hm³/año. Los «*viajes de agua*» también son vitales en el sistema regional de distribución en alta que gestiona la empresa pública Aguas Ter Llobregat (ATLL), de la que depende el suministro de agua potable de la región metropolitana de Barcelona que integra 8 comarcas, 100 municipios y 4.400.000 habitantes; de los 550 hm³/año que se consumen en dicha región, unos 325 hm³/año son proporcionados por ATLL a partir de aguas derivadas del río Llobregat y de recursos trasvasados desde el río Ter. Igualmente, a raíz de la sequía de principios de los años noventa, el Consorcio de Aguas del Gran Bilbao completa los suministros en alta de los sistemas Zadorra-Alegría y del Ordunte-Cerneja, con aguas trasvasadas desde las cuencas del Norte (25 hm³/año) y Ebro (19 hm³/año).

Todas estas transferencias tienen como denominador común la satisfacción de demandas que generan importantes valores añadidos en actividades productivas muy rentables social y económicamente. En abastecimientos, se puede estimar que en la actualidad son más de 25 millones de habitantes los que dependen de transportes de agua a gran distancia, tanto de aguas superficiales como subterráneas. La trascendencia socioeconómica de estas infraestructuras supera el ámbito urbano, industrial o turístico y alcanza también a la agricultura más competitiva de España, de forma que unas 600.000 ha. de regadíos hortícolas y frutícolas de vocación exportadora de las regiones de Valencia, Murcia, Andalucía y Canarias dependen de trasvases, que aportan agua de elevada calidad que ayuda a paliar la sobreexplotación y degradación ambiental de los recursos autóctonos.

V. REUTILIZACIÓN DE RESIDUALES Y DESALACIÓN: RECURSOS NO CONVENCIONALES CON GRANDES POSIBILIDADES PARA AFRONTAR SEQUÍAS

La escasez y las restricciones de agua que padecieron muchas regiones españolas durante la sequía de la primera mitad de los años noventa, animó diferentes iniciativas para la utilización de recursos no convencionales. Dentro de esta expresión se incluye la reutilización de residuales y la producción de aguas desaladas, que constituyen recursos con un alto grado de garantía ya que su disponibilidad no está supeditada a las variaciones

naturales del ciclo hidrológico³. La Administración promovió una serie de actuaciones de emergencia para incrementar el empleo de estos recursos, como el conjunto de desaladoras para abastecimiento de agua potable contempladas en el Plan Metasequía de 1995, si bien, muchas de ellas nunca llegó a completarse tras el ciclo lluvias de los inviernos de 1995-1997.

El empleo de residuales está determinado por la existencia de aguas depuradas conforme a unos requisitos de calidad, pero también por la existencia de infraestructuras de captación, distribución, almacenamiento y consumo adecuadas para su manejo. En gran medida, ello depende del grado de cumplimiento de la Directiva Comunitaria 271/91 sobre saneamiento y depuración, que obligaba a que antes del 31 de diciembre de 2000 contasen con depuradoras de tipo secundario todos los núcleos de población con más de 15.000 Habitantes Equivalente⁴. Sobre dicha directiva se apoya el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995/2005), con un presupuesto cercano a dos billones de pesetas (Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A.M., 1999). De cumplir con esta normativa y de contar con infraestructuras de saneamiento adecuadas en España deberían depurarse alrededor de 4.500 hm³/año, que podrían ser objeto de reutilización para diferentes usos. Empero, en la actualidad se estarían tratando unos 2.500 hm³/año, destacando los volúmenes tratados en Cataluña, Madrid, Andalucía y la Comunidad Valenciana. Esta cifra representa las 2/3 partes del potencial de depuración que estima la directiva 91/271 para el año 2005 (3.500-4.000 hm³/año). Muy poco significativo resulta,

Cuadro 2

SITUACIÓN DE LA DEPURACIÓN Y LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN ESPAÑA (2001)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	VOLUMEN DEPURADO (hm ³ /año)	VOLUMEN REUTILIZADO (hm ³ /año)	%
CATALUÑA (2000)	568	16,4	3
MADRID (2000)	700	9	1,5
ANDALUCÍA (2000)	385	s.d.	
C. VALENCIANA (2000)	378	130	36
MURCIA (2000)	60	60	100
GALICIA (2000)	73	---	---
CANARIAS (1998)	56	20	36
BALEARES (1999)	80	32	60

Fuente: Rico Amorós, A.M. (2001) y Olcina Cantos, J. (2002).

3 La disponibilidad de residuales estaría garantizada incluso durante situaciones de sequía, ya que la satisfacción de las demandas urbanas ocupa lugar prioritario en la estructura jerárquica de usos que establece la Ley de Aguas y el Plan Hidrológico Nacional.

4 Habitante Equivalente es un parámetro definido por la Directiva Comunitaria 271/91 como «la carga orgánica biodegradable con una Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días (DBO5) con 60 gramos de oxígeno por día».

por su parte, el volumen depurado que se reutiliza para diferentes fines. Salvo en Murcia, Baleares, Comunidad Valenciana y Canarias, en el resto de España apenas se utiliza esta fuente no convencional y ello a pesar del enorme potencial que representa.

La reutilización de aguas residuales sigue siendo, empero, el gran asunto pendiente en lo que atañe al empleo de recursos no convencionales en España. Frente a un volumen depurado que se sitúa sobre los 2.500 hm³/año, la reutilización de residuales tan sólo supone el 10 % de dicha cifra. Apenas se reutilizan 230 hm³ en actuaciones territoriales puntuales. Además, la agricultura es el destino principal de las aguas residuales depuradas en aquellos lugares donde la reutilización se ha convertido en fuente de abastecimiento importante, principalmente en el sureste ibérico. Esta realidad pretende corregirse con las actuaciones previstas en el Plan Hidrológico Nacional y en diferentes planes autonómicos, que elevarían el volumen depurado en el año 2005 a unos 3.750 hm³/año, y el reutilizado a 1.200 hm³/año en el año 2012. El fomento de la reutilización deberá garantizar una mayor calidad de las aguas depuradas, para que éstas no produzcan rechazo por parte de los agricultores y de otros consumidores, con la implantación de sistemas terciarios e incluso de desalación. Además, se deberá impulsar la firma de acuerdos, bajo la tutela de la Administración Regional y la del Agua, entre los usuarios urbanos y los agrícolas para abaratar el coste final de utilización. Este tipo de acuerdos ya funciona en la comarca alicantina de la Marina Baja, donde los regantes ceden agua limpia a los abastecimientos a cambio de residuales con bajo coste y de otras compensaciones económicas. También debería exigirse el empleo de aguas depuradas para el riego de jardines, parques públicos y el baldeo de calles. Por ejemplo, en Madrid se calcula que las zonas de jardines y parques ocupan unas 5.000 ha, con necesidades de riego que son atendidas actualmente con aguas limpias del Canal de Isabel II, al igual que el baldeo de calles. En febrero de 2000, con financiación de la Unión Europea y del Ministerio de Medio Ambiente, se inauguró la Planta de Tratamiento Terciario de la China, con sistema de desinfección por rayos ultravioleta, que se incluyó dentro de un Plan de Reutilización de Residuales en parques públicos. Con esta actuación se dispone de 25.498 m³/día que son almacenados en dos depósitos reguladores de 6.000 y 8.000 m³ ubicados en el Parque Tierno Galván y Parque Sur respectivamente, que son distribuidos mediante dos arterias independientes de 52 km. de longitud a otros 18 parques públicos de la ciudad para el riego de 295 ha (Rico Amorós, A.M., 2001).

En lo que atañe al empleo de aguas desaladas, en España existen iniciativas que datan de los años sesenta del pasado siglo, si bien, el mayor crecimiento se ha producido durante las dos últimas décadas debido al desarrollo de las sequías de 1980-1984 y de 1990-1995. En la actualidad, se estarían produciendo unos 290 hm³/año de aguas desaladas en las cerca de 260 plantas legales de grande y mediano tamaño⁵. El 53 % del volumen producido corresponde a la desalación de aguas marinas y el 47 % al tratamiento de salobres continentales. En el conjunto de aguas procedentes de desalación, el uso prioritario es el urbano ya que supone el 52 % (150 hm³/año) de la producción anual. Este porcentaje se eleva si se refiere a aguas marinas desaladas puesto que el 95 % de las producidas se destina a abastecimiento urbano y turístico debido a su mayor coste de producción.

5 En el sureste ibérico se estima la existencia de 600 minidesaladoras, de las cuales se estima que más de 30% sería ilegal al no estar registradas y carecer de permiso para el vertido de la salmuera.

Cuadro nº 3

ESTADO DE LA DESALACIÓN DE AGUAS EN ESPAÑA. VOLÚMENES PRODUCIDOS SEGÚN PROCEDENCIA DEL AGUA Y POR USOS (2003)

PROCEDENCIA DEL AGUA	USOS (hm ³ /año)			
	URBANO Y TURÍSTICO	AGRARIO	INDUSTRIAL	TOTAL
Marina	120	34	0	154
Salobre continental	30	60	41	131
TOTAL	150	94	41	289

Fuente: Rico Amorós, A.M. (2001), MIMAM (2001) y Olcina Cantos, J. (2002).

Aunque el volumen de aguas desaladas apenas representa el 1 % del consumo efectivo de aguas en España, este dato sitúa a nuestro país en el quinto puesto mundial entre los que han implantado este tipo de tecnología de producción. En el mundo, según los últimos datos de la Asociación Internacional de Desalación (IDA) la capacidad de desalación de las plantas oficiales (12.451) se cifra en 26 hm³/día (9.500 hm³/año) de los que el 61% se destina a abastecimiento a poblaciones⁶. El agua desalada de origen marino se ha convertido en fuente principal de abastecimiento a poblaciones en las islas de Fuerteventura, Lanzarote, Gran Canaria, Ibiza, Formentera e incluso en la Bahía de Palma. En esencia, las experiencias de desalación de aguas en España se concentran, básicamente, en Baleares, Canarias y las provincias de Alicante, Castellón, Murcia, Almería y Málaga, si bien, existen algunas instalaciones en municipios del interior de España para la desalación de aguas salobres; es el caso de Arenas de San Juan, La Solana y Villarrubia de los Ojos en Ciudad Real y de San Clemente en Cuenca, con una capacidad de producción, en su conjunto, de 3 hm³/año (Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A.M. 1999). Como se ha indicado el abastecimiento a poblaciones a partir del tratamiento de aguas marinas supone el mayor volumen de agua desalada producida en España. En la actualidad el 1 % de volumen total de agua destinada a abastecimientos urbanos en el conjunto de España procede de la desalación de agua marina y está previsto que este porcentaje se eleve al 7 % a finales del primer decenio del siglo XXI.

Un factor que explica la difusión que ha experimentado la producción de aguas desaladas en España durante los últimos años, es la reducción de los costes de producción. Los avances más importantes en tecnología y ahorro de costes se han dado en los sistemas de ósmosis inversa, que suponen el 90 % de los procedimientos de destilación de las aguas saladas instalados en nuestro país. Se han reducido los costes de mantenimiento de las plantas y también los energéticos, en parte por la expansión de sistemas de cogeneración que cuentan con incentivos de la Administración. Cuando el agua bruta es salobre continental, los costes energéticos oscilan entre 4,2 y 1,5 Kwh/m³ en función del grado de salinidad, y el precio final oscila entre 28 y 60 pts/m³, cifra elevada para agricultura de regadío tradicional pero que se asume perfectamente en cultivos de ciclo manipulado. (Morales Gil, A. 1997).

6 Ver IDA News, vol. 10, issue 1-2. January-February, 2001. International Desalination Association.

Cuadro 4
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA DESALADA EN ESPAÑA (SITUACIÓN EN 2003)

Región	Total (m ³ /día)	Agua marina (m ³ /día)	Agua salobre (m ³ /día)
Andalucía	270.950	227.650	43.300
Baleares	125.800	94.400	31.400
Cataluña	31.000	0	31.000
Canarias	322.939	286.200	36.739
Castilla-La Mancha	12.000	0	12.000
Valencia	105.000	50.000	55.000
Murcia	37.000	0	37.000
Otras	10.000	0	10.000
Total	914.689	658.250	256.439

Fuente: Rico Amorós, A.M. (2001), CEDEX (2001) y Olcina Cantos, J. (2002)

La efectividad en la producción se sitúa en una relación 70/30, es decir, 70 partes de agua producto y 30 de salmuera.

En cambio, el coste de desalar agua marina ronda oscila de 80 a 120 pts/m³, lo que restringe su uso a las demandas urbano-turísticas. La planta desaladora del Canal de Alicante, inaugurada en 2003, y considerada una de las más modernas de España, aportará unos 18 hm³/año a la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, con un coste final a pie de planta que ronda las 85 ptas/m³. Al igual que ocurre con otras macrodesaladoras como la de Carboneras, este precio no incluye los costes íntegros de amortización, ya que la planta de Alicante ha requerido una inversión total de 52,6 millones de euros que han sido financiados en un 85 % por los Fondos de Cohesión. Además de la hipoteca energética que se asume al apostar por este tipo de recursos no convencionales, otro problema añadido es la eliminación del rechazo. Su vertido al Mediterráneo puede ocasionar daños irreversibles sobre las praderas de fanerógamas bentónicas como la «*posidonia oceánica*» que son muy abundantes en el piso infralitoral de la costa mediterránea (Torres Alfosea, F. 2001)⁷.

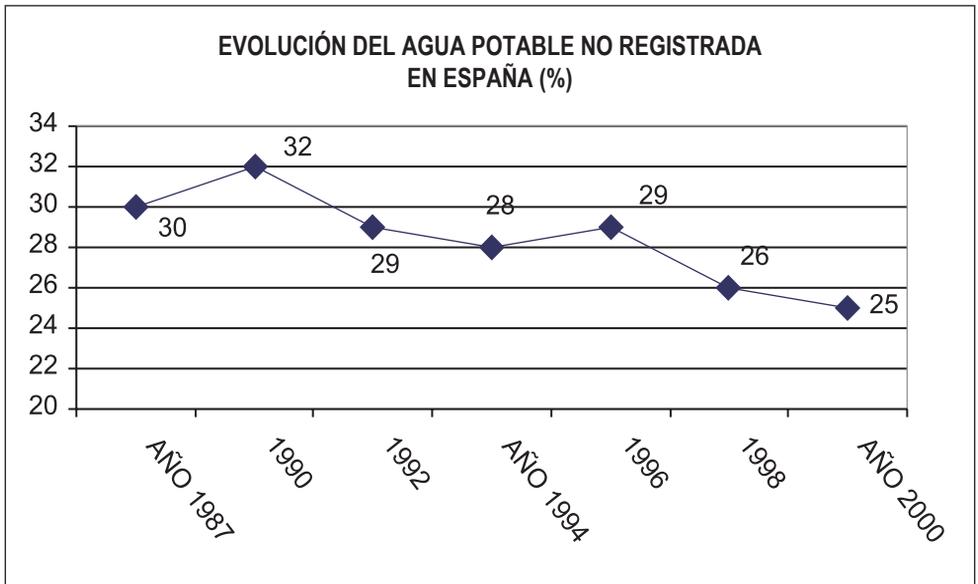
VI. DINÁMICAS DE LAS DEMANDAS URBANAS Y SITUACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS

La intensificación de las demandas urbano-turísticas producida durante la segunda mitad del siglo XX, ha incrementado la vulnerabilidad de muchos sistemas de abastecimiento frente a las secuencias largas de sequía. Tras el fuerte incremento del consumo de agua potable subyace la fuerte expansión de las ciudades y, unido a ello, el alza de nivel de vida, la elevación

⁷ La «*posidonia oceánica*» está incluida como especie a proteger en diferentes normativas internacionales como el Convenio de Berna (Decisión 82/72 CEE) y la Directiva Hábitat (92/43 CEE y 97/62/CEE).

de los módulos de gasto por la generalización de electrodomésticos y de los hábitos de aseo. 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., (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 hm³/año. Este gasto incluiría el volumen controlado por las entidades suministradoras, que asciende a 3.781 hm³/año, y el agua no contabilizada o perdida, que supone 1.000 hm³/año, es decir, el 20,9 % de la demanda bruta. Del agua controlada (3.781 hm³/año), el consumo doméstico en hogares asciende a 2.482 hm³/año, es decir, el 65,6 %. Le siguen otros sectores de consumo, donde se incluyen las industrias conectadas a la red, con 840 hm³/año (22,2 %); los consumos municipales, con 303 hm³/año, que suponen el 8 % del agua controlada; y otros consumos, que se elevan a 155 hm³/año. La distribución regional del consumo ofrece bastantes contrastes, de forma que Andalucía (667 hm³/año), Cataluña (657 hm³/año), Madrid (482 hm³/año) y Comunidad Valenciana (368 hm³/año) suman 2.174 hm³/año, que supone el 57,5 % del



Fuente: AEAS, 2002.

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 %).

No obstante, las estadísticas que ofrece AEAS a partir de la encuesta nacional de abastecimiento confirman que se han producido importantes avances el control del agua inyectada a la red, disminuyendo sustancialmente las pérdidas. A principios de los años noventa, 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 %).

En cuanto a la gestión de los abastecimientos, debe recordarse que la Ley 7/1985, Reguladora de las Bases de Régimen Local (Art. 25.2 y 26.1), establece que el abastecimiento domiciliario de agua potable, el saneamiento y la depuración son servicios públicos de competencia municipal. En España, es obligado mencionar el proceso de fuerte expansión producido durante las últimas décadas del siglo XX, de la iniciativa privada en la gestión delegada del agua potable y de las residuales. Por este negocio pugnan las multinacionales francesas, las grandes sociedades eléctricas y las mayores constructoras. Según datos de AEAS, este sector generó en el año 2000 una facturación superior a 437.000 millones de pesetas, de los cuales 332.000 millones de correspondieron al suministro de agua potable, 73.473 millones de pesetas al saneamiento y 31.853 millones a otros servicios afines. El fabuloso negocio que se origina con la prestación de los servicios de agua potable, saneamiento y depuración, va unido al régimen de tarifas que se aplica dentro de los usos urbano-turísticos e industriales⁸. El precio medio del llamado «ciclo integral del agua potable» a escala nacional en el año 2001 para el consumo doméstico alcanzaba un valor de 0,78 €/m³, es decir, de 129 ptas/m³. La presencia de aguas desaladas y la menor disponibilidad de recursos convencionales existente en Baleares (1,56 €/m³ ó 259 ptas/m³) y en Canarias (1,44 €/m³ ó 239 ptas/m³) propicia que sea en estas regiones donde los usuarios urbanos paguen más por el servicio integral del agua potable. Son costes que superan a los pagados en otros países europeos como Alemania (235 ptas/m³), Francia (172 ptas/m³), Holanda (175 ptas/m³) o Bélgica (186 ptas/m³) (MMA, 1998). Aún así, es cierto que existen bastantes diferencias de precio entre las diferentes regiones españolas. Además de Canarias y Baleares, el precio integral del agua potable se eleva también por encima de la media nacional (1 €/m³) en Cataluña (1,34 €/m³), Murcia (1,30 €/m³) o Madrid (1,04 €/m³). En cambio, se sitúa bastante por debajo en regiones como Asturias (0,59 €/m³), Cantabria (0,60 €/m³), Navarra (0,62 €/m³) y Aragón (0,65 €/m³) (AEAS, 2001).

⁸ La facturación suele incluir un término fijo, independiente del consumo; éste incluye las cuotas de servicio y suministro, tanto del agua potable como del saneamiento y la depuración, y otro término variable, que se abona en proporción al consumo realizado, y que suele calcularse a partir de tarifas progresivas por bloques.

Otro aspecto que resulta de gran interés es el régimen jurídico de las entidades que operan en el sector. Según datos de AEAS (2002), la población española recibe agua potable a través de entidades públicas (45 %), sociedades privadas (36 %), empresas mixtas (11 %), los propios ayuntamientos (7 %), y otros tipos de gestión (1 %). No obstante, estos datos varían considerablemente con el tamaño de la población abastecida. En los municipios con menos de 100.000 habitantes, el suministro de agua suele realizarse por parte de las multinacionales francesas, a las cuales se han sumado durante los últimos años empresas españolas del sector de la construcción. En cambio, en los que superan los 100.000 habitantes, en las grandes aglomeraciones urbanas y en las áreas metropolitanas el servicio de agua potable, e incluso de saneamiento y depuración, suele ser gestionado por entidades públicas como los consorcios y las mancomunidades en los cuales puede participar el propio ayuntamiento. Es también frecuente, que en este segmento de tamaño, hagan acto de presencia empresas mixtas, con participación de los ayuntamientos y de multinacionales francesas, como ocurre en Valencia y en Alicante. También se constituyen consorcios y mancomunidades para la gestión colectiva del ciclo integral del agua, sobre todo entre los municipios de mediano y pequeño tamaño.

En el Libro Blanco del Agua en España (1998) se incluyó un apartado sobre los problemas existentes y previsibles en los sistemas de abastecimiento de agua potable, y se advertía que muchos de ellos presentan una alta vulnerabilidad frente a las secuencias de sequía. Se ponía como ejemplo los problemas padecidos en la pasada década en Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo, Bahía de Cádiz y la Costa del Sol, con más de 10 millones de habitantes afectados por restricciones de suministro. Estas situaciones podrían solucionarse mediante acciones orientadas al ahorro y la conservación del agua, junto con el incremento de la disponibilidad de agua. No obstante, se verían agravadas si se cumpliesen las previsiones efectuadas en los Planes Hidrológicos de cuenca, que elevan el consumo de agua potable de 4.667 hm³ en 1995, a 5.347 hm³ en 2005, y 6.313 hm³ en 2015. Sin duda, el caso más llamativo corresponde al archipiélago canario, donde el consumo de agua potable de 1995, que ascendía a 153 hm³, crecería a 690 hm³ en el 2015. Otro factor que no se ha considerado, es la repercusión que tendrá sobre el consumo de agua potable la construcción de nuevas viviendas, que en algunas regiones españolas se ha convertido en la principal locomotora del desarrollo económico. El hecho de que se construya una vivienda nueva no significa necesariamente que se active una nueva unidad de gasto de agua potable, sobre todo si se trata de segundas residencias, pero sí que constituye un indicador de gran interés para valorar posibles tendencias de consumo. Tan sólo en el sector español del Arco Mediterráneo, en el período 1992-2000, se han construido más de un millón doscientas mil nuevas viviendas residenciales con lo que ello supone de activación de nuevas unidades de consumo de agua potable y de generación de residuales. Puede servir también el dato de que, en el conjunto de España, durante el período 1996-2001, el número total de certificaciones de fin de obra de vivienda sumó 1.855.648 unidades. Por regiones, Andalucía (357.168 viviendas), Cataluña (316.681), Comunidad Valenciana (280.181) y Madrid (278.745) acumulan 1.232.775 certificaciones de fin de obra de vivienda, lo que supone el 66,43 % del total nacional. El ritmo experimentado por la construcción de viviendas residenciales en España ha sido espectacular. El parque de viviendas en 1991 se elevaba a 17,2 millones de unidades residenciales, casi tres millones más que en 1981 (14,7 millones), después de crecer

3 y 4 millones de unidades respectivamente durante los años sesenta y setenta. Pues bien, en 2000 el número de unidades de viviendas residencial en España suma algo más de 20 millones. Entre 1990 y 2000 se han visado 3.976.912 viviendas, lo que sitúa la cifra de nueva edificación en los valores más elevados del llamado «boom» de la vivienda vivido en España en la década de los años setenta, y que convierte a la actividad inmobiliaria en uno de los grandes motores del desarrollo económico de la última década (Taltavull de la Paz, P. 2001). Si se hubiese activado un consumo de agua permanente en las viviendas visadas entre 1990 y 2000, cuyo número se eleva a 3.976.912 unidades, a razón de 4 miembros (250 l/hab/día), ello hubiese elevado el consumo de agua potable en más de 1.450 hm³, en el año 2000, en relación con el producido en 1990.

VII. LA GESTIÓN DE SEQUÍAS EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE: EJEMPLOS REGIONALES

A pesar de la prioridad de uso que legalmente se ha establecido para las demandas urbanas, muchos sistemas de abastecimiento de agua potable registraron los efectos de las últimas sequías hidrológicas que afectaron España durante las dos últimas décadas. La más importante fue la ocurrida de 1991 a 1995, que afectó a ciudades como Granada, Jaén, Sevilla, Málaga, Toledo y otros núcleos de población de la Bahía de Cádiz y de la Costa del Sol, con restricciones de agua que se prolongaron en algún caso durante tres años. La existencia de transferencias entre cuencas, la explotación de acuíferos y el aprovechamiento de recursos no convencionales ayudó a superar situaciones de emergencia a ciudades como Madrid, Barcelona, Pamplona, Burgos, Segovia, Ávila, Alcoy o Benidorm. En otros casos, como Palma de Mallorca o Cádiz se tuvo que recurrir a fuentes no convencionales y al trasvase de agua mediante buques-cisterna. La gestión de sequías en abastecimientos de agua potable adquiere particular complejidad cuando afecta a ámbitos urbanos con elevada implantación de actividades turísticas. La integración de establecimientos hoteleros, viviendas y apartamentos en las redes de distribución en baja ha provocado crecimientos espectaculares de la demanda de agua potable, a lo que se añade la fuerte estacionalidad del consumo cuando se trata de núcleos turísticos con abundante oferta extrahotelera. Con recursos aportados por acuíferos sobreexplotados, trasvases de aguas superficiales y subterráneas o fuentes no convencionales se afrontan sequías o suministros regulares en la costa atlántica de Huelva, Bahía de Cádiz, Costa del Sol, Litoral de Granada, Levante Almeriense, Mar Menor, Costa Blanca de Alicante, Planas de Castellón, Costa Dorada de Tarragona, Costa de Garraf, Costa Brava y en los archipiélagos balear y canario (Vera Rebollo, J.F. y Torres Alfosea, F.J. 1999).

VII.1. Sequías y problemas de suministro de agua potable en la fachada cantábrica: Santander y el Consorcio de Aguas de Bilbao

La ciudad de Santander ha conocido durante las dos últimas décadas varias situaciones eventuales de escasez de agua provocadas por «sequías cantábricas». En 1989, se vivió una situación de extrema escasez de agua que obligó a aplicar cortes diarios, por horas, que se prolongaron durante tres meses. En el mes de octubre de 2001 y en febrero de 2002 se padeció una situación similar, si bien, la coyuntura se superó con una reducción del suministro en alta

que lleva a cabo el Servicio Municipalizado de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Santander (SEMAS) a otros municipios próximos (Astillero, Camargo, Piélagos y Bezana). A pesar de estas situaciones de excepción, el sistema de abastecimiento de Santander resulta modélico en su género, ya que combina y alterna el aprovechamiento de aguas superficiales (ríos Pas y Pisueña), con los recursos aportados por manantiales, galerías filtrantes y pozos profundos. Con algunas pequeñas modificaciones que se han producido durante las últimas décadas, este sistema de suministro forma parte del «Proyecto de abastecimiento de aguas a Santander» que diseñó en su proyecto de 1876, el ingeniero D. Ángel Mayo. El presupuesto (3.783.000 ptas) consideraba 4 tramos de obra, con un recorrido de 34.300 metros, con las partidas de gasto correspondientes a expropiación, excavación, obras de fábrica, acueductos, sifones y distribución interior dentro de la ciudad. Finalmente, la ejecución de las obras se completó en 1884, incrementando la dotación de agua disponible de 6 a 216 l/hab/día. El contratista constituyó en 1884 una empresa privada que funcionó como sociedad anónima hasta el año 1969. En esta fecha, fue adquirida por el ayuntamiento, que constituyó el Servicio Municipalizado de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Santander (SEMAS). En la actualidad, esta empresa municipal garantiza el suministro de agua potable a 190.000 habitantes y a 75.000 abonados de la ciudad de Santander, más el suministro en alta a los municipios de Astillero, Camargo, Piélagos y Bezana*.

Todo el sistema de abastecimiento depende de los recursos aportados por los ríos Pas y Pisueña y por sus acuíferos aluviales y profundos, que en épocas de normalidad pluviométrica pueden aportar hasta 3.000 l/s. Para estabilizar todo el sistema de suministro, se precisan caudales del orden de 1.000 l/s, con puntas de consumo de 1.500 l/s. Los manantiales y galerías filtrantes existentes en la Molina (San Martín de Toranzo), captan recursos del subálveo del río Pas, pero plantean el inconveniente de una fuerte oscilación de caudal que puede variar entre los 200 y los 1.000 l/s, dependiendo de la situación de la cuenca. En este mismo sector la empresa municipal dispone de varios pozos, de 150 m. de profundidad, que permiten explotar el acuífero jurásico, obteniendo un caudal de 300 l/s. Desde La Molina, el agua es transportada hasta la estación de bombeo de El Soto, mediante un canal cubierto de mampostería de 4.877 m. En El Soto, situado junto al río Pas y aguas abajo de La Molina, se encuentra otra fuente de suministro que permite captar otros 650 l/s. Los recursos aportados por ambas fuentes, pueden ser transportados hasta la estación de tratamiento de El Tojo (Camargo) mediante dos alternativas. A través de la conducción antigua de mampostería, o a partir de una conducción más moderna, de hormigón pretensado que suman unos 30 km. de longitud hasta El Tojo. Existe una tercera fuente de suministro, en un canal de derivación del río Pisueña (bombeo de la Penilla), situado junto a una factoría de la empresa Nestlé en Santa María de Cayón, que permite bombear los retornos del circuito de refrigeración de esta industria, alcanzando un caudal de 760 l/s.

Todo el sistema de aducción desde las fuentes de suministro a la potabilizadora de El Tojo suma unos 30 km. de longitud y es básicamente por gravedad, a excepción de los bombeos de emergencia existentes en el Soto (350 l/s), en la orilla del río Pas, en la estación de impulsión de la Penilla (760 l/s), en el río Pisueña, y los bombeos existentes en los pozos

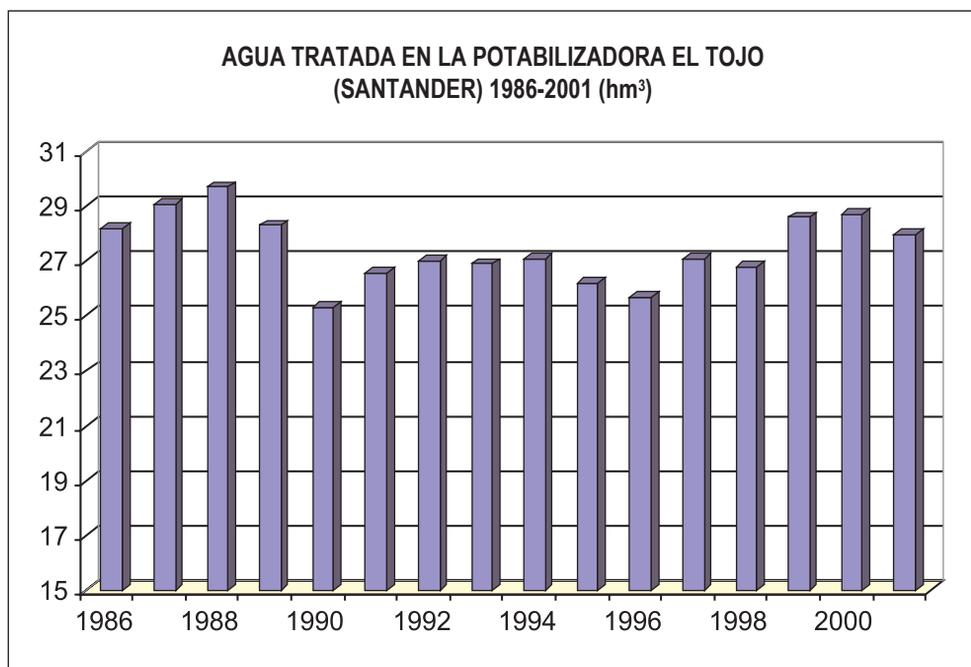
* La información manejada ha sido facilitada amablemente por D. Eduardo Luzuriaga Tomás.

profundos (150 m) en el acuífero jurásico. Los recursos de agua bruta, son conducidos a la potabilizadora de El Tojo, situada a una cota de 90 m. en el municipio de Camargo, y con una capacidad de producción de 1.500 l/s que se alcanza a partir de 4 decantadores y 20 filtros, con sus correspondientes edificios y dispositivos para mezcla de reactivos y control. Desde El Tojo, parten 4 tuberías, con una capacidad máxima de 1.685 l/s. La distribución en baja dentro de la ciudad es también por gravedad, alcanzándose en la ciudad tradicional presiones de 4 ó 5 kg, gracias a la cota nivel (90 m) a la que se encuentra la potabilizadora de El Tojo. Desde esta planta parten las conducciones generales de transporte de agua tratada a los diferentes barrios de Santander y a los municipios de Piélagos, El Astillero, Camargo y Bezana. Sí que se precisa una distribución específica al barrio del Cueto, que dispone de un depósito de 250 m³, que recibe agua bombeada. La longitud de las tuberías que transportan agua tratada, y que parten desde la potabilizadora de El Tojo, más las existentes dentro de la ciudad, suma un recorrido de 330 km.

Según la empresa SEMAS, la distribución urbanística de Santander permite hasta tres tipos de áreas de consumo: a) la zona de la ciudad más compacta, donde la red de distribución está formada por mallas pequeñas y muy densas que prestan servicio sobre todo a domicilios privados. b) la zona oeste, sur y norte que rodea la ciudad, que constituye el área de futura expansión urbana de la ciudad, donde se prevén incrementos de consumo; c) la zona portuaria, donde se ubican algunas industrias de alto consumo.

Los consumos industriales tienen una gran importancia, de forma que suponen alrededor del 41 % del agua contabilizada y facturada por SEMAS. Por ejemplo, en un trimestre tipo del año 2002, el gasto total de agua ascendió a 4.078.000 m³. De dicho volumen, el doméstico ascendió a 2.405.000 m³ y el industrial a 1.673.000 m³. Es de notar, que el consumo de agua potable en alta se ha mantenido estabilizado durante el periodo 1986-2001 en el entorno de los 28 hm³/año. El hecho de esta estabilización, obedece también a que la empresa municipal ha logrado incrementar el rendimiento hidráulico del sistema y el control del agua inyectada en la red. Una de las asignaturas pendientes que tenía Santander era la precaria situación en que se encontraba el saneamiento y la depuración de residuales. Se habían detectado hasta 87 puntos de vertido de residuales a la Bahía de Santander, con un volumen no depurado de 68.000 m³/día, lo que provocaba graves efectos sobre los sistemas biológicos y sobre la calidad paisajística y sanitaria de las playas. Para solucionar esta deficiencia se ha acometido durante los últimos años el Saneamiento Integral de la Bahía de Santander, por un importe de 15.000 millones de pesetas, financiados (80 %) por los Fondos de Cohesión y FEDER. En una primera fase se unificó la recogida de todas las aguas residuales de la vertiente sur de Santander, Camargo, El Astillero y la propia capital, mediante un gran colector perimetral a la Bahía. La actuación también incluía los municipios de Piélagos y Santa Cruz de Bezana. Posteriormente se construyó una estación de bombeo en la zona de Raos, en la ladera sur de Santander, que sirve para impulsar el agua residual a la nueva depuradora de San Román de la Llanilla. Tras su depuración, las residuales son vertidas a mar abierto, a través de 2 grandes emisarios, de 2,5 km., uno de ellos en la playa de la Maruca y el otro en el Sardinero.

Para hacer frente a los problemas de escasez de agua potable que padece Santander durante las sequías cantábricas, se han manejado varias opciones con diferente grado de viabilidad. Cabe recordar, en este sentido, que existe ya un trasvase operativo entre el río Ebro y el Besaya, que garantiza el suministro de agua potable de Torrelavega. En esta misma línea,



Fuente: SEMAS, 2002.

la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional, ha previsto la realización del trasvase Ebro-Pas, desde el embalse de Reinosa, que tendría carácter reversible. Frente a esta opción, algunos técnicos estiman más sencilla y menos costosa, la construcción de una pequeña presa en el río Pas, en la cerrada del Bernalón, que constituye la puerta de entrada al valle. Además, esta presa ayudaría a controlar y laminar las frecuentes avenidas fluviales que sufre el Valle de Pas. No obstante, esta propuesta, que ya fue manejada en los años ochenta del pasado siglo por el Ministerio de Obras Públicas, ha suscitado una fuerte contestación ciudadana y de colectivos ecologistas, ante los efectos perjudiciales que podría tener sobre el Valle de Pas. En este contexto de opiniones encontradas, el Ministerio de Medio Ambiente ha adoptado la decisión de construir el trasvase Ebro-Pas.

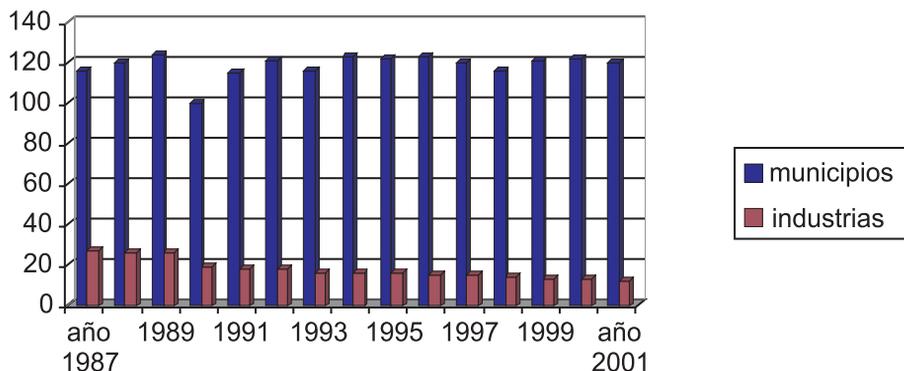
El suministro de agua potable de Bilbao también se ha visto afectado por las «sequías cantábricas». A partir de mediados del XIX, la necesidad de atender la creciente demanda urbana e industrial se plasmó en diversas iniciativas, como la planteada por el ingeniero Ernesto Hoffmeyer, que consideraba la construcción de una red doble de distribución; se aportaría agua potable para consumo de boca y recursos del Nervión para otros usos domésticos e industriales. Posteriormente, se incorporaron nuevos manantiales y se realizaron mejoras en las redes de distribución, que no lograron eliminar las restricciones hasta la entrada en servicio del embalse de Cruceta, en 1923, construido en la cercana localidad de Zollo con una capacidad de 400.000 m³ (Pérez Castroviejo, P. 2002). Empero, los problemas de suministro continuaron hasta bien entrado el siglo XX, cuando se constituye el Consorcio de

Aguas de Bilbao (1967). Tras ello, se promueve la construcción de nuevos reservorios y se recurre al sistema del Zadorra para el suministro de agua a 19 municipios y la Corporación Administrativa Gran Bilbao. En la actualidad, el Consorcio de Aguas de Bilbao-Vizcaya esta constituido por 53 municipios y más de un millón de habitantes, que suponen el 89 % de la población de Vizcaya y el 48 % de la existente en el País Vasco. En 2001, gestionaba el servicio de agua potable a 436.959 abonados y 55 municipios, frente a los 375.281 abonados y 36 municipios de 1996.

Una de las sequías más importantes que ha padecido el País Vasco tuvo lugar de noviembre de 1989 a febrero de 1991, con restricciones que afectaron a 1.200.000 habitantes y a entidades como el Consorcio de Aguas del Gran Bilbao y Aguas Municipales de Vitoria. En el año 1989, el observatorio alavés de Ullibarri registró tan sólo 565 mm, mientras que el bilbaíno de Sondica acumuló 823 mm, que significaron una caída porcentual respecto a la precipitación media anual del 40 % y del 32 %, respectivamente. La sequía repercutió en las entradas de agua que recibían los embalses del Zadorra-Alegría y del Ordunte-Cerneja, cuya escasa capacidad de regulación (219 hm³) resultó insuficiente para atender unas demandas de 227 hm³/año. Agravó esta situación el desajuste de 40 hm³ para producción hidroeléctrica, durante el verano de 1988. En diciembre de ese mismo año, tras un otoño muy seco, se interrumpe la libre explotación del Zadorra, que almacenaba menos de 70 hm³, es decir, para el suministro de unos pocos meses. La situación de escasez se intensificó a finales de 1989, cuando el sistema del Zadorra almacenaba tan sólo 15 hm³, lo que obligó a acometer diversas actuaciones: a) campañas publicitarias, algunas con mensajes como «*cuidemos el agua hasta la última gota*», que significaron un ahorro del 2 %; b) a partir de junio de 1989 se aplicaron restricciones de hasta 12 horas diarias, que permitieron un ahorro del 22 %, c) durante 1990 se inspeccionaron 882 km. de tuberías, localizando 1.278 fugas que propiciaron un ahorro del 5 %. La suma de todas estas actuaciones propició un ahorro de 27 hm³, lo que supone el 8 % del consumo total de los 14 meses que duraron las restricciones. Por otro lado, la solución a la sequía del País Vasco necesitó acometer un conjunto de obras de emergencia, con un valor de 7.000 millones de pesetas, para aumentar la disponibilidad de recursos existente. La cuenca norte aportó 25 hm³, de los cuales una mitad procedían del sistema Cadagua y la del Ebro aportó otros 19 hm³ aportados por la cuenca del Ebro, igualmente de aguas superficiales. Pendientes de realización quedaron otras medidas como la reutilización de residuales o el empleo de aguas subterráneas (Silveiro G^a-Alzorriz, A.L. 1998).

Los años 2000 y 2001, fueron también años secos en lo que se refiere a precipitaciones y a entradas en los embalses que alimentan el sistema del Consorcio. Por ejemplo, en Urrunaga se registró un volumen de precipitación de 732 mm. en 2000 y de 541 mm. en 2001, cuando la media anual asciende a 994 mm. En el sistema del Zadorra, que constituye la principal fuente de suministro de esta entidad, se registraron unas entradas de 176 y de 182 hm³, en 2000 y en 2001, respectivamente, frente a unas aportaciones medias de 257 hm³/año. A pesar de esta circunstancia se pudo atender toda la demanda de los distintos sistemas de abastecimiento, que ascendió a 142 hm³ en 2000 y a 140 hm³ en 2001. El sistema que más recursos demanda es el correspondiente al área metropolitana de Bilbao, con 131 hm³, en 2001, seguido de Arratia-Duranguesado, con 6,2 hm³, y Encartaciones con 3,5 hm³. Por su origen, la principal fuente de suministro del Consorcio es el sistema Zadorra, que en el año 2001 aportó 93,6 hm³, es decir, el 66,5 % de los recursos distribuidos en alta, seguido del sis-

**EVOLUCIÓN DEL CONSUMO EN ALTA EN EL
CONSORCIO DE AGUAS DE BILBAO. 1987-2001.**
(hm³)



Fuente: Consorcio de aguas de Bilbao.

tema Ordunte (29,5 hm³) con el 21 %. El volumen suministrado a municipios en 2001 sumó 120 hm³, seguido del consumo industrial facturado desde la red primaria con 12,2 hm³. Debe señalarse que el suministro en alta a municipios se ha estabilizado durante los últimos, en unos 120 hm³/año. En cambio, el uso industrial ha disminuido bastante en comparación con el existente a finales de los años ochenta cuando alcanzaba valores de 27 hm³, lo que revela la fuerte disminución de establecimientos industriales de alto consumo.

El Consorcio de Aguas de Bilbao-Vizcaya ha asumido la gestión integral del agua potable en los municipios atendidos, prestando los servicios de saneamiento y depuración. La necesidad de cumplir con la Directiva 271/91, de Saneamiento y Depuración de residuales, ha propiciado importantes avances en esta materia en todo el ámbito de influencia del Consorcio. Se ha configurado un complejo de infraestructuras hidráulicas que articula 20 sistemas mayores de saneamiento y depuración y otros 8 en sistemas menores. La longitud de la red de saneamiento suma 187 km. de longitud y sirve para conectar las diferentes áreas de uso con las depuradoras, con capacidad para atender las residuales producidas por más de 1 millón de habitantes y las generadas por los retornos de la industria. En el año 2001, estas depuradoras trataron 131 hm³, lo que supone una tasa de cobertura sobre el caudal inyectado a la red que se acerca al 100 %. Los avances en esta cuestión han sido importantes, como demuestra el hecho de que en el año 1990 tan sólo se depurara un volumen de 10,6 hm³, frente a los 34 de 1995, los 99 hm³ de 1999, o los 131 hm³, de 2001. Es importante hacer notar que durante los últimos años el Consorcio de Aguas de Bilbao-Vizcaya ha iniciado una estrategia empresarial muy ambiciosa que pretende favorecer su implantación en el mercado del agua potable de Iberoamérica. Así, durante los últimos años se ha hecho cargo de la concesión del servicio

de agua potable y de saneamiento de las ciudades de Maldonado, Punta del Este, Pirlópolis, San Carlos y Pan de Azúcar, en Uruguay, y del Conurbano de Buenos Aires (Escobar, General Rodríguez, José C. Paz, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno y San Miguel) (Consorcio de Aguas Bilabao-Vizcaya, 2002).

VII.2. La gestión de sequías y la configuración del mayor sistema integral de gestión de agua potable de España: el Canal de Isabel II

La búsqueda de nuevas fuentes de suministro de agua potable ha sido una constante en Madrid desde su elección como capital del reino en 1561. Hasta la construcción del Canal de Isabel II, en 1858, el sistema tradicional de abastecimiento dependía de pozos, manantiales cercanos y «viajes de agua»⁹ a partir de las galerías subterráneas («khanats») construidas en su subsuelo desde época árabe. Aunque se plantearon diversos proyectos para abastecer de agua potable a la capital desde mediados del siglo XVIII, habría que esperar hasta 1848, para la aprobación de la memoria de un proyecto técnico para el abastecimiento de Madrid con aguas del río Lozoya. El 18 de junio de 1851, durante el reinado de Isabel II, se dictó un real decreto, refrendado por Juan Bravo Murillo, presidente del Consejo de Ministros en ese momento, en el que se disponía la ejecución de los trabajos. El 24 de junio de 1858 tuvo lugar su inauguración oficial, en la calle ancha de San Bernardo, con la llegada de las aguas a una ciudad que contaba ya con una población cercana a 200.000 habitantes, mediante un sistema de distribución con 70 km. de túneles y acueductos, que conectaba Madrid con el embalse de Pontón de la Oliva en el Lozoya (López Gómez, A., 2002).

Desde la creación del Canal de Isabel II, la gestión de sequías y la necesidad de garantizar el suministro de agua potable ha sido una de las variables que más incidencia ha tenido desde mediados del siglo XIX, en el crecimiento urbanístico de Madrid y su entorno metropolitano. En el censo de 1860, Madrid rondaba los 300.000 habitantes, a principios del siglo XX superaba ya los 500.000, cifra que duplica en 1935, con más de dos millones en 1960 y tres en 1970 (Gil Olcina, A. 1999). Para atender estas demandas se crearon embalses en los ríos Jarama, Guadarrama, Ausencia, Alberche, Guadalix y otros menores en los ríos Navalmedio, La Jarosa y Samburiel, con el fin de suministrar agua en los años ochenta a una población cercana a 5 millones de habitantes, con una dotación de 455 l/habitante/día (Valenzuela Rubio, M. 1988). En el año 1985, y tras adquirir la condición de empresa pública adscrita a la Comunidad Autónoma, el Canal de Isabel II fue la principal beneficiaria del Plan Integral de Aguas de Madrid (PIAM). Previamente, el Canal de Isabel II ya había incorporado entre sus funciones las de depuración; en 1979 se hizo cargo de la primera depuradora construida en Guadalix, siguiendo las recomendaciones de gestión integral de las infraestructuras hidráulico-sanitarias establecidas en el Plan Especial de Infraestructuras Básicas de 1977, de COPLACO, el organismo de coordinación metropolitano. En este mismo año, se reorganizan las competencias de la entidad y se amplían a toda la provincia, recogiendo estas nuevas funciones en las determinaciones del Plan Integral de Abastecimiento y Saneamiento de la

⁹ Vidal Domínguez estima que el caudal conjunto de «los viajes de agua» en Madrid pudo haber alcanzado un volumen cercano a 4.000 m³/día, que descendería de 2.000 m³/día en situaciones de sequía, de ahí la necesidad de contar con otras fuentes de suministro.

Cuadro 5

ACTUACIONES EMPRENDIDAS EN MADRID A RAÍZ DE LA SEQUÍA DE 1991-1993

CREACIÓN DE UNA OFICINA DE SEQUÍA

**BÚSQUEDA DE FUENTES DE SUMINISTRO COMPLEMENTARIAS.
(En 1992, el consumo fue de 522 hm³)**

1) Trasvases:

- a) el río Sorbe aportó unos 17 hm³;
- b) la conexión con el embalse de Picadas, en el Alberche (3,8 m³/s), aportó 100,8 hm³.
- c) en la actualidad está operativa la conexión San Juan-Valmayor, que puede aportar un máximo de 192 hm³/año del Alberche.

2) Extracciones del acuífero terciario detrítico (U.H. 05 Madrid-Talavera)

- a) Se inyectó a la red 33 hm³. Este acuífero tiene una recarga de 200 hm³.

3) Reutilización de residuales.

- a) Escasos resultados. Sólo se retiraron 37.000 m³ por 300 usuarios.

REDUCCIÓN DEL CONSUMO Y GESTIÓN DE LA DEMANDA.

1) Se promulgó la Ley 3/1992, de la Comunidad de Madrid.

- a) Se intentó, sin mucho éxito, limitar el riego de parques y jardines.

2) Detección de fugas y control de consumos elevados.

- a) Se actuó sobre un grupo de 1.500 usuarios con un consumo superior a 5 m³/día.

3) Instalación de caudalímetros en grandes conducciones.

4) Plan de dispositivos de ahorro para el consumo doméstico.

- a) Se repartieron 3.000 dispositivos.

5) Campañas de información en medios de comunicación.

RESULTADOS ALCANZADOS.

1) El consumo de agua potable en el ámbito del Canal de Isabel II, descendió a 490 hm³ frente a los 560 del año 1990.

2) Se estima que durante 1992-1993 la propia Comunidad de Madrid incentivó la construcción de unos 2.000 pozos, por parte de los grandes usuarios, industrias y urbanizaciones.

- a) las extracciones sumarían 55 hm³.
- b) precios de coste inferiores al Canal de Isabel II. No se tributa por saneamiento ni por depuración.

3) Se ha elaborado un Manual de Gestión de Sequías y el Canal de Isabel II, dispone de un Modelo de Simulación y de Gestión Hidráulica muy sofisticado para gestionar futuros episodios.

Fuente: Manual de Gestión de Sequías del Canal de Isabel II (1999).

provincia de Madrid (1979) que, definitivamente, convierte al Canal de Isabel II en la entidad encargada de desarrollar la gestión integrada del ciclo del agua potable en el ámbito provincial (Gómez Mendoza, J. y Mata Olmo, R. 1999). Transcurridos ya 150 años de su creación, el Canal de Isabel II abastece a 157 municipios, de los 184 que integran la Comunidad de Madrid, con una población de 4.821.154 habitantes, es decir, el 95 % de los madrileños. Se ha articulado un complejo sistema regional de abastecimiento, que se apoya básicamente en los recursos que aportan los ríos de la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama (Alberche, Guadarrama, Manzanares, Guadalix, Lozoya, Jarama y Sorbe) que son regulados por 16 embalses con capacidad de 960 hm³ y distribuidos mediante 500 km. de conducciones de gran capacidad (Gómez Mendoza, J. y Mata Olmo, R. 1999).

Con motivo de la sequía ibérica de principios de los años noventa, la fuerte dependencia que mantenía el Canal hacía los recursos superficiales, unido al fuerte incremento del consumo, provocaron serias dificultades para atender las demandas de agua potable de Madrid, que en el año 1991 generaron un gasto de 590 hm³ frente a los 502 hm³ del año 1987. Los embalses ubicados en la Cordillera Central aportaron en 1991 un volumen de 212 hm³, que resulta bastante inferior a la media de aportación (781 hm³)¹⁰.

Ante la falta de lluvias, en enero de 1992 se tuvo que poner en marcha el sistema de abastecimiento con recursos complementarios procedentes del Alberche (3,8 m³/s de capacidad) y, desde marzo, con aguas subterráneas (1,8 m³/s). En 1993, los temporales de lluvia de octubre y noviembre propiciaron una recuperación de reservas embalsadas, de forma que éstas crecieron hasta 646 hm³, lo que ayudó a superar la situación de escasez que volvería a padecerse en el año 1994, con una contribución de 252 hm³. Es de notar la exigua participación que han tenido las aguas subterráneas como estrategia de gestión de sequías, pese a que el Canal cuenta con 30 sondeos, a profundidades de extracción comprendidas entre 100 y 170 metros, que se hallan distribuidos en 5 baterías de bombeo en Fuencarral, Plantío-Majadahonda, Canal del Oeste y el Goloso; durante la coyuntura de 1995-1996, se extrajeron tan sólo 39,5 hm³, cuando se estima que las entradas alcanzan los 200 hm³/año y el volumen de reservas es de varios miles de hm³. De idéntica manera, la situación de sequía de 1992-1993 no propició el incremento de la reutilización de aguas residuales, hecho que podría haber evitado las restricciones en el riego de las 5.000 ha. de parques y jardines existentes en el municipio de Madrid (Ley 3/1992) o su sustitución por aguas limpias en otros usos¹¹.

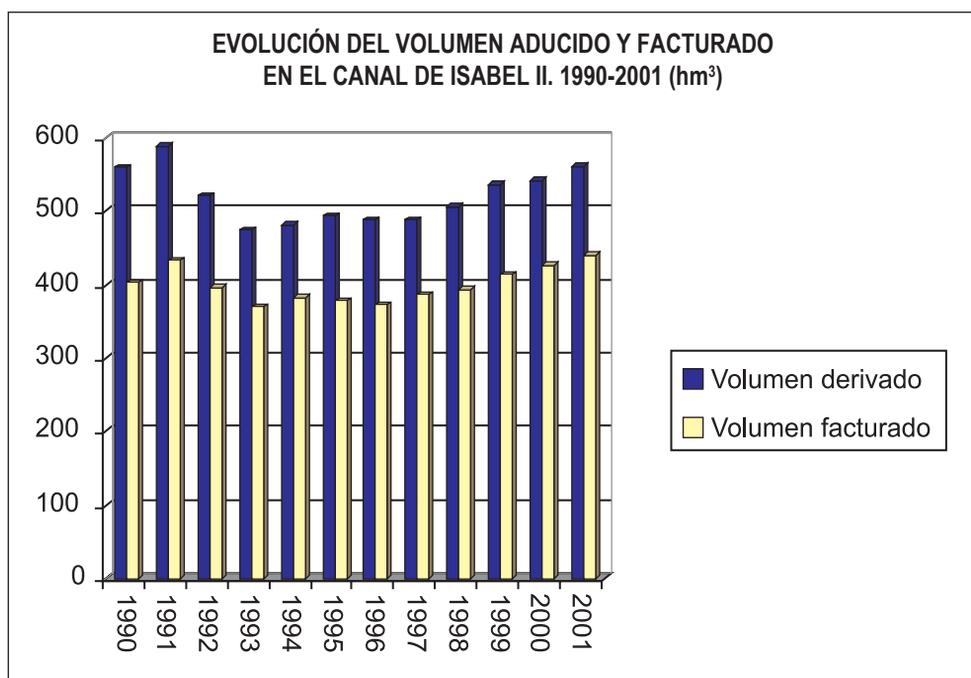
Las medidas más destacadas correspondieron a la gestión de la demanda, ya que por primera vez los usuarios madrileños y la propia entidad del Canal de Isabel II percibieron la necesidad de racionalizar el consumo. Se hizo una selección de 1.500 grandes usuarios, con consumos superiores a 5.000 l/día, a los efectos de informarles sobre el alcance de la sequía y proceder a la detección de fugas y conexiones clandestinas, encontrándose 350 casos de irregularidad; se amplió la instalación de caudalímetros en redes primarias, secundarias y en

10 El embalse de Pinilla, que tiene registrada una aportación media de 170 hm³/año durante el periodo 1913-1997, la vio reducida a 59 y a 92 hm³ en 1991 y 1992, respectivamente; El Atazar, con una media de 52 hm³/año, tan sólo pudo aportar 16,8 hm³ en 1991; el de Valmayor, frente a una aportación media de 25 hm³/año, tan sólo registró 6 hm³ en 1991.

11 Gómez Mendoza y Mata Olmo (1999), advierten que promovió el Canal de Isabel II para incrementar la reutilización de residuales tuvo escaso éxito. Tan sólo se suministraron 37.000 m³ a 300 usuarios, cuando la oferta supera los 600 hm³/año.

zonas verdes; las campañas de concienciación ciudadana fueron intensas durante los meses de sequía, a través de correo personalizado, vallas publicitarias, radio y televisión, apelando a un consumo responsable; bajo lemas como «¡Ahorre agua! Hay Sequía» se repartieron más de 3.000 dispositivos de ahorro doméstico para ducha, cisternas y grifos. Los resultados de estas sencillas actuaciones dieron buenos resultados ya que en 1996, superada la sequía y con las reservas de embalse a plena capacidad, el consumo de agua potable en el ámbito del Canal de Isabel II, descendió a 490 hm³ frente a los 560 del año 1990¹².

En el año 2000, el volumen de agua tratada en las estaciones de tratamiento del Canal de Isabel II ascendió a 565,91 hm³, frente a los 574,6 hm³ de 2001, lo que supone un incremento anual del 1,5 %. Por su parte, este volumen de consumo traduce una dotación de 313 l/habitante/día, que incluye también los consumos industriales y otros usos no domésticos. Con fecha 31 de marzo de 2002, el Canal de Isabel II tenía formalizados 798.227 contratos de suministro, con dominio de los abonados domésticos con 666.672 contratos (83 %), seguidos de los industriales, con 81.388 contratos (10,2 %) y otros usos con 50.167.



Fuente: Canal de Isabel II.

¹² Flores Montoya (2000) advierte que el menor consumo de agua no significa necesariamente que corresponda en su totalidad a volumen ahorrado. Se estima que durante 1992-1993 la propia Comunidad de Madrid, al amparo del Art. 52.2 de la Ley de Aguas, incentivó la construcción de unos 2.000 pozos, por parte de los grandes usuarios, industrias y urbanizaciones con de zonas verdes que eran atendidas íntegramente por el Canal de Isabel II; a estos usuarios se les atribuye un consumo de unos 55 hm³, a precios de coste bastante más baratos que los cobrados por el Canal de Isabel II, ya que no se tributa por saneamiento ni por depuración.

El área de influencia no ha dejado de ampliarse durante los últimos años, hasta configurar un sistema regional de suministro de agua potable en alta y en baja que abarca 161 municipios y beneficia a 4.944.107 habitantes. La estructura del consumo está desigualmente repartida y condicionada por la necesidad de garantizar el suministro de agua potable al área metropolitana. Destacan los municipios de Madrid (3.010.492 habitantes), Móstoles (196.534 habitantes), Leganés (174.689 habitantes), Fuenlabrada (163.964 habitantes) y Getafe (143.137 habitantes) que en conjunto, suman alrededor del 75 % de la población abastecida por el Canal.

En relación con el rendimiento hidráulico del sistema, que se establece entre el volumen inyectado a la red y el facturado finalmente, se ha evidenciado una notoria mejoría durante el periodo 1990-2001. En 2001 se inyectaba en la red un volumen de 561 hm³ y se facturaba 441 hm³, es decir, un rendimiento del 78,6 %. En 1990 se inyectó a la red un volumen de 560 hm³ y se facturó 403 hm³, lo que traduce un rendimiento del 71,9 %. Tras la estabilización del consumo de agua distribuida en alta de mediados de los noventa, los últimos años han conocido niveles de gasto similares a los alcanzados en 1990 y 1991. Esta cuestión, está en íntima relación con la dinámica que ofrecen las diferentes unidades de consumo y de demanda. En cuanto al número de habitantes que atiende el Canal de Isabel II, durante la última década habría aumentado de 4.785.296 habitantes en 1990 a 4.870.757 habitantes en 1999, y según las predicciones demográficas que maneja la entidad se podría alcanzar una población de 5.260.000 habitantes en el año 2011. Las previsiones sobre la evolución del número de viviendas atendidas por el Canal de Isabel II también apuntan a un gran crecimiento durante los próximos años, que elevará su número a casi 3 millones de unidades cuando se ejecuten las previsiones del planeamiento. La incidencia de los usos comerciales e industriales sobre posibles incrementos del consumo a medio plazo no parece tan importante, según las previsiones del Canal de Isabel II. Tras valorar una proyección de probabilidad de las diferentes unidades de consumo, las previsiones más realistas estiman que el consumo de agua potable se elevará en el año 2011 a 674 hm³, lo que supone un incremento relativo del 17,4 % en relación con el consumo de 2001.

VII.3. Sequías y restricciones de agua potable: un problema recurrente en la aglomeración urbana de Sevilla (EMASESA)

Por propia ubicación geográfica, en la posición más meridional de la Península Ibérica y en la zona más expuesta a la subsidencia subtropical, los abastecimientos de agua potable de la región andaluza padecen con elevada frecuencia los efectos de las sequías y de las restricciones en el suministro. Durante los últimos 25 años ha padecido tres importantes episodios, destacando el sufrido de 1992 a 1995, que provocó restricciones de agua potable a 4 millones de habitantes. Sin duda, uno de los abastecimientos más vulnerables es el correspondiente a la aglomeración urbana de Sevilla, que es gestionado por la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, S.A. (EMASESA). La garantía del suministro de Sevilla y de los municipios de su aglomeración urbana ha requerido una participación creciente de los recursos superficiales. Desde el año 1882 y hasta 1957, la gestión delegada del servicio de agua potable era llevada a cabo por la empresa inglesa «Seville Water Works Limited», que efectuó escasas mejoras en el sistema histórico de suministro de origen almo-

hade (s. XII), con una conducción de 17,2 km. que partía del manantial de Santa Lucía, en el acuífero de los Alcores, y llegaba a la ciudad a través de los Caños de Carmona (Del Moral Ituarte, L. 1998). En 1885 la Compañía Inglesa había habilitado un sistema de captación de aguas en el río Guadalquivir para el riego de jardines, baldeo de calles y extinción de incendios, aunque a principios del siglo XX estos recursos dejaron de ser potables por los vertidos de residuales. En 1912 se instó a la Compañía Inglesa a realizar una nueva toma, aguas arriba de Sevilla, en las cercanías de La Algaba, con una capacidad para 25.000 m³/día (Giansante, C. y otros, 1999). Tras la Exposición Iberoamericana de 1929, y con el desarrollo urbanístico de Sevilla, se evidenció la necesidad de aumentar la capacidad de sistema de suministro de agua potable. En 1937 se construyó la presa de La Algaba, sobre el Rivera de Huelva, en su confluencia con el Guadalquivir, que alcanzó una aportación de 100.000 m³/día en 1952. A mediados de la década de los cuarenta la demanda generada por 350.000 habitantes, obliga

Cuadro 6
FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE DE EMASESA

EMBALSE	RECURSOS HABITUALES			
	Fecha entrada en servicio	Superficie cuenca (km ²)	Volumen embalse (hm ³)	Regulado (hm ³ /año)
La Minilla	1946	182	58	15
Aracena	1970	408	128	39
El Gergal	1979	188	35	15
Zufre	1991	442	168	48
Total		1.220	389	117
RECURSOS DE EMERGENCIA				
TOMAS DIRECTAS EN EL GUADALQUIVIR (Requieren tratamiento de ozonización)	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de Emergencia I La Cartuja (1 m³/seg) • Toma de Emergencia II en el Rivera de Huelva (2,5 m³/seg) • Toma de Emergencia III en Alcalá del Río (6 m³/seg) 			
RECURSOS AJENOS				
EMBALSE DE CALA	Desde diciembre de 1992 a finales de 1994 la Compañía Sevillana de Electricidad facilitó, a 5 ptas/m ³ , un volumen de 25 hm ³			
EMBALSE DE EL PINTADO	La conexión del Canal del Viar con EMASESA, permitió adquirir (13 ptas/m ³) a los regantes 28 hm ³ entre 1993 y 1994.			
EMBALSE DEL HUESNA	Las reservas del embalse del Huesna pueden ser incorporadas al sistema general del Guadalquivir, para su captación en la Toma de Emergencia III.			

Fuente: Cruz Villalón, J. 1988; EMASESA, 1997; Pita López, M.F. 2001.

a acometer la construcción del embalse de La Minilla en el Rivera de Huelva, de 58 hm³ de capacidad, y de la potabilizadora de La Algaba (Cruz Villalón, J. 1988). Con la construcción del embalse de la Minilla, y de una conducción de 60 km. hasta la potabilizadora del Carambolo, el abastecimiento de Sevilla y de su aglomeración urbana dependerá básicamente de los recursos de agua superficiales de las cuencas vertientes de Sierra Morena (Del Moral Ituarte, L., 1998).

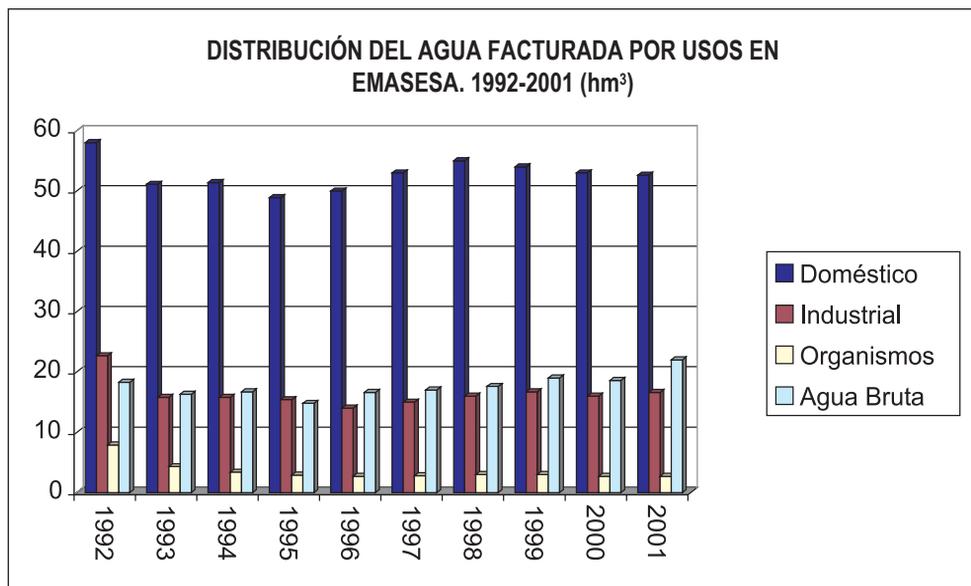
Tras rescatar en 1957 la concesión de la empresa inglesa, durante la década de los sesenta empieza a configurarse una estructura hidráulica, técnica y administrativa para garantizar el suministro de agua potable de Sevilla y su entorno. En el año 1961 se construye la estación de tratamiento de agua potable del Carambolo, que sigue hoy operativa, y en 1970 entra en servicio el embalse de Aracena (115 hm³), ubicado también en el Rivera de Huelva. Estas obras coinciden con la creación, en el año 1968, del Servicio Municipal de Aguas, que a partir de 1974 asumirá la gestión integrada del abastecimiento y saneamiento a través de la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (EMASESA). A raíz de las fuertes restricciones de suministro provocadas por las sequías de 1972-1976, y de 1979-1983, se acometió la construcción del embalse de El Gergal (35 hm³), en la confluencia del Rivera de Huelva y el Rivera de Cala, al que se unirá en 1991, tras diversas vicisitudes para su llenado, el embalse de Zufre (150 hm³).

Durante la sequía de mediados de los setenta, EMASESA tuvo que recurrir a la compra de los recursos existentes en el embalse de Cala, propiedad de la Compañía Sevillana de Electricidad, adoptando esta misma estrategia en sequías posteriores con las aguas almacenadas en el pantano de El Pintado, en el río Viar, cuya concesión corresponde a la Comunidad de Regantes del Viar, lo que generó bastante polémica por la prioridad de uso que debía otorgarse a los abastecimientos de agua potable (Cruz Villalón, J. 1988).

Desde la constitución del Servicio Municipal de Aguas en 1968, esta entidad ha ido ampliando progresivamente su área de influencia. En dicho año, sólo abastece a Sevilla y a Camas, en cuyo municipio se construye la potabilizadora del Carambolo. En 1970, se establece un acuerdo con Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas, que precisaban de recursos adicionales para atender el fuerte incremento del consumo provocado por su gran dinamismo demográfico e industrial. Otro hito destacado tuvo lugar en 1978, cuando se formaliza un acuerdo con la Mancomunidad de Aljarafe (ALJARAFESA), que incluye 20 municipios, para suministrarles agua bruta distribuida en alta. Igualmente, en 1980 se firma un concierto mancomunado con los municipios de San Juan de Aznalfarache, Gelves, Coria del Río y Puebla del Río, para suministro de agua potable y para la gestión de la depuración. En resúmenes cuentas, en 1985, EMASESA atendía a 29 municipios, con una población cercana al millón de habitantes, y un consumo de 116 hm³, al que contribuía decisivamente Sevilla, con un 80 % del volumen total (Cruz Villalón, J. 1988). En la actualidad, EMASESA suministra agua en alta a 25 municipios y alrededor de 160.000 habitantes de la Empresa de Gestión de Municipios de El Aljarafe (ALJARAFESA), y en baja a la ciudad de Sevilla y a 12 municipios que suman más de 1 millón de habitantes. En el año 1996, la población servida sumaba 1.233.588 habitantes, se suministraba en alta un volumen de 134 hm³, del que se facturaba un 62,16 %. Para la distribución de estos recursos de agua potable dispone de una red de tuberías que suma 2.600 km. de longitud a la que se unen otros 1.600 km. que suma la red

de alcantarillado que también gestiona esta empresa municipal¹³. En cuanto a volumen no facturado, en las últimas Memorias de Actividad de EMASESA (2000 y 2001) no se ofrece ningún tipo de información. En 2001, el volumen facturado sumó 93,8 hm³, distribuidos en dos apartados: a) Agua depurada (tratada), que sumaba 72 hm³; b) agua bruta, que sumó 21,9 hm³. Del agua facturada, el consumo doméstico alcanzó 52,6 hm³, seguido del industrial y comercial, con 16,6 hm³, y del gasto de agua potable de organismos oficiales que ascendió a 2,7 hm³. En ese mismo año, EMASESA tenía suscritos 222.004 contratos domésticos, 30.402 industriales y comerciales, y 1.859 oficiales. Cabe añadir, que la suma de todos estos contratos en 2001, con 263.265 clientes, es muy superior a la existente en 1994, con 168.823, mientras que el consumo de agua facturada fue de 93,8 hm³ y 87,3 hm³ en los respectivos años (EMASESA, 2002).

Así pues, la gestión del sistema de abastecimiento de agua potable de Sevilla y su aglomeración urbana ha estado condicionada desde sus propios orígenes por la fuerte incidencia que han tenido las secuencias de sequía sobre sus fuentes de suministro. Con gran diferencia, la sequía que más repercusiones ha tenido sobre este sistema de suministro ha sido la de 1992/1995. En el año previo al inicio de la sequía, en 1991, esta entidad se encargaba del suministro en alta y en baja de 1.125.987 habitantes; su área de influencia incluía Sevilla y otros 36 municipios de su aglomeración urbana, con un suministro en baja que ascendía a 141 hm³, y pérdidas del 18,6 %. En el último año de la sequía, en 1995, el consumo se había reducido a 107 hm³, lo que representa una disminución relativa del 24 %, para la misma



Fuente: EMASESA.

¹³ La red de alcantarillado refleja la situación geográfica de Sevilla, con una cota muy baja que sitúa buena parte de la ciudad a sólo 8 metros por encima del nivel de mar, lo que determina que el freático esté bastante próximo a superficie.

población atendida. Las fuentes de suministro principales se basaban en los recursos de los embalses de Aracena, Zufre, Minilla y Gergal, con una capacidad de 389 hm³ y volumen regulado de 117 hm³/año. El de Zufre, con una capacidad de 168 hm³, aunque finalizado en 1987, no estuvo plenamente operativo hasta 1991, de forma que en 1990, para acabar una carretera de un pueblo próximo, se tuvo que desembalsar 125 hm³, que hubieran resultado de incalculable valor para afrontar los años de sequía (Palancar Penella, M. 1998). Como herencia de las actuaciones emprendidas para afrontar la sequía de principios de los ochenta, se contaba también con recursos de emergencia.

Estos eran aportados por dos tomas directas del río Guadalquivir, en la Cartuja y en la Rivera de Huelva, con una capacidad de 3,5 m³/s, si bien, su pésima calidad exigía tratamientos adicionales con ozonización o mezclas con otras aguas para su potabilización. Asimismo, y al igual que sucediese durante las sequías de 1975-1976¹⁴ y 1981/1983, se podía contar con los recursos externos del embalse de Cala, previa compensación económica a la Compañía Sevillana de Electricidad por interferir en su régimen de explotación hidroeléctrica. Tras un otoño de 1991 con escasas reservas en los embalses, durante los primeros meses de 1992 se tuvo que recurrir a todos los recursos al alcance¹⁵. Peligraba el éxito de la Exposición Universal, aunque finalmente sus necesidades quedaron cubiertas. No sucedió lo mismo con el servicio doméstico, ya que en junio de 1992 tras un tercer bando de sequía empezaron las restricciones de suministro de agua potable, con cortes de 4 horas diarios en el suministro que aumentaron a 10 horas en los meses siguientes. Las restricciones hubieran sido mucho mayores si durante los 4 años de sequía no se hubiese accedido a los recursos del pantano de Cala y a los del Pintado, tras sendos acuerdos económicos con las entidades concesionarias¹⁶. No se estimó viable la construcción de una desaladora, prevista en el Plan Metasequía, ni la explotación de aguas subterráneas, pese a contar con grandes posibilidades de explotación. No obstante, los acuíferos existentes en el entorno de Sevilla presentan elevada salinidad y alto contenido en nitratos, superando los límites máximos para aguas de consumo doméstico¹⁷.

En consecuencia, con recursos agotados o limitados, el apartado de actuaciones más importantes tenía que concentrarse obligadamente sobre las demandas, incentivando medidas para la reducción y control del consumo. El capítulo de concienciación de los usuarios fue acompañado de la emisión de bandos por parte de los alcaldes. En la ciudad de Sevilla, se emitieron 10 bandos desde marzo de 1992 a enero de 1996; se demandaba a los ciudadanos diferente grado de compromiso, desde el uso racional y moderado del agua potable, al con-

14 La profesora Cruz Villalón (1988) destacaba, por su carácter anecdótico, los intentos de producción de lluvia artificial promovidos del 20 de marzo al 4 de mayo de 1976, en la cuenca del Rivera de Huelva.

15 En el Manual de Sequía (1998) de EMASESA, se definen hasta 6 estados de sequía: normalidad, alerta, inicio de sequía, sequía, sequía grave, sequía muy grave. Se definen atendiendo al volumen de reservas almacenado cada mes en los embalses de Aracena, Zufre, Minilla, Gergal y Cala.

16 Por los 38 hm³ que se aprovecharon del embalse de Cala la Compañía Sevilla de Electricidad percibió 5 ptas/m³, y por los 28 hm³ del Pintado, de mejor calidad, la Comunidad de Regantes del Viar ingresó unas 8,5 ptas/m³.

17 Un informe emitido por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, apoyado en resultados del Instituto Tecnológico y Minero, recomendaba cinco posibles áreas de explotación: en La Rinconada, Alcalá del Río, Gerena, Sur del Aljarafe y Sur de Dos Hermanas, donde se podrían realizar 30 sondeos, con un aforo total de 1.800 l/s y un coste global de 109 millones de pesetas.

sumo en horario de restricciones o a prohibiciones expresas de usos no imprescindibles como llenado de piscinas, lavado de coches, o fuentes ornamentales. La acción conjunta de todas estas medidas tuvo excelentes resultados, de forma que el consumo del año 1995, con 107,2 hm³, se redujo alrededor del 40 % en comparación con el gasto de agua potable realizado en 1991, que ascendía a 141 hm³.

Las actuaciones emprendidas para optimizar sus estructuras de gestión, no han evitado que EMASESA haya sido objeto de duras críticas, que denuncian la baja eficiencia de su sistema de abastecimiento, sobre todo en su rendimiento hidráulico (Giansante, C. 1999). En cambio, la opinión de la empresa es otra muy diferente ya que argumentan que durante el episodio de sequía tenían identificados y contabilizados todos los conceptos de consumo, incluidas las pérdidas o las mermas producidas en la distribución en alta y en baja. No obstante, resulta llamativo que las últimas memorias de la entidad (2000 y 2001) hayan dejado de incluir referencia alguna a pérdidas de agua y a volumen no contabilizado. Durante los últimos años, se ha desarrollado una serie de actuaciones dirigidas a mejorar la eficiencia de la gestión. Por ejemplo, en 2001, se procedió a la renovación de 30 km. de la red de abastecimiento y más de 22 km. de la red de saneamiento. También se ha continuado con la aplicación del llamado «Plan Cinco» que tiene como objetivo la sustitución de contadores generales por otros divisionarios en batería, e individuales para cada vivienda, que a fecha 31 de diciembre de 2001, ha permitido individualizar 23.162 viviendas, lo que habría permitido un ahorro de agua de 800.000 m³/año (EMASESA, 2002). Igualmente, se ha prolongado la campaña de renovación de contadores iniciada en 1996, que ha permitido sustituir más de 120.000 contadores, situando la edad media de estos dispositivos en 4,20 años de antigüedad. De esta forma, de los 261.613 contadores existentes en 2001, un 75 % está formado por contadores mecánicos y un 25 % electrónicos (66.097 unidades), que permiten su lectura mediante equipos informáticos vía MODEM.

Existe también un departamento específico dedicado al control de agua no controlada, que constituye uno de los principales problemas de EMASESA, si bien, llama la atención que en las Memorias de Actividad de 2000 y 2001, no se ofrezca la más mínima información sobre una cuestión de tanta trascendencia como ésta. Las pérdidas en baja, en términos económicos, se asocian al concepto de «agua no controlada», que no significa precisamente que el recurso inyectado en la red se haya perdido, y sí en cambio que no se ha facturado. Sirva como ejemplo que en el año 1995, a la salida del Carambolo, se inyectó en la red un volumen de 107,20 hm³, del que se facturó tan sólo 67,20 hm³, es decir, un 62,9 %. Todos estos valores implican que el rendimiento hidráulico del sistema de EMASESA estaría cercano al 62 % que está muy por debajo de los niveles considerados aceptables según la experiencia nacional e internacional. Además, este valor de eficiencia de EMASESA, es bastante superior al contemplado en el borrador del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS), formulado el 31 de mayo de 1994 (Ley 1/1994, de 1 de enero, de Ordenación del Territorio de Andalucía), y que propone como objetivo alcanzar un rendimiento hidráulico del 75 % en Sevilla y su zona para el año 2011. La polémica también se ha extendido durante los últimos años a la construcción del embalse de Melonares, que ha sido presentado como una alternativa definitiva a los problemas de sequía de Sevilla (ver cuadro nº 7).

Cuadro 7
EL EMBALSE DE MELONARES: ¿ALTERNATIVA DEFINITIVA A LOS PROBLEMAS DE ABASTECIMIENTO DE SEVILLA?

<ul style="list-style-type: none"> Las administraciones públicas, recurren a previsiones de demanda para justificar el embalse de Melonares. 	<ul style="list-style-type: none"> Las estimaciones de EMASESA y del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS), prevén una demanda para el año 2012, entre 157 hm³ y 237 hm³. Sería superior en 20 o en 100 hm³ al consumo de 1997.
<ul style="list-style-type: none"> Rasgos básicos del embalse de Melonares 	<ul style="list-style-type: none"> Se sitúa sobre el Río Viar, dentro del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla. Presa con sistema arco-gravedad de 185 hm³, con capacidad para regular 39-48 hm³/año.
<ul style="list-style-type: none"> Repercusiones ambientales de Melonares 	<ul style="list-style-type: none"> El Ministerio de Medio Ambiente ha reconocido (1997) que el proyecto provocará impactos negativos sobre el valle del río Viar, dentro del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla. Se inundarán 1.457 ha incluidas en la Red Natura 2000.
<ul style="list-style-type: none"> Situación actual 	<ul style="list-style-type: none"> Las obras, de 72,8 millones de euros fueron adjudicadas en 2000 a la UTE Ferrovial-Sando. El 4 de febrero de 2004 se puso la 1ª piedra. El embalse estaría acabado en 2006.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Habría otras alternativas? 	<ul style="list-style-type: none"> Con medidas de gestión de la demanda y de control del rendimiento hidráulico (POTAS) se podría estabilizar el consumo de 2012 entre 133 y 150 hm³. Con las compensaciones oportunas, se podría adscribir los embalses de Cala (Sevillana de Electricidad) y El Pintado (Comunidad Regantes del Viar) al sistema de EMASESA. Con tratamientos avanzados de potabilización se podría utilizar las tomas de emergencia y aguas subterráneas.

Fuente: Elaboración propia a partir de EMASESA (1997) y Del Moral Ituarte, L. (1998).

VII.4. Sequías, trasvases de agua e intensificación del consumo urbano-turístico en el sureste ibérico. La eficiencia de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla

Las sequías tienen una incidencia de primer orden en el sureste ibérico, que constituye una de las regiones climáticas más expuestas a los efectos de este riesgo climático. A ello se une la penuria natural de recursos de agua que padece este territorio motivada por la combinación de factores geográficos, hidrográficos e hidrogeológicos, y que se ha visto agravada durante la segunda mitad del siglo XX, al intensificarse las demandas agrícolas, urbanas y turísticas que, paradójicamente, encuentran en la falta de lluvias y en la alta insolación uno de los prin-

cipales factores para su desarrollo (Gil Olcina, A. 1989). De esta forma, ante la ausencia de criterios y de medidas concretas de planificación territorial para ordenar la expansión de las diferentes áreas de uso y, con ello, de las demandas de agua, el sureste ibérico ha alcanzado una situación que se denomina de déficit estructural donde los recursos disponibles son siempre insuficientes para atender los consumos establecidos (Calvo García-Tornel, F. 2002). En este contexto de escasez natural de recursos hídricos, de frecuentes sequías y de incremento continuo de las demandas urbanas y turísticas, las ciudades más importantes dependen de sistemas de suministro basados en trasvases. Ocurre así con la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, que, combinada con el trasvase Tajo-Segura, constituye el mayor complejo hidráulico de España para el abastecimiento de agua a poblaciones (Morales Gil, A. y Vera Rebollo, J.F. 1989).

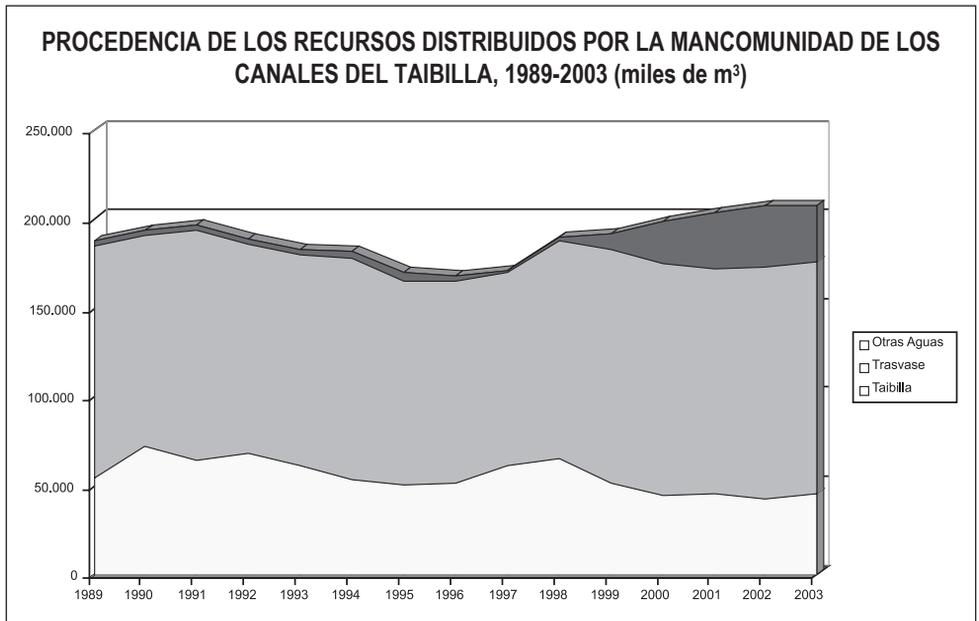
En algún caso, existe una íntima relación entre la construcción de estas obras hidráulicas y los efectos de algún episodio de sequía. Ocurre así con el trasvase Tajo-Segura, que fue proyectado tras uno de los años hidrológicos (1966/1967) más secos que ha padecido el sureste ibérico durante el siglo XX. El Tajo-Segura, además de aportar los recursos de agua de mayor calidad a las provincias de Alicante y Murcia, ha permitido garantizar el suministro de agua potable a una población permanente cercana a 2.250.000 habitantes, que puede aumentar en otro millón más durante el periodo estival. Esta población ha tenido suministro regular de agua potable en sus domicilios, incluso, durante periodos de sequía, gracias a la existencia del Tajo-Segura, a la eficacia de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla y, de manera especial, a la solidaridad mostrada por Castilla-La Mancha. Concluido en 1979, el trasvase tiene un recorrido de 286 kilómetros de longitud y 33 m³/s. Se inicia en el pantano de Bolarque (35 hm³) en el Tajo, aguas abajo de los hiperembalses de Entrepeñas (804 hm³) y Buendía (1.638 hm³). Tras la impulsión de Altomira, el agua alcanza el embalse de la Bujeda (884 m. de altitud), desde donde parte el canal hacia el hiperembalse de Alarcón, sobre el Júcar, y desde allí al embalse de Talave en el río Mundo, principal afluente del Segura.

La obra fue diseñada con el objetivo final de trasvasar 1.000 hm³ en dos fases, con una primera de 600 hm³/año, y una segunda de 400 hm³/año adicionales. Se preveía la transformación en regadío de 90.000 ha y la redotación de 46.816 deficitarias, es decir, un total de 136.816 ha de las provincias de Murcia, Almería y Alicante. Los 600 hm³/año calculados para la primera fase se repartían entre riegos (400 hm³/año), abastecimientos urbanos (110 hm³/año) y unas pérdidas estimadas en 90 hm³/año. El promedio de agua trasvasada desde 1979 a 2002, asciende a 331 hm³/año, de los cuales una tercera parte se destinan a abastecimientos de agua potable¹⁸. La sequía de la primera mitad de los años noventa, que también afectó al Alto Tajo, provocó una reducción del volumen trasvasado, sobre todo durante el año hidrológico 1994/1995, con 185 hm³, de los cuales 130 fueron para uso urbano (Rico Amorós, A.M., 1998). La recuperación de reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía, a raíz de los inviernos lluviosos de 1995 a 1997, y de 2000, permitió que el promedio de agua trasvasada durante el periodo 1995-2000 aumentase a 459 hm³/año. Durante el año hidrológico 2000/2001 se alcanzó por primera vez un volumen de transferencia cercano a los 600 hm³.

18 Según han denunciado los usuarios del Tajo-Segura, el promedio de transferencias hubiese sido mucho mayor si a principios de los años ochenta no se hubieran liberado 1.200 hm³ desde los embalses de Entrepeñas y Buendía.

La distribución en alta del agua potable aportada por el Tajo-Segura es realizada por la Mancomunidad de Municipios de los Canales del Taibilla, que fue creada en 1927, con el Conde de Guadalhorce al frente del Ministerio de Fomento. En ese momento, el proyecto de obras preveía contar con 2'5 m³/s de caudal derivado del río Taibilla. Uno de los fines primordiales del organismo era garantizar el abastecimiento de Cartagena y su Base Naval, si bien, el proyecto definitivo extendía el área de suministro a Murcia, al Campo de Lorca, Vegas del Segura y Alicante, que no tenían entonces otra posibilidad de suministro (Morales Gil, A. 2002). Tras el retraso que supuso la Guerra Civil, las obras se completaron en 1945, llegando las aguas a Cartagena el 17 de mayo de ese mismo año. Tras la finalización de la red básica de abastecimiento, la Mancomunidad extendió sus conducciones a Murcia en 1956 (canal del Segura y ramal de Murcia) y a Alicante en 1958 (canal de Alicante). La intensificación de las demandas a partir de los años sesenta del pasado siglo obligó a incorporar y potabilizar recursos del río Segura y, más tarde, a partir de 1979, los aportados por el Tajo-Segura, que suponen alrededor del 60 % del volumen total suministrado. En 1986 el trasvase Tajo-Segura aportó a la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT) un total de 106'55 hm³, es decir, un volumen que representaba casi el límite de la dotación prevista por el trasvase para suministro urbano en su primera fase, que se había cifrado en 110 hm³/año. En 1988, con el fuerte ritmo de expansión urbanística de los municipios costeros, se superó la dotación teórica mencionada.

La fuerte sequía que padeció la cuenca del Segura de 1991 a 1995, repercutió en el aporte del río Taibilla, que pasa de los 72,5 hm³ de 1990, a los 50 hm³ de 1996. Para compensar esta merma, se incrementó la aportación del Tajo-Segura, pero la precaria situación del Alto



Fuente: Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

Tajo, durante los años 1994 y 1995 no permitió trasvasar todo el caudal demandado por la Mancomunidad. En este contexto, se optó por la apertura de pozos de sequía en el sinclinal de Calasparra, que en 1995 suministraron casi 5 hm³. Durante los últimos años la situación del río Taibilla se ha visto agravada, de forma que en 2003 tan sólo pudo aportar 37,8 hm³, frente a los 44 hm³ de 2000. Además, esa disminución cobra más importancia si se tiene en cuenta que el consumo de la Mancomunidad experimentó un incremento del 7,5 %, en dicho periodo, al crecer de los 198 hm³ de 2000, a los 213 hm³ de 2003. En este último año, además de la contribución del exangüe Taibilla, el Tajo-Segura aportó 131 hm³ y las cuencas del Segura y del Júcar otros 40 hm³, que se completaron con 5 hm³ producidos en la desaladora del Canal de Alicante. En agosto de 2003, la precaria situación del Taibilla obligó a aplicar restricciones de 12 horas a 21 municipios y más de 200.000 abonados del noroeste de Murcia, Campo de Lorca y Cartagena, que dependían del antiguo Canal de Cartagena. El año 2004 se inició con un cambio sustancial en la estrategia tradicional de suministro de la Mancomunidad, al incorporarse de forma definitiva los recursos aportados por las desaladoras de Alicante y San Pedro del Pinatar, que sumarán 36 hm³/año. Por su parte, se ha previsto para el año 2007 alcanzar una capacidad de desalación de 80 hm³/año, con la construcción de otras dos plantas en el litoral del Bajo Segura y en el Campo de Cartagena. La introducción de aguas desaladas ha tenido ya efectos notorios sobre las tarifas, que se han elevado un 23 %. Así, frente a las 42 ptas/m³ que cuesta el agua del Taibilla y del Tajo-Segura, la aportada por la desaladora de Alicante se eleva a 83 ptas/m³. El incremento de tarifas ha suscitado fuertes críticas por parte de algunos ayuntamientos como Crevillente, que entienden discriminatoria esta medida ya que se repercute por igual a todos los municipios de la Mancomunidad sin tener en cuenta la evolución histórica del consumo. Lo cierto es que tras esta crítica subyace un planteamiento que encontraría una solución razonable, si el sistema de tarifas del agua servida en alta funcionara con una fórmula binómica que repercutiera un coste mayor sobre los municipios que más eleven el consumo. Precisamente, ha sido en los municipios turísticos que no han aplicado políticas de contención de la demanda donde más se ha elevado el gasto de agua.

A ello se une que el poblamiento estacional vinculado al turismo y al veraneo tiene una fuerte incidencia sobre la gestión que realiza la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Este factor, que habitualmente va unido a una intensa actividad inmobiliaria, explica que las dinámicas de evolución del consumo, no hayan evolucionado de la misma manera en todos los municipios atendidos, si bien, existe un denominado común a todos ellos como es el fuerte incremento del gasto de agua servida en alta, desde el año 1984 (131,2 hm³) a 1991 (191,3 hm³). A partir de este año, la sequía de la primera mitad de los años noventa se deja sentir en el volumen distribuido por la Mancomunidad, que se reduce progresivamente, hasta alcanzar un gasto de 167 hm³ en 1996. A partir de entonces, se produce una recuperación del consumo de agua potable en todo el ámbito de la Mancomunidad. Es obvio, que las mejoras técnicas introducidas durante esos años en la gestión en baja, propiciaron un gran ahorro de agua potable que sirvió para atener las demandas de las nuevas áreas de uso urbanas y turísticas que, a pesar de la sequía, seguían en acelerada expansión.

Todo parece indicar, que las posibilidades de ahorro de agua en la distribución en baja empiezan a agotarse. Así, la expansión de nuevas zonas residenciales en municipios interiores y, sobre todo, en los costeros, es una de las causas que explicaría el segundo ciclo de

fuerte expansión del consumo que se inició a partir de 1997 (168 hm³) y que ha continuado hasta 2003 (213 hm³). Sin duda, uno de los ejemplos más llamativos corresponde a Torrevieja, que ha incrementado el consumo de agua en alta de 6,2 hm³ en 1994, a 9,7 hm³ en 2001, es decir, un 54 %¹⁹. Este municipio se ha caracterizado tanto por la extensión del hábitat turístico-residencial (más de 2500 ha de suelo urbano) como por las elevadas densidades y ocupación estacional. Las más de 240.000 plazas en viviendas y apartamentos de uso no principal, junto con una reducida y muy poco representativa planta hotelera (alrededor de 1.500 plazas), contribuyen a una ocupación que supera los 400.000 habitantes en momentos punta del mes de agosto, mientras que se reduce de forma notable en temporada baja (Vera Rebollo, J.F., 2002). Esta tendencia de consumo no se ha generalizado en todos los municipios del sureste ibérico, en gran medida por la acción que desarrollan las empresas especializadas en la gestión integral del agua potable. Así, las tendencias de consumo en ciudades con dinámicas urbanísticas de fuerte expansión como Benidorm o Alicante, se han contenido gracias al control de fugas, del subconataje o de la morosidad, de forma que el volumen no facturado está ya por debajo del 10 %.

Cuadro 8

REPERCUSIÓN DE LAS MODALIDADES DE TURISMO SOBRE LAS UNIDADES DE CONSUMO DE AGUA POTABLE

Tipo de modalidad	Repercusión sobre el consumo
Turistas «sensu stricto» (Tipo Benidorm)	<ul style="list-style-type: none"> • Demandan modelos urbanísticos de alta densidad y abundante oferta hotelera. • La ciudad compacta permite una gestión más eficiente y racional del agua potable, del saneamiento y la depuración. • Disminuye la longitud de las redes y se agilizan las tareas de localización y reparación de fugas. • El módulo de gasto de un turista no suele superar los 200 l/hab/día. • Si la oferta hotelera está activada todo el año, la estacionalidad es mucho menor.
Veraneantes y residentes (Tipo Torrevieja)	<ul style="list-style-type: none"> • Se configuran modelos urbanos de menos densidad, con bloques de apartamentos y viviendas unifamiliares. • Aumenta el consumo de suelo y de agua, sobre todo en viviendas unifamiliares con jardín y piscina (600 l/hab/día) • Se multiplica la estacionalidad del consumo, por 3 o por 4. • Los sistemas de captación, distribución y saneamiento deben dimensionarse para atender los picos de consumo.

Fuente: Vera Rebollo, J. F. y Rico Amorós, A.M. 1995.

¹⁹ Durante el periodo 1996-2001, el municipio de Torrevieja ocupó el segundo lugar de España, tras Madrid y por delante de Barcelona, por el número total de certificaciones de fin de obra de viviendas, con 33.349 unidades construidas.

En el caso concreto de Benidorm, el consumo de los últimos años se ha estabilizado en 12 hm³/año, que basta para mantener en funcionamiento la factoría turística de ocio organizado más importante de Europa. Entre las magnitudes habituales se apuntan sus 142 establecimientos hoteleros con más de 33.000 plazas — a las que se sumaran otras 5.000 en los próximos años —, con una ocupación media anual del 92%, 370 restaurantes, mas de 250 cafeterías y 2.200 comercios. Con algo mas de 50.000 habitantes empadronados, en claro contraste con los 6.000 con que contaba la población marinera a principios de los años sesenta, esta ciudad de ocio concreta anualmente cientos de miles de visitantes anuales que generan mas de 10 millones de pernотaciones, solo en establecimientos hoteleros (Vera Rebollo, J.F. 2002). En cambio, la rentabilidad social y económica de los consumos de agua en el poblamiento estacional vinculado a la oferta extrahotelera es mucho menor. Los sistemas de abastecimiento de agua potable en el sureste ibérico están obligados a atender la demanda de más de 1.000.000 de veraneantes que acuden a núcleos como Torrevieja, Santa Pola, Denia, la Manga del Mar Menor, Mazarrón o Águilas. En estos municipios el consumo de los meses de verano triplica o más a los de invierno, lo que genera graves problemas para garantizar los abastecimientos y atender la depuración de residuales. Si se trata de viviendas unifamiliares, con piscina privada y jardines con especies exóticas, se pueden alcanzar a veces módulos personales de más de 600 l/hab/día, mientras que en bloques de apartamentos construidos en vertical esos consumos descienden por debajo de 175 l/hab/día.

BIBLIOGRAFÍA

- AEAS (2002): *Suministro de agua potable y saneamiento en España (2000). VII En Cuesta Nacional de Abastecimiento, Saneamiento y Depuración*. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, Madrid, 195 p.
- AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE (2001): *Medio ambiente en Europa: segunda evaluación*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 293 pp.
- AV (2003): *Evolución histórica del abastecimiento a Valladolid*. Aguas de Valladolid, Servicio Municipal de Agua, 2003, (documento policopiado).
- ÁVILA, J. (2001): «Garantía de suministro». En *Ambienta*, Revista del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 26-31.
- CABRERA, E. ESERT, V. Y LÓPEZ, P.A. (1998): «El suministro de agua potable en épocas de sequía. El caso de España», en E. Cabrera y J. García Serra, (edits). *Gestión de sequías en abastecimientos urbanos*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 3-26.
- CALVO GARCÍA-TORNEL, F. (2002): «Plan Hidrológico Nacional y déficit estructural en la Cuenca del Segura». En (Gil Olcina, A. y Morales Gil, A.Eds), *Insuficiencias Hídricas y Plan Hidrológico Nacional*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante, pp. 319-346.
- CANAL DE ISABEL II (1999): *Manual de Gestión de Sequías*. Madrid, Volumen I (123 p.) y Volumen II (Apéndices).
- CONSORCIO DE AGUAS DE BILBAO-VIZCAYA (2002): *Memoria. 2001*. Consorcio de Aguas de Bilbao-Vizcaya, Bilbao, 151 p.

- CRUZ VILLALÓN, J. (1988): «Abastecimiento y consumo de agua en el área de Sevilla». En *Demanda y Economía del Agua en España*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 89-99.
- CUBILLO, F., IBÁÑEZ, J.C. y FERNÁNDEZ, J. (2002): «Estudio de la demanda de agua para uso urbano en la Comunidad de Madrid, Informe Resumen». En *Uso y Gestión eficiente del agua en abastecimientos urbanos* (1), Fundación Canal de Isabel II, Madrid, pp. 209-226.
- DEL MORAL ITUARTE, L. (coord.) (1998): *El sistema de abastecimiento de agua a Sevilla: análisis de situación y alternativas al embalse del Melonares*. En Edit. Bakeaz, Nueva Cultura del Agua, Serie Informes, nº 1998/5.
- DEL MORAL ITUARTE, L. (2002): «Agua y sostenibilidad en Andalucía». En *Jornades Científiques: Del Ebro al Segura: Planificación Hidrológica y Sostenibilidad*, Tortosa. http://www.ebre.net/jornades_cientifiques/
- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (2002): «Concreción de los problemas medioambientales de la ciudad en la legislación urbanística española del siglo XIX». En *Ería*, nº 57, Universidad de Oviedo, pp. 49-56.
- EMASESA (1997): *Crónica de una sequía, 1992-1995*, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla, Sevilla, 181 pp.
- EMASESA (1998): *Manual de sequía*, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla, Sevilla, 95 pp.
- EMASESA (2002): *Informe Anual 2001*. Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla, Sevilla, 101 p.
- FLORES MONTOYA, F.J. (2000): «Las aguas subterráneas en la gestión de sequías en España. Abastecimientos urbanos». En *El agua subterránea en la gestión de sequías*, Serie C, Fundación Marcelino Botín, Madrid, (23 p. policopiado, en prensa).
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. (1999): «Competencia de usos del agua en la Cuenca del Duero». En *Los usos del agua en España*, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), pp. 253-299.
- GARCÍA-SERRA GARCÍA, J. y CABRERA MARCET, E. (1998): «Problemática de los abastecimientos urbanos en España. Propuesta de soluciones». En *I Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, Zaragoza, 1999. Policopiado, 31 p.
- GIANSANTE, C.; MÁRQUÉS SILLERO, R., DEL MORAL ITUARTE, L., PÉREZ BONILLA, C. y SANCHO ROYO, F. (1999): «El sistema de abastecimiento de Sevilla: análisis de situación y alternativas al embalse de Melonares». En *Ciudades para un futuro más sostenible*, El Boletín de la Biblioteca, nº 11.
- GIL OLCINA, A. (1999): «Los usos del agua en España: una perspectiva histórica». En *Los usos del agua en España*, (Gil Olcina, A. y Morales Gil A. eds.), CAM e Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante, pp. 13-47.
- GIL OLCINA, A. (2002): «De los Planes Hidráulicos a la Planificación Hidrológica». En *Insuficiencias hídricas y Plan Hidrológico Nacional*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 11-44.
- GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A., (eds.) (1995): *Planificación Hidráulica en España*. Fundación Caja del Mediterráneo, Alicante. 430 pp.

- GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (eds.) (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.M. (2001): «Demanda y disponibilidad de agua». En *Geografía de España*, (Gil Olcina, A. y Gómez Mendoza, J. coord.), Ariel Geografía, Barcelona, pp. Pp. 441-454.
- GÓMEZ MENDOZA, J. y MATA OLMO, R. (1999): «Abastecimiento urbano, regadíos, trasvases y planificación en la Cuenca del Tajo». En *Los usos del agua 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. 301-336.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (2001): *Las aguas subterráneas: Un recurso natural del subsuelo*. Instituto Geológico y Minero de España y Fundación Marcelino Botín, Madrid, 94 p.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (2002): «Proyectos de traída de aguas a Madrid en el siglo XVIII y primera mitad del XIX». En *Estudios Geográficos*, LXIII, 248/249, pp. 385-408.
- LÓPEZ-CAMACHO CAMACHO, B. e IGLESIAS MARTÍN, J.A. (2002): «Estrategia de respuesta frente a las sequías. La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas». En *Uso y Gestión eficiente del agua en abastecimientos urbanos* (1), Fundación Canal de Isabel II, Madrid, pp. 92-106.
- MARCHENA GÓMEZ, M. y MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ, J. (1987): «Procesos y expectativas de la agricultura y el turismo en el litoral de Huelva». En *Actas del IV Coloquio Nacional de Geografía Agraria*, Asociación de Geógrafos Españoles, Canarias, pp. 120-138.
- MARTÍN MARTÍN, V. y RODRÍGUEZ BRITO, W. (1999): «Conflictos de los usos del agua en Canarias», en *Los usos del agua 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. 645-681.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998): *Libro Blanco del Agua en España*. Secretaría de Estado y Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 855 p.
- MOPTMA (1995): *Libro blanco de las aguas subterráneas*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 135 p.
- MORALES GIL, A. (2001): *Agua y Territorio en la Región de Murcia*. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales, Murcia, 270 p.
- 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.
- MORALES GIL, A. RICO AMORÓS, A. y OLCINA CANTOS, J. (1996): «Enseñanzas de la sequía en el sureste ibérico» en *Clima y agua. La gestión de un recurso climático* (Marzol, M^a.V., Dorta, P. y Valladares, P., eds.), III Reunión Nacional de Climatología. La Laguna, pp. 211-223.
- MORALES GIL, A. y RICO AMORÓS, A.M. (1996): «Sequías en el Sureste de la Península Ibérica: cambios en la percepción de un fenómeno natural». En *Investigaciones Geográficas* n° 15, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 127-143.

- MORALES GIL, A. y VERA REBOLLO, J. F. (1989): *La Mancomunidad de los Canales del Taibilla*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. Academia Alfonso X El Sabio, Alicante, 132 pp.
- MORALES GIL, A., OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. (2000): «Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección» en *Investigaciones Geográficas* n° 23, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante, pp. 5-46.
- OLCINA CANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*, Ed. Penthalon, Madrid, 415 pp.
- OLCINA CANTOS, J. (2000): «Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural», en *Causas y consecuencias de las sequías en España* (Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. eds.), Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 49-109.
- OLCINA CANTOS, J. (2002): «Planificación hidrológica y recursos de agua no convencionales en España». En *Insuficiencia Hídrica y Plan Hidrológico Nacional*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 69-130.
- 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.), Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía. Alicante, pp. 203-252.
- PALANCAR PENELLA, M. (1998): «Experiencias y conclusiones tras una larga sequía. Sevilla 1992-1995», en en E. Cabrera y J. García Serra, (eds). *Gestión de sequías en abastecimientos urbanos*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 521-533.
- PÉREZ CASTROVIEJO, P.M. (2002): «La conquista del agua: abastecimiento y saneamiento en Bilbao y municipios de la Ría del Nervión, 1850-1920». En *Euskonews & Media*, 4 p.
- PITA LÓPEZ, M^a F. (COORD., 1999): *Riesgos catastróficos y ordenación del territorio en Andalucía*. Consejería Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, Sevilla, 225 p.
- PITA LÓPEZ, M^a F. (2001): «Sequías en la cuenca del Guadalquivir». En *Causas y consecuencias de las sequías en España* (A. Gil Olcina y A. Morales Gil, eds.), Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 303-344.
- QUIRANTES, F. (1988): «Trasvases de agua en Canarias». En *Demanda y Economía del Agua en España*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 301-307.
- QUIRÓS LINARES, F. (1989): «El abasto de aguas y la limpieza pública en las ciudades españolas, a mediados del siglo XIX». En *Los Paisajes del Agua*, Universidad de Alicante y Universidad de Valencia, Valencia, pp. 257-263.
- RICO AMORÓS, A. (1998): *Agua y desarrollo en la Comunidad Valenciana*. Edit. Universidad de Alicante, Alicante, 163 pp.
- 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, eds.), Instituto

- Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 421-485.
- 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.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, F. (1999): «Recursos epigeos e hipogeos en la Cuenca del Sur. Realidades y perspectivas de los regadíos surmediterráneos andaluces». En *Los usos del agua en España*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 509-552.
- RUIZ URRESTARAZU, E. (DIR.) (1998): *El Clima del País Vasco a través de la prensa*. Grupo de Climatología de la Universidad del País Vasco y Servicio Vasco de Meteorología del Gobierno Vasco, Vitoria, 212 p.
- SILVEIRO G^a-ALZORRIZ, A. (1998): «Experiencias y conclusiones después de una larga sequía en el área metropolitana de Bilbao». En *Gestión de Sequías en Abastecimientos Urbanos*, (Cabrera Marcet, E. y García-Serra, J. Eds.), Universidad Politécnica de Valencia, Vila-Real, pp. 475-520.
- TORRES ALFOSEA, F.J. (2001): «El litoral de la Comunidad Valenciana». En *La Periferia Emergente*, Editorial Ariel, Barcelona, pp. 515-537.
- TALTAVULL DE LA PAZ, P. (2001): *Economía de la Construcción*. Edit. Civitas, Madrid, 245 pp.
- VALENZUELA RUBIO, M. (1988): «Estructura metropolitana y abastecimiento de aguas». En *Demanda y Economía del Agua en España*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 67-77.
- 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. y RICO AMORÓS, A.M. (1995): «Los sistemas de abastecimiento de agua potable en un espacio turístico y residencial: la Costa Blanca. En *Agua y Espacios de Ocio*, Universidad de Alicante y Fundación CAM, pp. 105-149.
- VERA REBOLLO, J.F. y TORRES ALFOSEA, F. (1999): «Peculiaridades y tendencias en el gasto turístico del agua». En *Los usos del agua en España*, (Gil Olcina, A. y Morales Gil A. eds.), CAM e Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante, pp. 161-201.
- VIDAL DOMÍNGUEZ, M. J. (1989): «Viajes de agua de Madrid. Una perspectiva actual». En *Los Paisajes del Agua*, Universidad de Alicante y Universidad de Valencia, Valencia, pp. 265-274.
- WILHITE, D.A. (1997): «Improving Drought Management in the West». *Report to the Western Water Policy, Review Advisory Commission*, June.
- ZOIDO NARANJO, F. (1998): «Geografía y Ordenación del Territorio». En *Didáctica de las ciencias sociales. Geografía e Historia*, nº 16, Barcelona, pp. 19-31. Ver también en Scripta Vetera: <http://www.ub.es/geocrit/sv-77.htm>

