

GARANTÍAS DE RECURSOS EN LOS ABASTECIMIENTOS URBANOS

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

Bernardo López-Camacho y Camacho

Resumen

Se analizan las disponibilidades de recursos en los sistemas de abastecimiento frente a situaciones críticas, propugnando el concepto de garantía total en analogía con las exigencias de otros servicios públicos de redes (utilities). Se pasa revista a dicho concepto.

Se recogen las experiencias de las últimas sequías en varios sistemas de abastecimiento de cara a la gestión de situaciones críticas.

Se analizan las perspectivas de futuro del sector de abastecimientos en cuanto a disponibilidades del recurso: gestión de la demanda, nuevas fuentes, mejoras de gestión, y mercados y bancos del agua.

Palabras clave: Garantía total, gestión de sequías, mercados del agua

ENFOQUE Y OBJETIVOS

Han sido muy numerosas las reuniones técnicas celebradas en nuestro país en los últimos años sobre las sequías y su repercusión en los abastecimientos urbanos, sus lecciones y experiencias. A modo de ejemplo, en una de ellas, la celebrada en Valencia en diciembre de 1997 (3ª Conferencia Internacional sobre Gestión de Sequías, Iberdrola), en un momento de fuertes precipitaciones de agua y nieve en la península que cortaron las principales carreteras de las provincias de Cuenca, Toledo y Albacete, aislando a los ocupantes de los vehículos, los participantes compartieron una conclusión -no escrita- que podría resumirse del siguiente modo: "Hoy puede ser el primer día de la siguiente sequía". Con ello se quería poner de manifiesto la necesidad general de mejorar nuestros sistemas de abastecimiento cuya fragilidad se había evidencia-

do en los períodos de sequía de la primera mitad de los años noventa, así como hacer una llamada al denominado "principio de acción preventiva", en la convicción de que la prevención es una virtud que caracteriza a los países desarrollados.

Convicción que se reforzaba con la consideración de que las concentraciones urbanas se configuran como los centros principales de la economía y los servicios, que pueden soportar los costes reales de las infraestructuras de abastecimiento y su explotación, su pequeña participación en el uso total de los recursos hidráulicos (14% de los usos consuntivos) y su contribución como servicio básico al bienestar, higiene y calidad de vida de los ciudadanos. Todo ello contrastaba con las limitaciones y molestias que habían tenido que soportar diez millones de españoles en los años pasados.

Dr. Ingeniero Caminos

Canal de Isabel II - Santa Engracia, - 125 28003 Madrid - Telf: 91 545 11 17 - Fax: 91 545 14 44

Artículo recibido el 24 de enero de 2000, recibido en forma revisada el 3 de noviembre de 2000 y aceptado para su publicación el 1 de diciembre de 2000. Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses después de la publicación del mismo siguiendo lo indicado en las "Instrucciones para autores". En el caso de ser aceptadas, éstas serán publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores.

Un indicador que puede resumir el estado de la disponibilidad de recursos en los abastecimientos de cara a las situaciones críticas -sequías- es la garantía de los mismos. A dicho concepto dedicaremos la primera parte de nuestra exposición. Ante todo conviene adelantar que el Libro Blanco del Agua, reciente y último documento importante sobre la materia, divulgado por el Ministerio de Medio Ambiente en diciembre de 1998, propugna para los abastecimientos la “garantía total” o, dicho en sus propias palabras: “*tan próxima al 100% como sea técnicamente razonable y factible*”.

No estará de más pasar una revista -aunque sea de forma breve y parcial- a algunas de las actuaciones llevadas a cabo en sistemas de abastecimiento en las últimas sequías padecidas. A ello dedicaremos la segunda parte del trabajo.

Por fin, concluiremos con algunas perspectivas del futuro del sector en cuanto a las disponibilidades del recurso, basadas tanto en las experiencias habidas como en los nuevos paradigmas que están comenzando a emerger sobre la gestión del agua.

LA GARANTÍA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

LOS DIVERSOS CONCEPTOS DE GARANTÍA

Al emprender el examen de las garantías de un sistema de abastecimiento, podemos considerar con Goulter (1998) que dentro de los sistemas de distribución de agua se pueden distinguir tres grandes subsistemas:

- el sistema de suministro o captación.
- el sistema de transporte
- el sistema de distribución o red.

Las plantas de tratamiento se pueden incluir en el segundo o tercero de los subsistemas, según el caso.

La evaluación del riesgo y de la fiabilidad en un sistema de abastecimiento tiene, en consecuencia, que tener en cuenta las características de cada uno de estos tres subsistemas.

La naturaleza estocástica de los procesos de suministro de agua en los puntos de captación dan lugar a los conceptos de riesgo-garantía asociados al primer subsistema. Las sequías, como sucesos extremos pero frecuentes, están asociadas funda-

mentalmente a este subsistema. Marco (1993) señala que el concepto de riesgo y su medida es el más usado internacionalmente. Garantía es un concepto netamente español, propuesto por Becerril en 1945. Como veremos después, el concepto de garantía se ha degradado por la diversidad de interpretaciones y exceso de normativa administrativa. La garantía se suele definir como la probabilidad del sistema de hallarse en estado satisfactorio (con lo cual queda por definir que se considera por tal estado). El riesgo se define justamente en el sentido opuesto: la probabilidad del sistema de hallarse en fallo. Además, en el subsistema de suministro o captación se utilizan otro par de medidas: la resiliencia, probabilidad media del tiempo de recuperación del sistema, es decir, la inversa del valor esperado del tiempo de permanencia en el fallo; y la vulnerabilidad, valor esperado de las pérdidas -en sentido amplio- asociados con un fallo. En el apartado siguiente trataremos más extensamente este tema, que es el objeto principal del presente epígrafe.

El riesgo o la fiabilidad de un sistema de transporte está asociado al fallo mecánico de los componentes del sistema y al deterioro por obsolescencia. Está menos tratado en la literatura técnica. Es fácil imaginar que está claramente relacionado con la posibilidad de disponer de conducciones alternativas de capacidad bastante (incluyendo, en su caso, las capacidades correspondientes de las plantas de tratamiento) y con la existencia de fuentes alternativas de suministro al final de las grandes conducciones. Ayanz (1996), en su trabajo presentado a las XVII Jornadas Técnicas de la AEAS de Murcia, ofrece un ejemplo interesante de estos conceptos. Así indica que aunque “*Alicante se abastece sustancialmente con recursos superficiales (procedente del Taibilla), bajo condiciones de carencia temporal de éstos, o disponibilidad en un momento dado por su calidad química, los recursos subterráneos juegan un papel vital, siendo el complemento ideal de las aguas superficiales al proceder de un origen absolutamente independiente y disponer de calidad más estable. Así, esta fuente de recursos alternativos a los proporcionados por el Taibilla, permite satisfacer plenamente la demanda urbana en los períodos de interrupción del servicio mancomunado por averías que impiden su normal funcionamiento. Estas anomalías tienen especial importancia por el hecho de ser Alicante el extremo donde concluyen los canales del Taibilla, por lo que el restablecimiento y normalización del servicio implica mayor dificultad y tiempo*”. Para no dejar el tema de Alicante inconcluso, continuaremos con la exposición de Ayanz, que se refiere a otro

problema que también tiene que ver con garantías, aunque de más difícil clasificación. Continua exponiendo: *“El agua procedente del trasvase Tajo-Se-gura se almacena, entre otros, en el embalse de Camarillas, cuya cuenca de recepción se caracteriza geológicamente por los afloramientos de materiales sulfatados cálcico-magnésicos del Keuper. En los períodos de lluvias copiosas, las aportaciones que recibe el embalse por escorrentía superficial de su cuenca, contienen, por disolución de estos materiales, elevadas concentraciones de los iones mencionados, y por añadidura, los recursos del Taibilla procedentes del trasvase que recepciona Alicante. La calidad de estas aguas sulfatadas magnésicas que periódicamente se reciben, es mejorada sustancialmente al mezclarla en los depósitos reguladores y la red de distribución, con cantidades importantes de agua subterránea procedente de los acuíferos menos mineralizados, fundamentalmente el de La Solana”.*

Por fin, nos referiremos al tercero de los grandes subsistemas: el de distribución o red. Goulter (1995) sostiene que no existe todavía una medida viable para evaluar la fiabilidad de una red de distribución, ni tampoco se ha llegado a un acuerdo o entendimiento en lo que constituye un grado aceptable de fiabilidad. Los aspectos típicos del riesgo asociados a una red de distribución de agua se deben a variaciones cíclicas e incrementos globales en la demanda que debe ser capaz de soportar el sistema y a fallos en los componentes de la red (y planta de tratamiento, si es el caso). Respecto a este subsistema, los conceptos de riesgo y fiabilidad han tenido un amplio desarrollo teórico; un resumen de la misma puede verse, por ejemplo, en Cabrera y García Serra (1998). El riesgo difiere de la fiabilidad en que es una declaración de probabilidades de ocurrencia de eventos y los impactos de dichos eventos, mientras que la fiabilidad describe como el sistema responde o reacciona a estos eventos. Cullinane et al. (1992) definen la fiabilidad como la capacidad de un sistema de distribución para satisfacer demandas en términos de caudales a suministrar y rango de presiones en que se suministran esos caudales. Sin embargo, también se hace necesario incluir en la fiabilidad el tiempo, esto es, la duración en que la red no es capaz de satisfacer las demandas.

Como ejemplo de determinación de niveles aceptables y tipo de fiabilidad en redes de distribución podemos recoger algunos casos citados por Goulter (1995) referidos a períodos de sequías: a) el caudal de demanda se suministra a un nivel de

presión aceptable el 95% del tiempo, mientras que en el 5% restante del tiempo se suministra a presión inferior; b) el 95% del volumen requerido por la demanda se satisface a presiones mínimas el 100% del tiempo; c) el 100% de la demanda de caudal y presión se satisface el 100% del tiempo en el 95% de los puntos de consumo, y no existe suministro en el 5% restante.

Como veremos después, se produce confusión entre estos valores de garantías aplicadas a redes y los criterios de garantías aplicables a los recursos disponibles en los puntos de captación.

Conviene indicar, no obstante, que las medidas de la fiabilidad de las redes de distribución han tenido un amplio desarrollo con los “indicadores de gestión” (IG) ó “performance indicators”, lo que exige disponer para su implementación de Sistemas de Información Geográfica y modelos matemáticos de análisis de las redes (Cubillo, 1997).

En lo que sigue nos limitaremos a criterios de garantía en el suministro y captación, sin entrar en los subsistemas de transporte y distribución.

CRITERIOS DE GARANTÍA DE RECURSOS

A continuación iremos tratando las siguientes cuestiones:

- la garantía deseable de un sistema de abastecimiento.
- los diversos criterios de garantía
- las posibles acciones para mejorar las garantías de suministro.

Ante todo conviene no perder de vista que la garantía en sí sólo es una medida instrumental de la capacidad de respuesta del sistema, sobre todo ante situaciones extremas (sequías). No entraremos en la cuestión conceptual de la bondad de la garantía como reflejo de la situación de un sistema de abastecimiento, aunque conviene señalar que no se trata, ni mucho menos, de una cuestión irrelevante.

La garantía deseable de un sistema de abastecimiento viene claramente explicitada en el Libro Blanco del Agua del Ministerio de Medio Ambiente (1998). Por tratarse del último documento oficial sobre los problemas de agua en España, descritos extensa y profundamente, nos ha parecido oportuno reproducir aquí literalmente parte del apartado 3.3.3.5, Problemas existentes y previsibles, dentro del capítulo de abastecimientos urbanos.

“Los problemas más evidentes de los sistemas de abastecimiento de poblaciones en España se refieren a su fiabilidad y a su vulnerabilidad. La fiabilidad, entendida como garantía de suministro, debería hallarse próxima al 100%, lo que representaría una seguridad absoluta en el abastecimiento. Sin embargo, las sequías de los últimos años han puesto de manifiesto que en importantes zonas de España los sistemas de abastecimiento no son suficientemente fiables, presentándose, con relativa frecuencia, fallos en el suministro de agua potable.

La vulnerabilidad de estos sistemas, con fallos de importante magnitud afectando a extensas zonas del territorio, también ha quedado evidenciada. Una buena parte de la población española, estimada en unos diez millones de personas, sufrió restricciones en el suministro de agua durante la sequía de los años noventa. Poblaciones como Granada, Jaén, Sevilla, Málaga y Toledo, y las zonas de la Bahía de Cádiz y la Costa del Sol padecieron severas limitaciones de suministro, con restricciones hasta del 30% en algunos casos y corte diarios de agua hasta de 9 a 10 horas de duración.

Además de estos problemas de insuficiencia de recursos, derivados de la irregularidad de su presentación, también se manifiestan problemas de abastecimiento en zonas con abundantes recursos pero escasa capacidad de regulación, como sucede en la Cornisa Cantábrica, donde algunas poblaciones padecen restricciones en el suministro durante los meses de verano.

A ello deben añadirse los problemas en la explotación de acuíferos que afectan a algunos núcleos urbanos que se abastecen de aguas subterráneas en determinadas zonas del litoral más turístico de España, con frecuencia debidos a una deficiente gestión o a la inadecuación de las captaciones.

Por tanto, y desde el punto de vista del balance entre los recursos y las demandas urbanas, aún persisten en España graves carencias que se manifiestan con especial severidad en aquellos períodos de escasez en que los recursos se mantienen por debajo de su valor medio durante varios años. **La necesidad de elevar el nivel de la garantía de suministro, aproximándolo al 100% tanto como sea técnicamente razonable y factible**, requiere la adopción de medidas que reequilibren el balance, actuando para disminuir los actuales niveles de demanda mediante acciones orientadas al ahorro y conservación de agua o para incrementar los re-

cursos donde dichas actuaciones se revelen insuficientes.

Esta ya de por sí problemática situación de partida se verá agravada en los próximos años, a juzgar por las previsiones efectuadas en los Planes Hidrológicos de cuenca. Estas previsiones elevan la demanda de abastecimiento a unos 5.300 hm³/año en el primer horizonte de los Planes (10 años) y a 6.300 hm³/año en el segundo (20 años) (...) La evolución prevista en las demandas representa respecto a la situación actual (4.667 hm³/año según los Planes de cuenca) unos incrementos globales del 15% y del 36% para cada uno de los horizontes considerados. Estos incrementos, que en términos absolutos podrían no ser demasiado importantes en comparación con otras demandas, presentan el problema de su exigencia de calidad y su gran concentración geográfica, lo que puede dificultar la obtención de nuevos recursos, que se hallan cada vez más distantes y comprometidos”.

El texto reproducido muestra por una parte la geografía nacional de los abastecimientos afectados por la última sequía. Sobre ello volveremos más adelante. Por otra parte recoge un concepto de garantía que “estaba en el ambiente”. En efecto, se ha propugnado por diversos autores que la garantía en los abastecimientos de agua debería ser “garantía total”, en analogía con las exigencias de otros servicios públicos de redes (utilities), máxime tratándose de un bien de bajo precio pero al que los ciudadanos le otorgan gran valor (véase por ejemplo, Expansión de 5 de marzo de 1999 donde se expone que “el servicio de suministro de electricidad está mejor valorado por los usuarios españoles que el telefónico y el de suministro de agua. Este último apenas recibe un aprobado en la evaluación de satisfacción realizada por la consultora DBK”).

Pero ahora volvemos al tema de las garantías de suministro. Aunque como antes se dijo, Becerril (1945) introdujo el concepto de garantía, y puede afirmarse que desde esa fecha ha estado más o menos implícito en los estudios de planificación hidrológica que se han elaborado, se encuentran pocas referencias explícitas a su uso y valores aceptados. Ninguna referencia puede verse en el grueso tomo de la Comisión de Recursos Hidráulicos del II Plan de Desarrollo Económico y Social de la Presidencia del Gobierno (1967). En la publicación del Centro de Estudios Hidrográficos (1980) solamente de pasada habla de una garantía del 96%, usual en aquellas décadas en los estudios del Centro de Estudios Hidrográficos. Ello venía a decir que se aceptaba un

año de fallo cada 25 en promedio, pero sin considerar la magnitud y duración del fallo. Tampoco se contemplaba la posibilidad de que dichos años pudieran ser consecutivos, lo que a efectos de abastecimientos urbanos tiene, obviamente, importancia.

El Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (R.D. 927/1988, de 29 de julio), en su artículo 74.2. establece:

“Se entenderá por demanda la necesidad de agua para uno o varios usos. Para definir una demanda serán precisos los siguientes datos:

- a) El volumen anual y la distribución temporal de los suministros necesarios, así como las condiciones de calidad exigibles.*
- b) El nivel de garantía de los suministros para los diferentes usos.*
- c) El consumo bruto, es decir, la porción del suministro que no retorna al sistema hidráulico.*
- d) El volumen anual y la distribución temporal del retorno y previsión de la calidad previa a cualquier tratamiento”.*

En desarrollo del citado Reglamento, la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 24 de septiembre de 1992, establece en su artículo 11:

“Demanda urbana. Garantías. Se considerará satisfecha la demanda urbana cuando:

- a) El déficit en un año no sea superior a 5-10 por 100 de la correspondiente demanda.*
- b) En dos años consecutivos la suma de déficit no será superior a 10-16 por 100 de la demanda anual.*
- c) En diez años consecutivos, la suma de déficit no será superior a 16-30 por 100 de la demanda anual.*

En el Plan Hidrológico de cuenca se especificará el criterio adoptado entre los porcentajes que se indican, justificando su adopción en índices demográficos, sociales y económicos y en las condiciones hidrológicas de la región de procedencia de los recursos”.

Conviene presentar unos comentarios sobre la citada Orden Ministerial. En primer lugar, incluye no sólo los fallos sino que limita su duración y magnitud, contemplando asimismo, la posibilidad de presencia de años deficitarios consecutivos y es-

tableciendo márgenes. En segundo lugar, no conocemos que se hayan efectuado estudios para justificar la obtención de unos u otros valores entre los márgenes establecidos. En tercer lugar, no se han aplicado dichos criterios en la totalidad de los Planes Hidrológicos de cuenca. En cuarto lugar, en los Planes de cuenca en los que se han aplicado estos criterios de garantía, los resultados obtenidos han sido de disminución de recursos garantizados respecto a estimaciones anteriores con otros criterios más tradicionales. Si a ello se une la inclusión en las series de aportaciones de los valores correspondientes al último ciclo seco (1990-1995) los resultados pueden calificarse de demoledores respecto a las cifras de los recursos garantizados en diversas cuencas.

A modo de ejemplo de la confusión existente en este campo, puede citarse el criterio adoptado en la Norma del Plan Hidrológico del Tajo (aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio) establecido en el artículo 12:

“Para la aplicación del criterio de garantía a las demandas de abastecimiento, se considerará un fraccionamiento en dos tramos, correspondiendo al primer tramo el 95% de la demanda total y el 5% restante al segundo tramo. Se considera satisfecha la demanda urbana, a los efectos de planificación, cuando:

- a) El primer tramo no presenta ningún fallo.*
- b) El segundo tramo presenta como máximo los siguientes fallos:*
 - 100% en un año (equivale al 5% de la demanda total).*
 - 200% en dos años (equivale al 10% de la demanda total).*
 - 350% en diez años (equivale al 17,5% de la demanda total)”*

Por su parte, el Manual de Gestión de Sequías del Canal de Isabel II de 1996 (que se considera el más completo desarrollado en nuestro país) expone respecto al tema que “se ha fijado como nivel de garantía objetivo, que no sea necesario incidir en la disminución de consumos más de un 4% de los años y que esta disminución sea de una cuantía inferior al 9% de la demanda total anual”.

Por su parte, el Consorcio de Aguas de Bilbao, como fruto de la experiencia de la sequía padecida en los años 1989-1991, (Silveiro, 1998) propugna “el nivel de calidad del servicio más que el nivel de garantía. ...Debe constituir fallo del servi-

cio, no casi el vaciado de los embalses, sino el hecho de limitar el consumo de agua. El Consorcio se ha impuesto el siguiente nivel de garantía: No se admitirán limitaciones del servicio más del 5% de los años y además estas limitaciones en ningún caso superarán el 10% de reducción de todos los consumos asignados a los embalses”.

Como se ve se produce una dispersión de criterios que merecen algún comentario. El fraccionamiento que se hace en las Normas del Plan Hidrológico del Tajo no parece necesario y podría recordar los criterios de garantía establecidos para el subsistema de la red, que no parecen tener que ver con el subsistema de captación. El criterio del Manual de Sequías del Canal de Isabel II y el del Consorcio de Aguas de Bilbao recuerdan, por una parte, el clásico concepto del 96% usual en los trabajos del Centro de Estudios Hidrográficos en décadas pasadas; por otra parte, establecen disminuciones en cuantías del 9-10%, que es lo que se considera posible disminuir la demanda con una gestión de la misma; concepto que es una estrategia adecuada para gestionar una actuación de sequía, entremezclando los conceptos de garantía en los subsistemas de captación y de red de abastecimiento o consumo final, pero que no consideran la posibilidad de presencia consecutiva de varios años secos.

INCERTIDUMBRES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

A todo lo anterior habría que añadir los escenarios futuros que se pueden presentar si se acepta la hipótesis de un eventual cambio climático. Según el informe del “Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” (IPCC, 1995) para las áreas en las que se encuentra situado nuestro país, se prevé un aumento de las temperaturas de unos 2° C para el año 2050, con descensos de un 10% en la precipitación y un 30% en la humedad del suelo. Esta hipótesis daría lugar en zonas semiáridas a una reducción del 40 al 70% de la escorrentía anual (Informe sobre la evaluación de impactos, OMM-PNUMA, Tomo II, p. 19). Se recogen mas detalles en López-Camacho (1996).

El Libro Blanco del Agua en España (1998, pp. 255-263) plantea dos hipotéticos escenarios: 1) aumento de 1° C en la temperatura media anual para el 2030; 2) además, disminución de un 5% en la precipitación media anual. Aún con escenarios tan moderados, llega a la conclusión (mediante modelización) que la aportación total en el conjunto de España disminuiría como media entre el 5% (primer escenario) y el 14% (el segundo). En este se-

gundo escenario, se producirían disminuciones de las aportaciones del 20% en las siguientes cuencas: Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y las Islas Canarias.

Algunos abastecimientos (p.ej. área de Massachusetts, con 2,5 millones de habitantes) han analizado la robustez de sus sistemas respecto a este tipo de escenarios; no conocemos que se hayan efectuado análisis de este tipo en nuestro país.

RESUMEN

Las situaciones de sequía aparecidas en los últimos años han obligado a reflexionar sobre los conceptos y criterios de garantía. Por una parte se ha comprobado que la percepción anterior a estas situaciones sobre los recursos disponibles en diversos sistemas eran optimistas en exceso. Por otro lado se ha extremado el rigor en las exigencias de garantía una vez superados dichos períodos.

Las actuaciones llevadas a cabo en esas situaciones (que se verán en el siguiente apartado) han actuado en gran medida sobre la demanda y la mejora del rendimiento de redes. Con ello se han obtenido reducciones sustanciales. Así por ejemplo, la Mancomunidad de los Canales del Taibilla pasó de unos consumos de 191,3 hm³ en 1991 a 167,5 en 1995 (Carrillo y Sánchez, 1996), Emasesa de 166,8 hm³ en 1992 a 129, 3 en 1995 (Emasesa, 1997 b). En este último informe, a modo de reflexión una vez pasada la sequía se expresa: “Una de las razones fundamentales que inspiran los planteamientos de los recursos y consumos es la toma de conciencia de la vulnerabilidad del sistema, entendida como la menor capacidad de ahorro actual (comparada con la del año 1991) ya que, al haber bajado desde entonces los consumos del orden de un 21%, el nivel de ahorro potencial es ahora mucho menos flexible e implicaría sacrificios menos soportables”.

Por consiguiente, pueden contemplarse tres factores:

- La disminución de recursos disponibles garantizados, impuesta por el último ciclo de años secos (se afirma en diversos casos como Bilbao, Madrid, Sevilla, etc. que la última sequía ha sido la peor del siglo).

- El “ajuste” de demandas llevado a cabo y la mejora de los sistemas de abastecimientos, lo que ha reducido el margen para la disminución razonable de consumos en el siguiente episodio de sequía.

- Las amenazas del hipotético cambio climático, frente al que se comienzan a plantear “estrategias de respuesta” basadas en acciones preventivas, ya que existe la duda razonable de que los datos estadísticos de las series de aportaciones del pasado se reproduzcan en el futuro.

Todo ello conduce a la necesidad de aceptar criterios de garantías rigurosos y elevados en los abastecimientos, en línea con lo que propugna el Libro Blanco del Agua “tan próximos al 100% como sea técnicamente razonable y posible”. En este sentido sería igualmente necesario, revisar al alza los criterios de garantía para asignación y reserva de recursos que aparecen en los documentos de la planificación hidrológica.

EXPERIENCIAS DE LAS ÚLTIMAS SEQUÍAS

Las experiencias habidas en los últimos años en gran número de abastecimientos españoles que han tenido que afrontar situaciones de sequía, se encuentran bien documentadas y han sido presentadas en reuniones técnicas nacionales e internacionales. No obstante, pensamos que no está de más hacer una breve recensión de algunas de las mismas con objeto de intentar extraer algunas conclusiones de tipo general. Nos referiremos, como ejemplos ilustrativos, a las padecidas en Barcelona, Bilbao-Vitoria, Granada, Madrid, Marbella y Sevilla.

Barcelona y su entorno metropolitano

Según el Informe del Centre D'Estudis i Investigació de L'Aigüa (1991) el último período de situación de crisis en el abastecimiento de Barcelona y su entorno metropolitano puede fecharse entre noviembre de 1989 y mayo de 1990. El volumen de agua derivada para el abastecimiento en 1989 fue de 295,3 hm³.

El arranque de la crisis fue motivada por la presencia de dos años consecutivos (1988 y 1989) con precipitaciones inferiores a la media de los registros históricos de los 50 años anteriores. En las dos cuencas principales en las que se sitúan los embalses de abastecimiento (sistemas Llobregat y Ter) las precipitaciones en esos dos años fueron del orden del 82% en la primera y del 77% en la segunda.

En noviembre de 1989, en el conjunto de los cuatro embalses del abastecimiento, con una capacidad total de 540 hm³, el volumen almacenado ha-

bía descendido a 111 hm³ (20,5%). Durante todo el año anterior y los primeros meses de 1989 el volumen almacenado había ido descendiendo constantemente. No obstante, a partir del mes de noviembre la situación hidráulica sufre una cierta estabilización como consecuencia de precipitaciones de cierta intensidad. El punto crítico se alcanzó en abril de 1990, con 80 hm³ almacenados (14,8%).

Durante los primeros días de mayo de 1990 el plan de restricciones elaborado por la Sociedad General de Aguas estaba listo para entrar en acción, en espera tan sólo de la autorización de las autoridades. Sin embargo el 22 de mayo comenzó una semana de intensas precipitaciones que permitió calificar el mes de mayo “como el mes más lluvioso de los últimos años prácticamente en toda Cataluña”, permitiendo la progresiva recuperación de los embalses.

Con anterioridad al comienzo de la crisis propiamente dicha, la administración hidráulica, la Sociedad suministradora y otras entidades públicas y privadas habían tomado una serie de medidas técnicas desde 7 meses antes, que consistían fundamentalmente en:

- aprovechamiento integral del agua superficial del río Llobregat y de los caudales subterráneos de su cuenca.

- reducción progresiva del caudal ecológico y para usos de regadío aguas abajo de los embalses del Ter, pasando de 3 m³/s a un mínimo de 1 m³/s.

- instar a la limitación al máximo de las derivaciones para regadíos y control de los aprovechamientos hidroeléctricos en la cuenca del Llobregat.

- control de los vertidos urbanos e industriales a las dos cuencas aguas arriba de los aprovechamientos.

- control intensivo de la calidad del agua en los embalses de los sistemas Ter y Llobregat.

A partir de noviembre, iniciada la crisis, las autoridades y la Sociedad suministradora no dejaron de reforzar los criterios de optimización de los recursos e inician el planteamiento de una serie de acciones tanto para sensibilizar a la opinión pública sobre el problema como para preparar un plan de restricciones.

Entre las principales acciones emprendidas pueden señalarse:

- alertar a los usuarios especiales (clínicas, hospitales, centros asistenciales, etc) de la importancia de adecuar sus instalaciones interiores con el fin de disponer de reservas y prevenir descensos de presión de la red de abastecimiento.

- restricción prácticamente total de riego urbano, limitación al máximo del riego de jardines y funcionamiento de las fuentes ornamentales en circuito cerrado.

- establecer prioridades para el uso de los recursos superficiales regulando aprovechamientos hidroeléctricos, agrícolas e industriales.

- preparar un plan para limitar los usos comerciales e industriales de tipo complementario o doméstico de tipo suntuario.

- control de vertidos urbanos e industriales por los servicios de abastecimiento aguas arriba de los últimos puntos de derivación, reforzando los dispositivos de las plantas de depuración del área.

- mejora del tratamiento del agua ante el aumento registrado de compuestos nitrogenados.

- puesta en marcha de un dispositivo de oxigenación del agua en la presa de Pasteral, toma final del sistema Ter.

Asimismo se estudió un plan de restricciones. En síntesis la problemática presentada derivaba de la existencia de una red compleja, con suministros a más de 19 niveles de cota, desde los barrios situados a nivel del mar hasta la cota 540 del depósito de la montaña de Tibidabo. La implantación del plan exigía actuar sobre 70 depósitos de servicio, 17 estaciones de bombeo, 19 válvulas de regulación principales y 200 válvulas de redes secundarias, estas últimas situadas en vías públicas, algunas bajo las calzadas. Muy importante era la consideración de las 10.000 bocas de incendio e hidrantes existentes, a efectos de seguridad. El diseño del plan intentaba conseguir una presión reducida que permitiera un mínimo abastecimiento a los usuarios y poder atender a usos de emergencia (bomberos y usuarios especiales con dispositivos de elevación). El plan también fue diseñado para que el período máximo de restricciones a los usuarios no sobrepasase las 24 horas. Como se ha expuesto anteriormente, dicho plan no llegó a entrar en funcionamiento.

Junto a estas medidas técnicas cabe resaltar la intensa campaña de concienciación ciudadana lle-

vada a cabo en los medios de comunicación social (TV, radio, prensa, carteles, pegatinas, etc).

Los resultados de ahorro obtenido fueron los siguientes:

- A partir de las medidas del agua suministrada a la red, el descenso de consumo entre los meses de noviembre de 1989 a junio de 1990 fue de un 5%. No obstante, teniendo en cuenta que el crecimiento medio anual que venía teniendo lugar los años anteriores era del 2,6%, se puede establecer que el ahorro conseguido voluntariamente se sitúa en la horquilla 5-8%.

- Por usos, se evaluó un descenso en los consumos públicos del 18% y en los industriales y comerciales del 7%. En consumos domésticos se produjo un ahorro del 4%, frente a un aumento en el período anterior del 2%.

- Del total de los 295,3 hm³ consumidos en 1989, el 54% provino del sistema Ter, el 36% del Llobregat y el 10% de agua subterráneas. El destino del agua fue: 59% usos domésticos; 31% usos comerciales-industriales y el 10% ayuntamiento y otros.

Entre las soluciones de emergencia que se consideran cabe señalar:

- captación de aguas subterráneas; fue desechada por la exigüidad de los caudales esperados (0,2 a 0,5 m³/s), la deficiente calidad del agua y, en algunos casos, los conflictos de intereses que podrían aparecer.

- desalación de agua de mar, a dos años de horizonte y con costes estimados de 300 pta/m³.

- transporte de agua en barco, desde la zona del Canal de Provenza (2 m³/s) o la Bahía de Cádiz (0,5 m³/s), con costes de 500 y 300 pta/m³ respectivamente.

Área Metropolitana de Bilbao y Vitoria

Entre los meses de octubre de 1989 y febrero de 1991, Bilbao, su Área Metropolitana y la ciudad de Vitoria sufrieron importantes, progresivas y molestas restricciones de agua que afectaron a una población de 1.200.000 habitantes (55% de la población del País Vasco) y a su importante sector productivo industrial. El 9 de abril de 1990 se alcanzó el mínimo de reservas, contabilizándose únicamen-

te unos volúmenes almacenados en los embalses para 20 días de suministro suponiendo que se consiguieran ahorros en el consumo de más del 30% (Eizaguirre y Silveiro, 1991; Silveiro 1998).

Según Larrinoa (comunicación personal, 1999) en octubre de 1989 la Asamblea General del Consorcio y Amvisa acordaron establecer restricciones a los municipios e industrias ante la grave situación existente; restricciones que se endurecieron en enero de 1990 con objeto de obtener un ahorro del 35%, para lo cual era preciso establecer doce horas de corte.

El consumo de agua del conjunto Bilbao-Vitoria antes de la sequía se situaba en 170-180 hm³/año. Los principales embalses suministradores (Urrúnaga, Ulíbarri y Ordunte) alcanzan una capacidad máxima de 214 hm³. Los embalses tienen uso múltiple: además del abastecimiento disponen de aprovechamiento hidroeléctrico y servidumbre de caudales (30 hm³/año).

Durante la sequía, las medidas que progresivamente se fueron adoptando fueron, en síntesis, las siguientes:

- Reducción de las servidumbres de los embalses del Zadorra.
- Inicio de una campaña publicitaria llamando al ahorro voluntario.
- Supresión de riegos y consumos no fundamentales.
- Intensificación de la búsqueda y reparación de fugas.
- Formación de una Comisión de seguimiento de la sequía.
- Penalizar los consumos superiores a las medias que se establecieron.
- Crear una Comisión Interinstitucional de la Sequía con representación del Gobierno Vasco, Diputaciones Forales, Asociaciones de Municipios, Consorcio de Aguas, Amvisa y Mancomunidad del Añarbe.

En la última fase de la crisis, adicionalmente se adoptó:

- Limitación del agua a la Gran Industria.
- Prolongar de forma progresiva las restricciones.

Una de las actuaciones más importantes fue la ejecución con carácter de urgencia de una serie de captaciones y tomas de la red superficial (cuencas

del Norte y del Ebro), amparadas por el Real Decreto 296/1990, de 2 de marzo, de acuerdo con lo establecido en el artículo 56 de la Ley de Aguas, con la colaboración de las Confederaciones Hidrográficas del Norte y del Ebro.

Se llevó a cabo una inversión total de 7.000 Mpta en un plazo muy breve, instalándose bombes y conducciones con una capacidad de transporte de unos 10 m³/s, gracias a lo cual las obras de emergencia aportaron durante 1990 un total de 53,3 hm³, equivalentes al 32% de las aportaciones habidas durante dicho año en las cuencas del Zadorra y Ordunte. El intento de captar aguas subterráneas, para lo que se efectuaron 15 sondeos, resultó fallido.

El ahorro conseguido con las diferentes medidas que se adoptaron fue (hasta el 2 de febrero de 1991, fin de la sequía) del 29,55% (en los municipios el 25,6% y en las industrias el 41,6%).

A las restricciones, durante los 14 meses de sequía, se les imputa un ahorro que, aunque espectacular en términos absolutos (27 hm³), no lo es tanto en términos relativos (8% del consumo total).

“Las obras de emergencia aportaron un interesante valor añadido a los abastecimientos y deben ser enmarcados no sólo como unas realizaciones temporales, sino como obras consolidadas. Tampoco hicieron el milagro. Este lo puso la naturaleza con unas lluvias oportunas y gratificantes. Las obras de emergencia contribuyeron a la resolución de la situación en el menor tiempo posible” (Silveiro, 1998).

Granada

El volumen almacenado en los embalses de Quéntar y Canales, principales fuentes suministradoras, comenzó a disminuir pronunciadamente desde julio de 1993, alcanzando un mínimo de 5,3 hm³ en julio de 1995. El máximo del consumo se produjo en 1991, con un volumen derivado de 45,4 hm³. Pero desde 1992 la situación era preocupante. En junio de dicho año, después de una concienciación a las autoridades locales por parte de Emasagra, el Alcalde publicó un Bando por el que se limitaba el riego de jardines públicos y privados, se prohibía el baldeo de calles, lavado de vehículos y uso de las bocas de riego y se autorizaba a la empresa suministradora a reducir la presión de servicio.

Otras medidas adoptadas fueron (Gómez Requena, 1999, comunicación personal):

- campañas publicitarias en los medios de comunicación (prensa, radio y televisión) y por medio de carteles distribuidos a las viviendas, colegios, vallas publicitarias, comercios, etc.

- seguimiento muy estricto de los embalses para avanzar en la progresividad de las medidas.

- se ofreció como alternativa la posibilidad de utilizar, sin costo, agua reciclada procedente de las depuradoras de aguas residuales.

- seguimiento de los consumos que sufrieran un fuerte incremento.

- campaña de detección y arreglo de fugas.

El agua captada pasó de 45,4 hm³ en 1991 a 36,7 hm³ en 1994 (19 % de disminución).

Sin embargo la medida más efectiva consistió en la perforación de una batería de 10 pozos en el acuífero de la Vega de Granada, capaz de proporcionar 1.000 l/s. Si bien dicha medida se había solicitado con suficiente antelación a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, por diversas vicisitudes se comenzaron a construir muy tardíamente, entre marzo y junio de 1995. Del Valle et al. (1995) ponen de manifiesto que si bien existen estudios hidrogeológicos adecuados desde 1967 y se contaba con buenos proyectos, las dificultades de disponer de tecnología adecuada de ejecución de dichos pozos retrasó el proyecto. En julio-agosto de 1995, entraron en servicio 6 unidades que aportaron cantidades importantes al abastecimiento (600-750 l/s). Después se han completado hasta alcanzar 1 m³/s.

Comunidad de Madrid

Según el “Informe de Gestión, Campaña contra la sequía 1992-93” del Canal de Isabel II, la última crisis en el abastecimiento se produjo entre marzo de 1992 y noviembre de 1993. El agua derivada para abastecimiento por el Canal de Isabel II que abastece a la práctica totalidad de la Comunidad fue de 590 hm³ en 1991.

La crisis tuvo su origen en la escasa aportación recibida por los embalses de abastecimiento (961 hm³ de capacidad total) en el año hidrológico 91-92, que fue la menor de los 80 años anteriores. En el período comprendido entre mayo de 1991 y septiembre de 1993 los embalses recibieron tan solo el 70% del peor período equivalente de este siglo.

En el mes de junio de 1991, los embalses se encontraban al 86% de su capacidad, produciéndose desde entonces una disminución intensa y progresiva. A principios de diciembre de dicho año, las reservas se situaban en el 52% (valor medio de la media histórica correspondiente a dicho mes). Ante la ausencia prácticamente total de precipitaciones y aportaciones, en enero se puso en marcha el abastecimiento con recursos complementarios mediante bombeo del río Alberche (3,8 m³/s de capacidad máxima). En marzo se complementó con aguas subterráneas (1,9 m³/s de capacidad máxima). La actuación límite de las reservas se presentó en octubre de 1992, con poco más de 300 hm³ almacenados (31,2% de la capacidad). En octubre de 1993 se produjo un temporal de precipitaciones que hizo aumentar considerablemente el volumen almacenado; en noviembre se volvió a superar los 500 hm³, considerados medios, siguiendo el ritmo ascendente, por lo que dio por concluida la situación de sequía.

Las principales acciones tomadas durante el período fueron las siguientes:

- Creación de una Oficina de la Sequía, con las funciones de recopilar, ordenar y verificar la información para el seguimiento del proceso y de las actuaciones: informar a los organismos y editar un boletín periódico; seguimiento de la campaña de información y preparación de las respuestas a los usuarios; proponer medidas para el ahorro de agua.

- Promulgación de la Ley 3/1992 por la Comunidad de Madrid, en la que se establecían limitaciones en los riegos de parques y jardines. En el año de vigencia de la ley, los resultados obtenidos fueron bastante escasos.

- Utilización de aguas depuradas para riegos, que se facilitan de manera gratuita. También los resultados fueron pobres, pues sólo se retiraron 37.000 m³ por 300 usuarios.

- Control de consumos excesivos, centrados en 1.500 usuarios cuyo consumo superaba los 5 m³/día y detección de fugas y tomas clandestinas, 350 actuaciones en total. Asimismo se actuó sobre las bocas de riego, cortando numerosas series de las mismas.

- Ampliación de la instalación de caudalímetros en las grandes conducciones y en la red de distribución e instalación de contadores en parques y

jardines. La segunda de estas operaciones tuvo su efecto una vez concluida la vigencia de la Ley 3/1992.

- Plan de dispositivos de ahorro, repartiéndose más de 3.000 juegos de dispositivos para instalar en grifos, duchas e inodoros. Una encuesta posterior entre los usuarios que habían instalado estos dispositivos determinó un ahorro por encima del 20% en más de la mitad de los usuarios y un 20% de dichos usuarios ahorraron por encima del 40%.

- Campaña de distribución de carteles y pegatinas en hoteles, aeropuertos, estaciones, hospitales, grandes empresas, ayuntamientos, restaurantes, cines, colegios, etc.

Dentro de las actuaciones realizadas merece especial mención la intensa campaña realizada en todos los medios de comunicación social (televisión, radio, prensa) apelando al ahorro de agua de los ciudadanos de forma voluntaria que, por los resultados alcanzados, puede calificarse como una de las acciones de mayor éxito.

Entre las medidas técnicas para incrementar las disponibilidades se puso en marcha la construcción por el procedimiento de emergencia de una conducción desde el embalse de San Juan en el río Alberche hasta el embalse de Valmayor en el río Guadarrama, por medio de una elevación del agua a unos 300 m. La conducción estuvo lista para su entrada en servicio coincidiendo con la finalización de la sequía.

También se intensificó la construcción de pozos. La principal actuación fue la ejecución de 20 perforaciones de 400-500 m de profundidad en el acuífero detrítico, que proporcionaron en aforo 1,5 m³/s. Al igual que en el caso anterior, los pozos empezaron a entrar en servicio coincidiendo con el final de la sequía.

Los resultados obtenidos en el conjunto de los años 92 y 93 han sido los siguientes:

- La disminución de consumo imputables a las medidas sociales y de concienciación se cifró en 221 hm³, si bien estas medidas se pusieron en marcha en junio de 1992.

- Las medidas técnicas consistentes en captaciones alternativas proporcionaron 194 hm³ del bombeo del río Alberche (22 meses) y 81 hm³ procedentes de pozos (20 meses).

- La evolución del agua derivada para el abastecimiento pasó de 590 hm³ en 1991, a 552 hm³ en 1992 y 476 hm³ en 1993; es decir, sufrió una disminución del 19,3%.

- La aportación de recursos alternativos (Alberche y pozos) durante esos dos últimos años supuso un 27,6% del agua total derivada para el abastecimiento. Estas captaciones alternativas se pusieron en funcionamiento de forma previsoramente con suficiente antelación; sin embargo, si no hubiese sido por la campaña de concienciación social, el volumen embalsado hubiese tocado un mínimo de 163 hm³ (17,3 %) en octubre de 1993.

- Es importante señalar el efecto acumulado y progresivo de las medidas tomadas. En el verano de 1993, con los riegos de parques y jardines liberados de prohibición, se consumía un 24% menos que en el verano de 1991.

La experiencia obtenida en la sequía dio lugar a la elaboración de un Manual de Sequía, documento en el que se recogen las medidas que se deben ir tomando en las diferentes fases que se definen. Se trata de objetivar las decisiones a adoptar ante la presencia de una situación de sequía, definida por sucesivas fases, de manera que se eliminan las incertidumbres que suelen envolver a los responsables de la gestión de un abastecimiento cuando se presentan estos tipos de situaciones.

Marbella

El abastecimiento de Marbella (incluido casco urbano, San Pedro de Alcántara y Nueva Andalucía-Puerto Banús) se venía realizando fundamentalmente desde el embalse de La Concepción (94,6%) completado con una serie de pozos y algún manantial (Tomás y Riera, 1996). A partir de noviembre de 1994 el agua aportada por el embalse fue reduciéndose hasta suministrar tan sólo un 26,5% del abastecimiento en 1995. Así en julio de 1994 el embalse proporcionó 0,986 hm³ que se redujeron a 0,07 hm³ en octubre e 1995 (7%). Los consumos totales que en 1991 fueron de 15,9 hm³, se redujeron a 8,2 hm³ en 1995.

En la primavera de 1993, ante el comienzo de una situación inquietante se creó una Comisión de seguimiento y control integrada por responsable del Grupo Agbar y técnicos municipales. Las principales actuaciones realizadas, en síntesis, fueron:

- Intensificar el ahorro de agua evitando pér-

didadas en la red y mediante la concienciación de los usuarios.

- Control centralizado del sistema y mejora de las mediciones.

- Búsqueda de nuevos recursos.

El rendimiento de la red pasó del 47% en el año 91 al 74,2 % en 1995, reduciéndose las fugas en 1995 en 2,68 hm³ respecto al año 1994.

Se llevó a cabo un estudio hidrogeológico, efectuándose 47 sondeos de investigación entre diciembre de 1994 y junio de 1995. Se construyeron 22 pozos, gran parte de ellos equipados provisionalmente con grupos electrógenos. Las obras de perforación y conexión ascendieron a 700 Mpta. Como conclusión subrayan los autores citados que no sólo se logró paliar la sequía, sino que una vez finalizada se cuenta con un nuevo sistema de abastecimiento.

Sevilla

La empresa de abastecimiento, Emasesa, abastece a Sevilla y 13 municipios de su entorno, más otros 28 municipios a los que suministra agua sin tratar. En total comprende una población de 1,24 millones de habitantes que, en determinadas épocas, puede alcanzar los 1,6 millones equivalentes. Es de resaltar que las situaciones de sequía atravesadas y las medidas tomadas durante la misma se encuentran magníficamente expuestas y documentadas en publicaciones de Emasesa (1997, a y b). Un buen resumen puede verse en Palancar (1998).

En 1992 el agua derivada para suministro alcanzó la cifra de 166,8 hm³. Procede de 4 embalses situados en la Rivera de Huelva con una capacidad de 389 hm³ (se estima que regulan 130 hm³/año). Además cuentan con el embalse de Cala (59 hm³) de la Compañía Sevillana de Electricidad y con el embalse del Pintado en el río Viar (202 hm³ de capacidad, 58 hm³/año de regulación propiedad de la Comunidad de Regantes) y está previsto realizar en el mismo río desde 1989 el embalse de Melonares (185 hm³ de capacidad, 38 hm³/año de regulación).

En el período 1991-1995 (4 años) la aportación total a los embalses fue de 168 hm³, inferior en dicho período a sólo la aportación del año 1991 que fué de 170 hm³.

La crisis comenzó en 1992 (año de la Exposición Universal) que presentó lluvias escasas, sien-

do insuficientes las reservas propias del abastecimiento y teniendo que recurrir a reservas ajenas. El año siguiente, aún con reservas propias y ajenas mínimas, las lluvias habidas aliviaron algo la situación, no siendo necesario recurrir a restricciones. El año 1994, siguió la escasez de precipitaciones, por lo que se puso en marcha una campaña de ahorro voluntario que consiguió una disminución del consumo del 20%. El último año de la sequía, 1995, fue el más crítico hasta las lluvias de fin de año.

Entre las medidas adoptadas cabe señalar las siguientes:

- Emisión de Bandos, campañas publicitarias y de opinión y creación de un Departamento de Control.

- Recursos alternativos. Excepto en dos poblaciones no era habitual la disponibilidad de aguas subterráneas. Después de un estudio hidrogeológico se concluyó que la escasez de dichos recursos, su deficiente calidad y la falta de infraestructuras de conexión, hacía que se desestimasen.

- Se pusieron en marcha las tomas de emergencia I y II del río Guadalquivir para 1 y 1,5 m³/s; debido a la contaminación de los caudales circulantes hubo que remodelar la estaciones de tratamiento. En febrero de 1993 se construyó la toma de emergencia III, que entró en servicio en mayo.

- Entre 1992 y 1994, del embalse de Cala (de uso hidroeléctrico) se derivaron 25 hm³.

- Se utilizó el embalse del Pintado desde 1993 mediante acuerdo con la Comunidad de Regantes y realización de la infraestructura de conexión. Entre 1993 y 1994 proporcionó 28 hm³.

Las inversiones realizadas ascendieron a 3.047 Mpta. El consumo paso de 166,8 hm³ en 1991 a 129,3 hm³ en 1995, creando una grave situación económica a la empresa del abastecimiento que tuvo que elaborar un plan tarifario de recuperación de inversiones y superación del déficit económico

A modo de resumen

¿Cuáles son las consecuencias que puedan obtenerse de los casos presentados? No cabe duda que resulta difícil exponer unas conclusiones de carácter general, ni tampoco se pretende. Nos conformamos con presentar unas meras reflexiones.

El papel de las Administraciones Públicas durante las sequías ha sido diverso. Desde unos fuertes compromisos y agilidad en la realización de obras de emergencia, hasta una cierta lentitud en la tramitación y toma de decisiones. Quizá no resulte arriesgado aventurar que “la lógica de la situación” discurre hacia que sean las propias empresas abastecedoras las que encaren con mayor protagonismo las soluciones, con las ayudas institucionales y financieras de las administraciones públicas que sean necesarias, pero sin dejación de una cierta iniciativa en las realizaciones. Cabe reforzar esta consideración planteándose si la mejor resolución de los problemas ha ido aparejada a la constitución de comisiones de alto rango o, por el contrario, se han efectuado soluciones más eficaces y ágiles cuando el nivel de las comisiones ha sido más “técnico”.

Se podría aún subrayar más esta cuestión analizando los problemas de coordinación entre empresas de abastecimiento y administraciones públicas implicadas. Se podría avanzar que se tiene la impresión de que cuanto mayor ha sido el número y variedad de las administraciones públicas implicadas, han sido también mayores las dificultades de coordinación y las frecuentes interferencias entre dichas administraciones.

En segundo lugar, se han presentado dificultades en la realización de soluciones que se tenían claras por falta de disponibilidad de la capacidad tecnológica (caso de las aguas subterráneas). En ese sentido cabría reflexionar que existe una notable divergencia entre los estudios teóricos o de investigación y el “know how” o “expertise”. Tampoco parece arriesgado aventurar que serán las propias empresas de abastecimientos las que tienen que cubrir este “gap”. De hecho buen número de empresas de abastecimiento están caminando ya en esa dirección.

También se constata que en muchos casos se ha reaccionado demasiado tarde, de manera que como se ha afirmado con desenfado “las obras que se efectúan durante una sequía están listas para entrar en servicio en la siguiente”. Sin embargo, como se ha señalado en algún caso, dichas obras se integran en los abastecimientos y constituyen una buena fuente de diversificación de recursos. Pero conviene señalar que se puede echar en falta la existencia de “biblioteca de proyectos” debidamente estudiados para su puesta en marcha sin tener que recurrir a improvisaciones o, cuando menos, proyectos poco maduros.

En cuando a la gestión de la demanda, es evidente que la reducción de consumos debido a las medidas que se han establecido con carácter general (concienciación para el ahorro voluntario, limitaciones de usos, tarifas disuasorias, etc) ha resultado ser las medidas más eficaces. No obstante, como se ha señalado anteriormente, nos hemos comido quizá la parte más sustancial de los márgenes de disminución, por lo que presuponer ahorros adicionales del 15-20% parece arriesgado.

Por fin, no parece claramente puesto de manifiesto la eficacia de las medidas de corte (restricciones), máxime cuando su valoración puede quedar embebida en los efectos de otras medidas (disminución de fugas y ahorros voluntarios).

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Nos resta por tratar las estrategias de respuesta de los sistemas de abastecimiento ante situaciones críticas (sequías). En principio parecen claras: gestión de la demanda e incremento de la oferta. A ello uniremos unas consideraciones económicas y el tema emergente de los mercados y bancos de agua.

GESTIÓN DE LA DEMANDA

Los responsables de los abastecimientos han venido desarrollando tradicionalmente una política de oferta, intentando que la disponibilidad de recursos vaya siempre por delante de la demanda. Se trata de una actitud lógica, pues el fuerte crecimiento de la población en muchas etapas de su desarrollo y el aumento del nivel de vida han hecho que servicios básicos como el abastecimiento hayan entrado en crisis con demasiada frecuencia. Esta política de oferta no se puede considerar en nuestro país, en modo alguno, finalizada, pues existen buenas posibilidades de aprovechamientos de aguas superficiales y subterráneas técnica y económicamente ventajosas y sin causar perjuicios inadmisibles sobre el entorno ambiental y los ecosistemas hidrodépendientes.

La aparición de sequías y el rápido crecimiento de la demanda han llevado a considerar, junto al incremento de las disponibilidades, las posibles actuaciones sobre la demanda y su gestión. Este fenómeno se acentúa a partir de los años 80, tratando de introducir en la planificación a medio y largo plazo programas de actuación sobre la demanda para conseguir reducirla.

Es frecuente en los abastecimientos de grandes áreas urbanas contemplar la aparición de restricciones en el consumo de un año de cada diez en cuantías del 10%, y de un año de cada cincuenta del 20%. Sin embargo, se están presentando en los últimos años situaciones de escasez de disponibilidades más severas que las series de datos en las que se basan el cálculo de dichas garantías. Estas situaciones fuerzan a responsables de los abastecimientos, cuando no disponen de otros recursos, a planear reducciones en los consumos. Para ello se utilizan, a grandes rasgos, dos vías: el desarrollo de proyectos de ahorro de agua y de incremento de su precio, y la mejora en la eficiencia de los usos individuales.

El objetivo de incrementar la eficiencia en el uso del agua no está limitado a las regiones secas del mundo. La degradación general de la calidad del agua, el incremento de la demanda y la dificultad para predecir condiciones meteorológicas del futuro han hecho surgir la nueva disciplina de la "conservación del agua". El Consejo de Recursos Hidráulicos de Estados Unidos la define como aquellas actividades diseñadas para reducir la demanda, mejorar la eficiencia, reducir las pérdidas y fugas, y mejorar las técnicas de riegos urbanos y usos ornamentales. Como parece lógico, posteriormente se ha ido ampliando el concepto de conservación del agua incorporando entre sus técnicas aquellas que tienen por objeto el ahorro del agua o la mejor gestión de los recursos, incluso las transferencias de usos por medio de mercados o bancos de agua.

Entre las acciones que se barajan para gestionar la demanda se pueden citar (Castro, 1995):

- Acciones educativas o persuasivas. Se trata de sensibilizar a la población para que modifique sus pautas de consumo por medio de campañas sociales. Aunque los mensajes relacionados con el medio ambiente y la escasez de recursos son muy atractivos, pueden resultar demasiado abstractos y cuando las campañas se reiteran pierden su eficacia. Sin embargo, las experiencias habidas últimamente en nuestro país han resultado eficaces consiguiéndose ahorros del 5-15%, a falta de analizar la recuperación o no posterior de los niveles de demanda anteriores a las campañas. A largo plazo parece de interés dirigir campañas educativas a los niños, que aún no han arraigado hábitos de consumo.

- Acciones normativas. Entre las mismas pueden citarse: hacer preceptivo el uso de aparatos de bajo consumo, limitando el caudal máximo de grifos, duchas o cisternas; imponer en los lugares pú-

blicos el uso de dispositivos automáticos de corte; limitar el consumo máximo de agua en lavadoras y lavaplatos; regular el tipo de paisajismo o jardinería de los parques y jardines públicos, adecuándolos a las condiciones climáticas de cada región; fomentar en las industrias el uso eficiente del agua, tanto la empleada en refrigeración como la de proceso o sanitaria.

- Acciones económicas. En primer lugar, la medición de agua que consume cada usuario, con el fin de que exista una clara relación entre el consumo y el pago individualizado. Establecer una estructura de consumo por bloques real, evitando que los distintos conceptos que se incluyen en el recibo del agua distorsionen la apreciación clara de la progresividad consumo-precio. Programa de compensación de demanda, de manera que nuevos desarrollos urbanísticos se hagan a costa de un ahorro equivalente de otros usuarios. Renovación de instalaciones -generales o individuales- poco eficientes.

- Acciones de mejora de la gestión técnica y comercial. Mantenimiento de las redes y renovación de las mismas a fin de mantener un alto rendimiento, reduciendo las pérdidas a los niveles técnicos y económicamente posibles. Detección automática de fugas incidentales. Utilización de recursos regenerados para ciertos usos industriales y de riego.

Debe tenerse en cuenta que muchas de estas acciones no tienen un grado elevado de aceptación social. Aunque puede hacerse apelación a argumentos ambientales, que tienen mucho atractivo, se trata de restringir el uso de un bien (generalmente de bajo precio), lo que para los usuarios supone sacrificar en alguna medida su comodidad o hábitos. La contrapartida puede ser meramente argumental, pues habrán de elevarse las tarifas para mantener el equilibrio económico de las empresas suministradoras, que sólo verán reducido los costes en la componente variable del agua no vendida, que es sólo una fracción pequeña de los costes totales.

Tampoco estas acciones tienen elevada aceptación entre las autoridades, sensibles hacia la opinión general y que han de autorizar el régimen de tarifas y, del mismo modo, en los fabricantes de electrodomésticos que han de introducir modificaciones en sus líneas de fabricación.

La puesta en marcha de un programa de gestión de la demanda exige, por otra parte, una planificación cuidadosa que contemple: el análisis de los consumos desagregados; la viabilidad y aplicabili-

dad de las distintas tecnologías de ahorro; el análisis de los aspectos que pueden afectar a la aceptación social de las medidas; el análisis de los obstáculos institucionales y normativos, especialmente en materia de salud y seguridad; la estimación del ahorro de agua esperable y los costes de la puesta en marcha de los programas; estrategias de financiación para promover la participación en proyectos compartidos; el análisis de los efectos económicos (financiero y en tarifas) y de los efectos en situación de sequía (rigidez de la demanda).

Los programas de gestión de la demanda que se han puesto en práctica y han tenido éxito lo han sido mayoritariamente en Estados Unidos, donde las dotaciones unitarias son del orden de 600 litros por habitante y día o, incluso, superiores, es decir más del doble de la española. Por ello, se hace necesario tener cautela en la trasposición de los programas de ahorro a otros lugares (Cubillo y Farwell, 1994)

Por lo que respecta a España, la distribución desagregada de los consumos de abastecimiento revela que las actuaciones generales deberían ir dirigidas prioritariamente a la reducción de consumos domiciliarios y de los no facturados (del orden del 75% del total). Las tímidas experiencias realizadas hasta la fecha, en grupos reducidos de usuarios domésticos, arrojan cifras de ahorro de los aparatos con dispositivos a tal fin (grifos, duchas y cisternas) del orden del 50-60%. No obstante, debe subrayarse que dichas cifras no pueden entenderse como aplicadas a la totalidad de las demandas domésticas, en las que se lograrían, en caso de implantarse dispositivos de ahorro de forma masiva, reducciones porcentuales mucho menores.

Como síntesis de lo que acaba de exponerse respecto a las técnicas de reducción de la demanda conviene insistir -en lo referente a nuestro país- que se trata de actuaciones de elevado coste económico en relación con las de otras fuentes de suministro, excepto para situaciones extremas. Consideración que también aparece en California, lugar donde más se han desarrollado estas técnicas: se concluía que los costes por metro cúbico de agua ahorrada eran bastante superiores a otros métodos, como los derivados de la compra -y subsiguiente transporte de agua a través de trasvases- por medio de los bancos o mercados de agua.

INCREMENTO DE LA OFERTA Y OTRAS MEDIDAS

Ante todo conviene no perder de vista que, en

modo absoluto, se puede considerar concluida en nuestro país la etapa del desarrollo de nuevos recursos para el abastecimiento urbano por medio de la construcción de embalses, del aprovechamiento de acuíferos, de la conexión de sistemas, de reasignación de usos o de desalación de aguas continentales o marinas. Basta adelantar una serie de razones inmediatas: el uso relativamente reducido del recurso para el abastecimiento (14% del total de los usos consuntivos) en relación con otros usos (80% en regadíos); las dotaciones moderadas que se utilizan en nuestro país (inferiores a 300 litros por habitante y día) que, aunque se considere para el futuro un uso eficiente del recurso, se puede incrementar al disminuir el número de habitantes por vivienda o por el crecimiento de las viviendas unifamiliares que lleva consigo la elevación del nivel de vida; la fuerte necesidad de incrementar la garantía del abastecimiento al nivel de otros servicios básicos urbanos; la consideración de que las concentraciones urbanas se configuran como centros básicos de la economía y de los servicios, con tendencia creciente en el futuro; el tratarse de servicios que pueden soportar los costes reales de las infraestructuras y su explotación.

Debe insistirse en un hecho: el abastecimiento urbano representa un 14% de la demanda total de agua en usos consuntivos; un ahorro máximo esperable del 15% con las técnicas puestas en marcha durante las sequías viene a representar tan sólo un 2% del uso total. Con ello se confirma que las técnicas de ahorro tienen un máximo interés en la agricultura; en los abastecimientos pueden ayudar a mitigar situaciones locales y, sobre todo, tienen valor pedagógico y de concienciación, pero su resultado global no resulta relevante en el contexto nacional del uso de los recursos hidráulicos.

Consideración que se refuerza si se tiene en cuenta el elevado coste de las medidas de ahorro y el "ajuste" sufrido en los abastecimientos españoles en las últimas sequías, que han reducido notablemente el margen futuro de ahorro. A todo ello se puede añadir que algún programa de ahorro que se ha puesto en marcha en nuestro país (Zaragoza, por ejemplo) fija sus objetivos de reducción en cifras del orden del 1% de la demanda actual.

La demanda actual unitaria se sitúa en sus dotaciones medias a nivel nacional en 300 litros por habitante y día; y la demanda exclusivamente doméstica es de unos 180 litros por habitante y día. Se trata de valores medios, considerablemente más altos en las grandes áreas urbanas y mucho más bajos

en las áreas rurales, donde la demanda industrial-comercial y de usos públicos casi desaparece. Además, aparecen grandes diferencias regionales en razón a variaciones climáticas y de desarrollo industrial y de servicios. Con todo, es de esperar que la demanda de las poblaciones rurales tenga un crecimiento porcentual mayor, al acercarse su nivel de vida al resto de los ciudadanos y, por el contrario, las grandes ciudades deben continuar y aumentar sus hábitos de ahorro que tuvieron que implantar forzosamente en las zonas afectadas por la sequía en los últimos años.

La dotación por habitante, como ha sido expresada anteriormente, es la comúnmente utilizada en las normas y tratados sobre la materia. Sin embargo, se comienza a propugnar el uso de la dotación por vivienda, que se situará en unos 370 litros por vivienda y día respecto a la demanda estricta y del orden de 700 litros por vivienda y día respecto a la totalidad de usos.

Las mayores diferencias de dotación aparecen entre viviendas en pisos y viviendas unifamiliares con jardín y piscina y entre jardines y piscinas individuales o comunitarios. Obtener estos datos de clasificación de viviendas a nivel nacional, y considerar además los movimientos estacionales de la población y el porcentaje de ocupación temporal de las viviendas, permitiría elaborar pronósticos más adecuados respecto a los usos y demandas previsibles. Además habría que considerar individualizadamente las zonas turísticas.

A falta de dichos datos, aceptar crecimientos de las demandas para usos urbanos del 1-2 % anual para los próximos 10-20 años, con las variaciones regionales adecuadas, puede resultar justificado.

Para la satisfacción de las demandas futuras se pueden contemplar una serie de actuaciones a las que pasamos revista.

El ahorro es la medida más atractiva en principio, siempre aconsejable, pero de eficacia limitada en muchos casos. El volumen de agua no registrada (que incluye usos públicos, pérdidas en el tratamiento y pérdidas en la red), se sitúa como media nacional en un 28%, si bien se producen oscilaciones entre poco más del 10, llegando en algún caso excepcional a cifras del orden del 50%. Se hace necesario efectuar mediciones de las aguas dedicadas a uso público. Por otra parte hay que tener en cuenta que el límite técnico y económicamente viable de nivel de rendimiento de una red se sitúa entre el

85-90% (proporción entre agua suministrada a los consumidores y agua introducida en la red de distribución) y para alcanzar estos niveles límites es necesario entre otras actuaciones disponer de sistemas automatizados de control y gestión que permitan conocer en tiempo real el estado de la red de distribución y detectar los posibles incidentes, actuando en corto tiempo sobre los mismos.

Por otra parte, como ya se ha dicho, el margen para el ahorro, la reducción de consumos no esenciales y la disminución de pérdidas, disminuye notablemente con el nivel de dotación; así, resulta más difícil producir ahorros significativos cuando el nivel de dotaciones es más ajustado a las necesidades de los usuarios.

Si bien la demanda urbana suele catalogarse como una demanda consuntiva, una parte muy considerable -en general se acepta del orden del 80%- retorna al sistema alimentando directamente ríos (con mayor o menor grado de depuración) o por medio de la infiltración en acuíferos subterráneos; en el caso de poblaciones costeras los vertidos pueden ir directamente al mar. Existe un margen para la reutilización de volúmenes depurados en otros usos, como en regadío de productos de consumo no directo o riego de campos de golf con tratamientos adicionales, que está siendo objeto de atención creciente. No obstante conviene señalar que el reuso es una técnica que ha venido aplicándose desde los tiempos más antiguos; su costo y sus inconvenientes son muy variables según los casos, pero parece la medida más conveniente para la transferencia del agua urbana usada hacia la agricultura.

De las posibilidades de ampliación de disponibilidades mediante la construcción (o recrecimiento) de embalses poco hay que añadir; sólo constatar las crecientes dificultades por consideraciones o creencias de tipo medioambiental. Mejor suerte en general parece correr el aprovechamiento de aguas subterráneas; como se ha visto en el capítulo anterior han paliado o solucionado graves problemas. Pero no carecen de sus "cruces": la sobreexplotación, salinización y contaminación de acuíferos por usos y prácticas agrícolas; la necesidad de conocimientos "confiables" para su correcta gestión; la construcción de infraestructuras de captación y conexión que pueden estar ociosas durante largos períodos; los compromisos que soportan los acuíferos por otros usuarios; la necesidad de contar con tecnologías y "expertise" adecuados para su explotación y gestión, no tan extendidas en nuestra sociedad como las de aguas superficiales; ... La

aparición de algunos de estos problemas ha llevado consigo la necesidad de cambiar de ubicación las captaciones o el tratamiento de sus aguas mediante instalaciones de desalobración, como es el caso de algunos abastecimientos de la provincia de Castellón (Romero, 1996).

Todas estas medidas posibles deben ir acompañadas por actuaciones de protección y conservación del recurso, superficial y subterráneo y en cantidad y calidad. Debe dedicarse por parte de la administración hidráulica un esfuerzo mayor a la implantación de medidas que eviten la inutilización de los recursos que en la actualidad o en el futuro pueden utilizarse en abastecimientos urbanos, por medio de la creación de reservas o de otras medidas, de manera que se evite la asignación de recursos de buena calidad a usos menos rentables y de menor prioridad, o la progresiva degradación de su calidad.

ASPECTOS ECONÓMICOS

En el presente trabajo nos hemos vedado deliberadamente entrar con un par de cuestiones importantes; los aspectos de calidad y los económicos; ambos son relevantes en la gestión en sequías, sobre todo cuando se propugna una “garantía total” de la cantidad, calidad y servicio. En este apartado nos limitaremos a exponer unos datos recientes sobre el sector que “compite” con los abastecimientos en proporcionar a los clientes “calidad”: el sector de las aguas embotelladas. Si se ha afirmado que el servicio de abastecimiento es un servicio de gran valor y de bajo precio, sirvan los datos que se exponen a continuación para que el sufrido lector saque sus propias conclusiones. Los datos proceden de un trabajo en prensa que está preparando el Instituto Tecnológico Geominero (1999, avance provisional de la publicación).

“El ritmo de crecimiento experimentado en los últimos años, en el sector de aguas emvasadas, en España, puede decirse, sin lugar a dudas, que es muy superior al total de bebidas refrescantes (colas, refrescos, sodas, ...).

A nivel nacional, los datos disponibles son los publicados por la Asociación Nacional de Aguas de Bebida Envasada (ANEABE). Esta Asociación representa el 98% del sector, que engloba, junto a las aguas minerales-naturales las de manantial, por lo que se trata al sector en su conjunto.

En 1997 el número de plantas embotelladoras

afiliadas a ANEABE era 85, presentándose el mayor número en Cataluña (25) y Comunidad Valenciana (10).

El consumo en España ha pasado de los 384 millones de litros en el año 1977, a los 2.877 millones de litros en 1997 (incremento del 650%). Representa un consumo por persona y año de 72 litros en 1997. Aunque se observa un importante crecimiento en el consumo, si se compara con los países de la Unión Europea aún estamos lejos, sobre todo de aquéllos que superan los 100 litros por persona y año como es el caso de Italia (127) y Bélgica (122).

Actualmente, el sector español de las aguas emvasadas mueve un importante volumen de facturación (a la salida de planta), del orden de cien mil millones de pesetas anuales, y empleo directo de unas dos mil personas, con varias decenas de miles de puestos de trabajo indirectos”.

Hasta aquí los datos del ITGE. Solo unas consideraciones adicionales. Por una parte, en la serie de consumos anuales se aprecian notables crecimientos en los años 1991, 1994 y 1995, disminuyendo en el año 1996 y 1997 (¿podría influir la sequía y los últimos años de lluvias abundantes?). Por otro lado, en el máximo de consumo (1995 con 3 hm³) se obtiene una relación de agua de sistemas de abastecimiento a aguas embotelladas de 1500 a 1. Por fin, si se hace una traslación desde la facturación de salida de planta al coste al consumidor final, se puede llegar a la conclusión de que lo que pagan los consumidores de este país por el agua embotellada es del mismo orden de magnitud que la factura de los abastecimientos.

MERCADOS Y BANCOS DE AGUA

Dejando aparte Canarias, donde las transacciones de agua es algo habitual, un cierto tipo de mercado del agua, de forma sumergida o procedente de aguas privadas, viene existiendo en regiones españolas con escasez crónica de recursos. Otras operaciones, como el minitransvase Ebro-Tarragona o los acuerdos entre Emasesa y la Comunidad de Regantes del embalse de Pintado, aunque formalmente no puedan calificarse de transacciones, se han llevado a cabo mediante acuerdos de las partes, en ambos casos abastecimientos-regantes con contraprestaciones económicas más o menos explícitas.

En ese sentido, la Modificación de la Ley de Aguas recientemente aprobada, contempla la posi-

bilidad de transferencias de derechos concesionales o de creación de centros de intercambio concesional, que puede constituir instrumentos interesantes para los abastecimientos en períodos de sequía o de carácter permanente.

Una de las críticas que se han formulado al actual sistema de asignación de los recursos mediante el sistema de planificación centralizada ha sido que el sector público no ha cumplido el principio de garantizar el abastecimiento a todos los ciudadanos en las últimas sequías, lo que ha provocado que el agua no sea un bien preferente a la que todos los ciudadanos tengan derecho, impidiendo el acceso a ese bien y rigidizando su uso en sectores de menor valor (Iranzo, 1999). En ese sentido también se ha criticado el fomento del ahorro de un bien abundante y de bajo precio, propugnando que se debería cambiar el enfoque del “ahorro” hacía un “buen uso” que, evitando el despilfarro, no coarte o limite la comodidad de los ciudadanos que están dispuestos a pagar por dicho bien su verdadero coste. En estos casos lo que se está cuestionando, en definitiva, es la consideración del agua como bien especial, alejado del comercio en sus facetas de bien intermedio o final, salvaguardando usos ambientales y sociales.

Una de las referencias obligadas en el tema de los mercados del agua es el Banco de Agua de California (Mariño, 1993; Howitt, 1993; Jercich, 1996). California sufrió la mayor sequía del siglo de seis años de duración entre 1987-92. Al cuarto año, por recomendación de un equipo de trabajo reunido al efecto por el Gobernador del Estado, se creo con carácter de emergencia el Banco de Agua gestionado por el Departamento de Recursos Hidráulicos del Estado. Su objetivo era obtener agua para usos urbanos, industriales y agrícolas, protección de los ecosistemas hídricos y reserva para el siguiente año.

El año de mayor operatividad del Banco fue 1991, aunque se volvió a reactivar en 1992 y 1994 (véase cuadro adjunto). En el año 1991 las compras de agua se efectuaron a agricultores que dejaron de regar pasando a barbecho (50%), procedentes de reservas de embalses locales (20%) o que cambiaron de derivación de aguas superficiales a extracciones de agua subterráneas en determinados acuíferos (30%). Las ventas se efectuaron principalmente a instituciones, el 75% de las mismas con destino a usos urbanos e industriales. Una parte apreciable de los recursos adquiridos por el Banco del Agua se destinó a la conservación de flujos en el delta de Sacramento.

Antes de seguir adelante conviene hacer notar que la transacción entre usuarios fue posible gracias a la impresionante infraestructura hidráulica con que cuenta el Estado de California, en el que el 75% de los recursos se originan en el norte y el 75% de las demandas en el sur. En síntesis cuentan con 1.300 embalses con capacidad total de 53.000 hm³, 2 millones de pozos y una capacidad de trasvases a grandes distancias 30-40 veces la española medida en km³/s.

Respecto al funcionamiento del Banco del Agua en su primer año (1991) es de reseñar que se produjo una apreciable diferencia entre las peticiones de agua a priori, presentadas como “necesidades críticas” y el agua realmente adquirida a los precios resultantes. El agua realmente adquirida para usos urbano-industriales bajó un 11% respecto a las necesidades iniciales. Teniendo en cuenta que el precio medio resultante (incluyendo transporte) fue del orden de 0,185 dólares USA por metro cúbico, dicho precio queda aún por dejado de los 0,24 dólares estimados como media para el ahorro de un metro cúbico en zonas urbanas aplicando las técnicas de conservación del agua. En cambio, el agua adquirida por los agricultores resultó sólo del 50% de la exigida inicialmente como “necesidades críticas”.

También es de reseñar que el total del agua movida por el Banco representa tan sólo del orden del 2-3% de la total usada en California; es decir, se solventaron las necesidades críticas con una fracción muy reducida del agua aplicada a los diferentes usos. Asimismo el número de vendedores y compradores implicados en las transacciones fue muy reducido: del orden de algunas decenas de vendedores y compradores, ya que se trataba de comunidades de regantes o sistemas de abastecimiento. Por fin en los años 1992 y 1994, en que se volvió a activar el Banco en condiciones de sequía menos severa, tanto el volumen de transacciones como los precios sufrieron una sustancial reducción.

A finales de 1994 se volvió a activar el Banco por si las condiciones hidrológicas de 1995 no fueran buenas. Pero ahora se utilizó un nuevo mecanismo: el de compra de opciones. En diciembre de 1994 había solicitudes al Banco para 380 hm³; los solicitantes efectuaban un depósito de 8 milésimas de dólar por m³, fijando el valor del m³ en 40 milésimas de dólar. Sin embargo, las condiciones hidrológicas comenzaron a mejorar rápidamente en enero de 1995, disminuyendo las opciones a 3 milésimas sobre un precio de ejecución de 30 milésimas

BANCO DEL AGUA DE CALIFORNIA (Tomado de Jercich, 1996)

COMPRA DE AGUA (hm ³)					
Año	Precio (Dol.USA)	Fuente de Agua			
		Barbechos	Reserva Embalses	Sustitución Aguas Subterráneas	TOTAL
1991	0,10	506	202	304	1.012
1992	0,04	0	47	188	235
1994	0,04	0	41	231	272

VENTA DE AGUA (hm³)						
Año	Precio (1) (Dol.USA)	Compradores con necesidades críticas				
		Ciudades	Agricultura	Medio Ambiente	SWP (2)	TOTAL
1991	0,14	367	122	0	326	815
1992	0,06	49	118	30	0	197
1994	0,06	31	178	0	0	209

(1) Incluye coste del agua, ajuste por pérdidas y gastos administrativos. No incluye costes de transporte.

(2) Agua comprada por el State Water Project (SWP) y guardada en embalses para años siguientes.

de dólar por m³. Como el año terminó siendo húmedo no se ejecutaron dichas opciones, aunque si se pagaron los valores de la opción, aun siendo verbales los contratos en muchos casos.

Los mecanismos de cobertura de riesgos (opciones y futuros) pueden tener un amplio campo en el caso de abastecimiento críticos, pues al contar con ello puede asegurarse la construcción de infraestructuras de transporte e incrementar la garantía de recursos en años secos, compatibilizando el uso en regadíos (el resto de los años) con las necesidades de abastecimiento mediante las contraprestaciones adecuadas. Con estos mecanismos los abastecimientos podrían contar con “embalses virtuales” incluso con agua de mejor calidad que la usada habitualmente en algún caso.

CONCLUSIONES

Si se acepta que en el concepto de garantía de recursos se puede resumir el grado de fiabilidad de un abastecimiento ante situaciones críticas (sequías), se hace necesario revisar al alza los valores que vienen manejándose para la garantía en los abastecimientos con objeto de acercarse a lo que propugna el Libro Blanco del Agua del Ministerio de Medio Ambiente: garantía total o “tan próxima al

100% como sea técnicamente razonable y factible”.

En especial habría que revisar los establecidos en la Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992 a efectos de asignación y reserva de recursos en la planificación hidrológica, de cara a asegurar el abastecimiento a la población en los horizontes de 10 y 20 años, máxime teniendo en cuenta un previsible aumento de la demanda por viviendas unifamiliares y haberse ajustado los márgenes de holgura de las dotaciones en el último período de sequía.

Las actuaciones durante las últimas sequías, muchas de ellas con carácter de emergencia, ponen de manifiesto que la “lógica de la situación” camina en el sentido de que las empresas de abastecimiento deben tomar más iniciativa en dichas situaciones, pues van disponiendo de mayor capacidad tecnológica y “expertise” que la disponible en las administraciones públicas hidráulicas.

Las técnicas de ahorro y conservación del agua, de evidente carácter pedagógico y de concienciación, aunque palíen, no parece que resuelvan a corto plazo los problemas de abastecimiento en situaciones críticas. Cuando existen acuíferos con condiciones hidrogeológicas favorables y fáciles de conectar a las redes generales, las aguas subterráneas han ayudado a resolver problemas de manera eficaz. Por otra parte se empieza a cuestionar el fomento del término “ahorro” por cuanto tiene de restricción limitación o simples molestias a servicios básicos que los ciudadanos perciben de gran valor y bajo precio. Se propugna “un buen uso” que evite despilfarros o malos usos.

Los mercados y bancos del agua que permiten transacciones o el uso de mecanismos de cobertura de riesgos (opciones y futuros) pueden constituir instrumentos de interés para la resolución de situaciones críticas, en línea con lo establecido en la Modificación de la Ley de Aguas, recientemente aprobada.

REFERENCIAS

- Ayaz López-Cuervo, J. (1996): “Utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos. Aspectos cuantitativos y cualitativos. Actuaciones en ciudades costeras. Caso de Alicante”. XVII Jornadas Técnicas. AEAS, pp. 5-23.
- Becerril, E. (1945): “La regulación de ríos”. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

- Cabrera, E y García Serra, J (1998): "Gestión de sequías en abastecimientos urbanos". Universidad Politécnica de Valencia.
- Canal de Isabel II (1994): "Informe de Gestión. Campaña contra la sequía 1992-1993". Informe de difusión limitada.
- Canal de Isabel II (1996, con revisiones posteriores): "Manual de Gestión de sequías". Publicación del CYII.
- Carrillo, I. y Sánchez López, J.L. (1996): "Cincuenta años creando futuro". XVII Jornadas Técnicas. AEAS, pp. 187-204.
- Castro, J. de (1995): "Acciones sobre la demanda urbana. Seminario sobre el desequilibrio hídrico en España". Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. Santander, agosto 1995.
- Centre D'Estudis i Investigació de L'Aigua (1991): "La sequera de 1988/89 a les Conques del Pirineu Oriental i els efectes en el subministrament d'aigua a Barcelona i l'Entorn Metropolità". Aigües de Barcelona. Informe de difusión limitada.
- Centro de Estudios Hidrográficos (1980): "El Agua en España". Publicación fotocopiada, septiembre, p. 18.
- Cubillo, F. y Farwell, L. (1994): "Sequías, algo común entre California y España". Rev. Tecnoambiente. N° 35, enero 1994.
- Cubillo, F. (1997): "Information Systems: A Key Factor to Manage Performance Indicators". Proceedings of the IWSA. Workshop on Performance Indicators for Transmission and Distribution Systems. Lisboa, Portugal. May 5-7. Ed. LNEC
- Cullinane M., Lansey, K y Mays, L (1992): "Optimisation-availability based design of water distribution networks". Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 118 (3), 420-441.
- Del Valle, M., Riera, J., y Cardenete, J.M. (1995): "Captaciones subterráneas para abastecimiento de Granada". VI Simposio de Hidrogeología. Sevilla, octubre.
- Eizaguirre, J.M. y Silveiro, A. (1991): "Experiencias de una sequía". XII Jornadas Técnicas de la AEAS, Abril.
- Emasesa (1997a): "Crónica de una sequía 1992-1995". Emasesa, Sevilla.
- Emasesa (1997b): "El final de la sequía 1996-1997". Emasesa. Ayuntamiento de Sevilla.
- Expansión (1999). Artículo "El servicio eléctrico gana en calidad al telefónico y de agua". Número de 5 de marzo.
- Gomez Requena, F. (1999): Comunicación personal sobre la sequía de Granada de 1993.
- Goulter, I (1995): "Analytical and simulation models for reliability analysis in water distribution system". In Cabrera, E y Vela A. (Eds). Improving Efficiency and Reliability in water Distribution Systems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 235-266.
- Goulter, I. (1998): "Fiabilidad y riesgo en un sistema de distribución de agua, especialmente en períodos de sequía". En Cabrera y García Serra (eds) "Gestión de sequía en abastecimientos urbanos". Universidad Politécnica de Valencia, 151-172.
- Howitt, R.E. (1993): "Resolving conflicting water demands: a market approach". En "La Economía del Agua". Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.
- Iberdrola Instituto Tecnológico (1997): "3ª Conferencia Internacional: Gestión de las Sequías. Experiencias y lecciones para la planificación". Valencia, 4-5 diciembre 1997.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1999): "El mercado de las aguas minerales en España" (en prensa).
- Iranzo, J (1999): "El Libro Blanco del Agua". Ponencia del Foro del Agua, 17 febrero 1999. Revista de Obras Públicas (en prensa).
- Jercich, S.A. (1996): "California's 1995 Water Bank Program: Purchasing Water Supply Options". Journal of Water Resources Planning and Management. January-February 1997, pp 59-65.
- Larrinoa, R. (1999): Comunicación personal sobre la sequía de Vitoria de 1989.
- López-Camacho, B. (1996): "Nuevas infraestructuras o conservación del agua?". Revista de Obras Públicas, n° 3356, julio-agosto 1996, pp. 19-42.
- López-Camacho, B. (1997): "Impacto de la sequía en el sector urbano". 3ª Conferencia Internacional: Gestión de las sequías. Experiencias y lecciones para la planificación. Iberdrola Instituto Tecnológico. Valencia, 4-5 diciembre 1997, pp 139-160.
- Marco Segura, J. (1993): "Riesgo, garantía, resiliencia y vulnerabilidad en el planeamiento hidráulico". En Andreu, J. (Ed) "Conceptos y métodos para la planificación hidrológica". Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Barcelona, 249-260.
- Mariño, M.A. (1993): "Water in agriculture: options and proposals for a better use". En "La Economía del Agua". Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.
- Ministerio de Medio Ambiente (1998): "Libro Blanco del Agua en España". Ejemplar fotocopiado, 370-372.
- Palancar, M. (1998): "Experiencias y Conclusiones tras una larga sequía. Sevilla 1992-1995". En Cabrera y García Serra (eds.): Gestión de sequías en abastecimientos urbanos. Universidad Politécnica de Valencia, pp 521-533.
- Presidencia del Gobierno (1967): "Comisión de Recursos Hidráulicos. II Plan de Desarrollo Económico y Social". Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado.
- OMM-PNUMA (1995): "Informe sobre evaluación de impactos". Tomo II, p.19. Panel Internacional de expertos sobre el cambio climático. OMM. Ginebra.
- Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Instrucciones y Recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias (BOE núm. 249, de 16 de octubre).
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio. Reglamento de la Ad-

ministración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (BOE núm. 209, de 31 de agosto).

Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio. Aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca (BOE de 11 de agosto).

Romero Pavía, P. (1996): "Utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos. Aspectos cuantitativos y cualitativos. Actuaciones en la Plana de Castellón". XVII Jornadas Técnicas de la AEAS. Murcia, pp 25-48.

Silveiro, A (1998): "Experiencias y conclusiones después de una larga sequía en el Área Metropolitana de Bilbao". En Cabrera y García Serra (eds.) "Gestión de sequías en abastecimientos urbanos". Universidad Politécnica de Valencia, 475-520.

Tomás, J. y Riera, S. (1996): "Gestión en períodos de sequía. Optimización de los recursos disponibles . Marbella, verano 1995". AEAS, XVII Jornadas Técnicas. Murcia. Tomo II, pp 129-160.

