

# ***PLANES INTEGRALES DE GESTIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA***

Antonio Estevan

Antonio Estevan es ingeniero industrial, y trabaja en la red de consultores gea21. A lo largo de su carrera profesional ha trabajado en diferentes campos de la planificación económica, tecnológica y medioambiental para numerosas instituciones nacionales e internacionales. En el terreno de la planificación hidrológica, ha venido impulsando desde mediados de los años noventa la difusión en España de los principios de la *gestión de la demanda de agua*, y de sus diversas aplicaciones para la mejora de la eficiencia hidráulica.

Un plan integral de gestión de la demanda de agua (PIGDA) es un ejercicio de planificación estratégica de la gestión hidrológica desarrollado fundamentalmente desde el lado de la demanda, entendiendo la «demanda urbana de agua» como el conjunto de agentes que participan en la distribución y el consumo desde el momento en que el agua en alta llega a la ciudad. Los principales objetivos de un PIGDA son la mejora de las condiciones de suministro (garantía y calidad), y la reducción de los impactos medioambientales cercanos y lejanos generados por un sistema de abastecimiento. Con estos objetivos, las intervenciones que se articulan en el marco de un PIGDA se centran en la optimización de la utilización final del agua mediante actuaciones muy diversas, muchas de ellas desarrolladas a microescala.

## DEFINICIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCE DE UN PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

El concepto de *gestión de la demanda* comprende el conjunto de actividades que permiten reducir la demanda de agua, mejorar la eficiencia en el uso y evitar el deterioro de los recursos hidráulicos. La *gestión de la demanda de agua* (GDA), y el concepto más global de la *conservación del agua*, del que la GDA constituye una parte fundamental, extienden su campo de análisis tanto hacia las raíces técnicas y socioculturales de la generación de la demanda, como hacia la protección de los ecosistemas acuáticos naturales que proporcionan el suministro de agua.

En el enfoque hidrológico de oferta tradicional, firmemente asentado todavía en el panorama hidrológico europeo, el abastecimiento urbano es considerado esencialmente como una actividad de producción y distribución de agua potable, orientada a satisfacer una demanda que se considera como una variable independiente en el marco del sistema de abastecimiento, y que normalmente es creciente en el tiempo. El sistema de abastecimiento se *enfrenta* a una demanda creciente sobre cuya configuración no puede intervenir: simplemente tiene que satisfacerla, aplicando para ello crecientes inversiones de capital y tecnología, paralelamente al aumento de la demanda y, sobre todo, a la rarificación de los recursos naturales disponibles.

El enfoque de la gestión de la demanda, por el contrario, parte de la idea de que la demanda cuantitativa de agua no es sino la expresión física (hidráulica) de una necesidad más profunda, que es la que los ciudadanos tienen de disponer de

determinados *servicios hidráulicos* (alimentación, aseo, lavado, limpieza, riego, etc.) en condiciones adecuadas de garantía y eficacia. En función de cuáles sean los criterios y las técnicas aplicadas a la prestación de esos servicios hidráulicos, se originarán diferentes demandas cuantitativas y cualitativas de agua. La demanda de agua deja de ser, en consecuencia, una variable independiente a la que se enfrenta el sistema de suministro, para pasar a ser una variable susceptible de ser modificada en el contexto de la gestión global del sistema.

Un plan integral de gestión de la demanda de agua (PIGDA) es un ejercicio de planificación estratégica de la gestión hidrológica desarrollado fundamentalmente desde el lado de la demanda, entendiendo la *demanda urbana de agua* como el conjunto de agentes que operan en la distribución y el consumo desde el momento en que el agua en alta llega a la ciudad.

El objetivo genérico de un PIGDA es el de asegurar a medio y largo plazo el abastecimiento urbano de agua de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Minimizar la extracción de recursos naturales de agua para usos urbanos.
- Satisfacer las diversas necesidades de servicios hidráulicos urbanos.
- Ajustar la calidad del agua a las exigencias de cada uso.
- Elevar los niveles de garantía del suministro a través del aumento de la eficiencia en la distribución y la utilización, y no del aumento de dotaciones.
- Distribuir equitativamente los costes del sistema entre los abonados.
- Mantener el equilibrio económico y financiero de las entidades abastecedoras.

Con estos objetivos, las intervenciones que se articulan en el marco de un PIGDA se centran en la optimización de la utilización final del agua mediante actuaciones muy diversas, muchas de ellas desarrolladas a microescala.

Un PIGDA puede redactarse para cualquier ámbito sectorial de demanda de agua, ya sea agraria, urbana o industrial, y a escalas territoriales diversas (regional, metropolitana, local). En cualquier caso, para asegurar la viabilidad de un PIGDA es importante que exista un organismo responsable de la gestión del suministro en el conjunto del área cubierta por el plan, y que, o bien sea este mismo organismo el que redacte su propio plan, o bien asuma plenamente los objetivos y programas de actuación del mismo, en el caso de que el plan sea redactado por una instancia superior.

En la medida en que en España el abastecimiento urbano de agua es de competencia municipal, los Ayuntamientos –o las empresas de servicios en las que éstos delegan en muchas ocasiones el abastecimiento– son las entidades llamadas a diseñar y aplicar los Planes de Gestión de la Demanda Urbana de Agua, que pueden convertirse en una herramienta de gran utilidad para la gestión del agua urbana a medio y largo plazo.

### PRINCIPIOS METODOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DE UN PIGDA

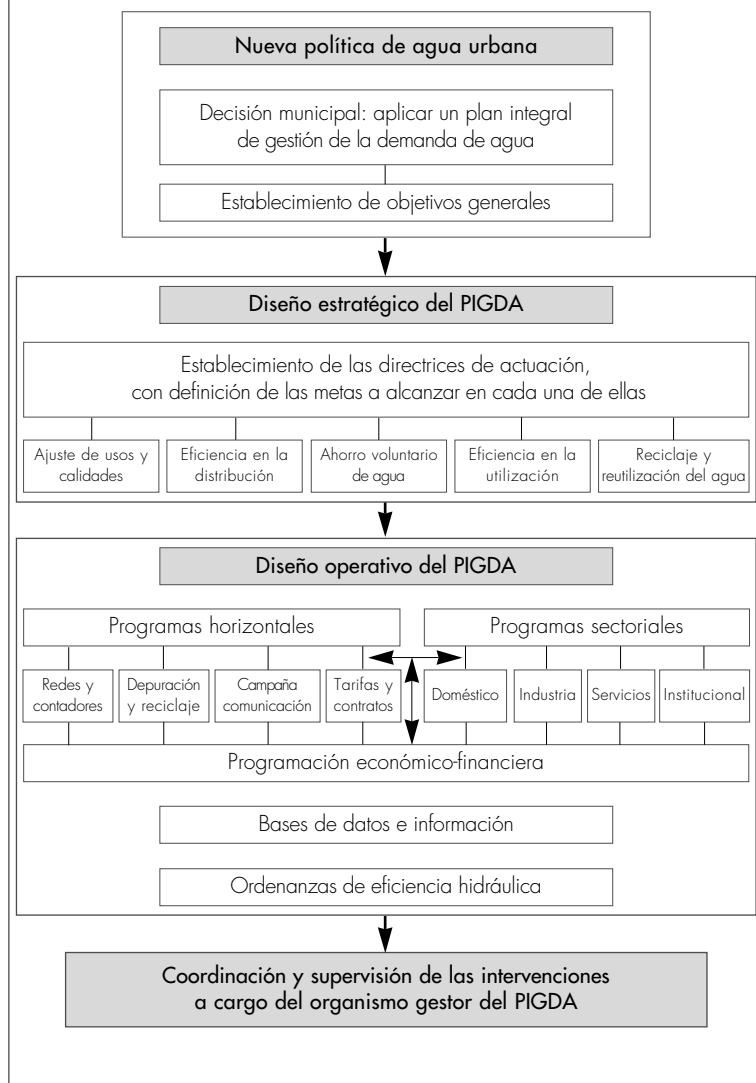
Un PIGDA de carácter urbano puede articularse de un modo similar al que se muestra en la figura 1. Todos los aspectos de un PIGDA deben estar referidos a horizontes temporales claramente establecidos, que normalmente serán de medio y largo plazo (por lo general, un mínimo de 5 y un máximo de 20 años).

La primera fase en el desarrollo de un PIGDA es la de la formalización de objetivos generales, que deberán inspirar todo el desarrollo posterior de los programas sectoriales y las actuaciones concretas. Los objetivos expresados a este nivel inicial –esencialmente político– son de naturaleza muy genérica: establecimiento de cotas máximas de consumo global en diferentes horizontes, niveles mínimos de calidad, etc.

La segunda fase tiene por objeto establecer el diseño estratégico del PIGDA. Para ello, es necesario identificar con claridad las líneas o directrices básicas de actuación. Estas directrices deberán inspirar los distintos programas de intervención que se

FIGURA 1

### Esquema general de un plan integral de gestión de la demanda de agua



definirán posteriormente como base operativa del plan. La definición de cada línea básica de actuación debe ir acompañada del establecimiento de metas estratégicas a perseguir en su ámbito de referencia: cantidades y calidades de agua por usos, rendimientos en distribución y facturación, objetivos de ahorro voluntario de agua, índices de eficiencia en los puntos de uso, niveles de depuración y porcentajes de reutilización.

En la tercera fase se desarrolla el diseño operativo del plan, en el que deben quedar claramente definidos los programas de intervención, que cabe clasificar en horizontales y sectoriales.

Los programas horizontales afectan al conjunto del sistema y son acometidos directamente por la entidad responsable del abastecimiento. Algunas de las actuaciones previstas en estos programas son bastante habituales en la gestión de los abastecimientos urbanos en España: mejora de infraestructuras de distribución y depuración, campañas ciudadanas, tarifas incentiadoras del ahorro.

Los programas sectoriales, por el contrario, son característicos del enfoque de gestión de la demanda, y han sido muy escasamente aplicados en España hasta el momento. Se centran en la mejora de la eficiencia en la utilización, y para su puesta en práctica se requiere la colaboración directa de los usuarios.

El consumo de agua urbana es realizado por diferentes grupos o sectores de usuarios, con pautas y formas de consumo específicas. Para mejorar su eficiencia se requieren intervenciones igualmente específicas. La delimitación sectorial idónea en cada PIGDA presenta rasgos comunes para cualquier situación urbana (por ejemplo, siempre hay un gran sector doméstico, evidentemente), pero también grandes diferencias, dependiendo de la especialización económica o productiva, de la estructura urbana y de otros muchos factores. Salvo en casos especiales, la estructura básica de los programas de eficiencia en la utilización en un PIGDA debe ser siempre sectorial, pues de otro modo será muy difícil gestionar las intervenciones y conseguir una participación activa de los usuarios.

Cada programa sectorial deberá partir de un análisis de la situación actual en su sector de referencia, y de una evaluación

de su grado de alejamiento respecto de aquellas metas estratégicas establecidas anteriormente que sean de aplicación en ese sector. A partir de ese contraste, y de las restricciones de tipo técnico, económico, sociocultural, etc., que se detecten, cada programa sectorial debe establecer aquella combinación de instrumentos de intervención que se identifique como más adecuada y viable para cada sector, desarrollándola con detalle en una serie de metodologías de actuación, subprogramas para subsectores concretos, tipificación de medidas aplicables, etc.

Todos los programas operativos, tanto horizontales como sectoriales, deben ser programas de intervención en sentido estricto, esto es, deben constar de actuaciones bien definidas técnicamente, con las inversiones necesarias y otros costes de realización presupuestados en términos precisos, para dar paso inmediato a su ejecución directa o a su contratación a terceros.

Una vez definidos los programas de intervención, y evaluados sus costes, la problemática económico-financiera del PIGDA debe ser objeto de un cuidadoso análisis. Hay que tener en cuenta que la aplicación de un PIGDA persigue, como objetivo de fondo, alcanzar un cierto grado de moderación en el consumo urbano de agua. Por consiguiente, su ejecución no sólo implicará determinados costes que será necesario financiar, sino que también influirá notablemente en los ingresos de las entidades responsables del abastecimiento. De hecho, el conjunto de la estructura económico-financiera de una entidad abastecedora puede experimentar considerables transformaciones como consecuencia de la aplicación en profundidad de un PIGDA.

Como es habitual en los procesos de planificación, el programa económico-financiero se desarrolla de modo interactivo con los programas horizontales y sectoriales. Recibe de ambos la información de costes e ingresos, y retroalimenta su diseño señalando las restricciones o nuevos márgenes de actuación que se puedan derivar de los escenarios económico-financieros previsibles.

Finalmente, los PIGDA deben dotarse de herramientas de información y regulación normativa que permitan disponer de

los datos necesarios para el seguimiento de los resultados, y que faciliten la conversión de las reducciones de consumo conseguidas en ahorros estructurales de agua. Éstos son los objetivos de las bases de datos del agua y de las normativas de eficiencia hidráulica, respectivamente.

La cuarta fase, que aparece sólo nominalmente recogida en el esquema, corresponde a la implementación o ejecución del PIGDA. La aplicación de los programas operativos de los PIGDA debe integrarse plenamente en los procedimientos de gestión de las empresas abastecedoras. Ello suele exigir la introducción de considerables transformaciones no sólo en la estructura organizativa de las entidades, sino también en su cultura corporativa. Desde la imagen tradicional de la empresa distribuidora de agua canalizada es necesario ir pasando a la de una entidad suministradora de una amplia gama de servicios relacionados con el agua: abastecimiento, por supuesto, pero también información, formación, asesoría y asistencia técnica para la mejora de la eficiencia, etc.

## DISEÑO ESTRATÉGICO DE UN PIGDA

Las directrices o líneas estratégicas de actuación señaladas en la segunda fase del esquema (figura 1) deben definirse atendiendo a las condiciones específicas de cada lugar, de acuerdo con los siguientes criterios generales:

### Ajuste de usos y calidades del agua

Los recursos de agua de elevada calidad disponibles a costes económica y ecológicamente razonables son cada vez más limitados en la inmensa mayoría de las ciudades de cierta dimensión. En consecuencia, los diversos segmentos de la demanda urbana de agua deben ser atendidos de modo ajustado a las calidades de los diferentes recursos disponibles. Los mejores recursos deben ser destinados, según un principio general de ahorro y eficiencia, a los usos más exigentes, que son aquellos más directamente relacionados con el uso

personal. En el otro extremo, existen usos que admiten recursos de menor calidad sin merma de su funcionalidad: riegos, baldeos, lavados de automóviles, la mayoría de los usos industriales, etc.

Para la definición de metas concretas en este terreno es necesario examinar la cantidad, calidad y ubicación de las diferentes fuentes de recursos hidráulicos disponibles, la estructura sectorial del consumo de agua y las exigencias de calidad que se consideren mínimas para cada uso. De este modo se puede establecer una asignación inicial suficientemente aproximada de los recursos disponibles de agua de cada nivel de calidad a las necesidades de cada uso.

### **Eficiencia en la distribución**

Esta línea estratégica incluye todas las actividades del ciclo del agua urbana situadas entre la entrada en alta de los recursos disponibles y la puesta del agua a disposición de los consumidores para su utilización. Básicamente proyecta el desdoblamiento y desarrollo de las redes para hacer posible la distribución de las diferentes calidades de agua, la optimización del control y mantenimiento de las mismas, y la gestión de contadores para el control del consumo.

En este primer nivel estratégico, el PIGDA debe conformar la estructura general de las eventuales redes de distribución de agua de segunda calidad (aguas recicladas y otros recursos de calidad estándar, pero no aceptados como potables). Asimismo, el PIGDA debe evaluar la conveniencia de establecer una red limitada de distribución de aguas de calidad subestándar (aguas con depuración secundaria, por ejemplo), para usos agrarios en zonas periurbanas y para otras posibles aplicaciones.

Respecto a la gestión de contadores, todo PIGDA debe definir criterios estrictos de control individual de los consumos en cualquier punto de utilización del agua, incluso en aquellos en los que, en virtud de posibles acuerdos institucionales, se renuncie al cobro del agua consumida. Interesa, asi-

mismo, establecer metas concretas en materia de desviación de contadores, fraudes de consumo y tomas incontroladas.

### **Ahorro voluntario de agua**

Las llamadas al ahorro voluntario de agua han sido hasta el momento actual en España prácticamente la única medida adoptada por las instituciones para reducir la demanda en los ciclos de sequía o en otras situaciones más o menos coyunturales de escasez de agua. Aunque el potencial de esta línea de actuación mediante simples llamadas al ahorro puede estar ya parcialmente mermado, especialmente en las zonas mediterráneas, queda un amplio margen de actuación en materia de educación ambiental y concienciación ciudadana, con vistas a intensificar las actitudes conscientes en el uso del agua.

Los estímulos al ahorro voluntario de agua pueden ser eficazmente complementados mediante la disuasión del despilfarrero a través de las estructuras tarifarias. Sin embargo, al ser el instrumento tarifario un elemento que desborda el ámbito del ahorro para entrar de lleno en la viabilidad del propio PIGDA en su conjunto, este tema se tratará con más detalle en la fase siguiente, dedicada al diseño operativo del PIGDA. En este nivel estratégico únicamente se deben precisar y formalizar los principios generales de la tarificación: progresividad, posición ante las subvenciones cruzadas, etc.

### **Eficiencia en la utilización**

En esta línea estratégica interesa establecer metas de consumo unitario a alcanzar en los principales usos del agua, y en particular en todos aquellos en los que se pueda recurrir a la utilización de estándares unitarios: consumos netos por habitante o por hogar, por metro cuadrado de zona verde regada, por plaza hotelera, por unidad de producción en las actividades productivas netamente dependientes del agua, etc.

Como ya se ha indicado, esta línea estratégica, que constituye el núcleo del PIGDA, debe ser desarrollada con una pers-

pectiva sectorial y subsectorial. La definición de la estructura sectorial más adecuada para la gestión de la eficiencia hidráulica en cada municipio constituye una tarea de gran alcance estratégico, pues no sólo determina la configuración y gestión posterior de los programas sectoriales de intervención, sino que también se proyecta sobre la estructura de las bases de datos que es necesario crear para la gestión y seguimiento del PIGDA, sobre la normativa de eficiencia, y sobre las estructuras tarifarias y contractuales.

El marco general de la estructura sectorial del consumo que se debe utilizar para la gestión de la eficiencia hidráulica puede basarse en los cuatro grandes sectores del consumo urbano de agua, esto es, doméstico, industrial, servicios e institucional. Cada uno de estos grandes sectores de demanda puede desglosarse en varios subsectores, definidos en función de la estructura residencial y de actividad característica de cada ciudad.

Por ejemplo, una estructura como la del cuadro 1 podría resultar adecuada para una típica ciudad española de tamaño medio, con un componente significativo de actividad turística.

### Reciclaje y reutilización del agua

En cualquier sistema de abastecimiento urbano, la estrategia en materia de reciclaje y reutilización del agua debe ser sometida a un cuidadoso análisis. La obtención de elevados porcentajes de reutilización constituye un recurso potencial de primer orden para la reducción de las entradas en alta, pero en el marco de un PIGDA pueden surgir problemas inesperados para la aplicabilidad de las aguas depuradas a usos realmente sustitutivos del agua potable.

En primer lugar, la cantidad total de los retornos a depurar puede disminuir como consecuencia de los programas de ahorro y eficiencia, de modo que los caudales finalmente disponibles pueden ser inferiores a los previstos. Pero además, y sobre todo, la calidad de las aguas depuradas, en lo que respecta a la salinidad, puede experimentar un considerable retro-

#### CUADRO 1

### Ejemplo de clasificación sectorial de la demanda de agua

#### Sector doméstico

- Usos residenciales interiores (todas las viviendas).
- Usos residenciales exteriores (viviendas unifamiliares y comunidades con jardín y/o piscina).

#### Sector industrial

- Grandes empresas con problemática individualizable.
- Ramas industriales con gran consumo de agua (alimentación, etc.).
- Otras actividades industriales.

#### Sector servicios

- Grandes instalaciones (grandes superficies comerciales, complejos de servicios, etc.).
- Actividades de servicios con gran consumo de agua (autolavado, lavanderías, etc.).
- Oficinas y comercio tradicional.
- Servicios alojativos (hoteles y otras residencias con gestión centralizada).
- Sector de hostelería (cafeterías, restaurantes, bares).

#### Sector institucional

- Zonas verdes (parques, jardines y zonas deportivas públicas).
- Sector educativo.
- Sector sanitario y asistencial.
- Sector administrativo.

ceso, ya que la mayoría de las actuaciones de eficiencia suponen una elevación de la concentración de sales en las aguas residuales. Puede ocurrir que determinadas actuaciones para las que se prevé la aplicación generalizada de aguas recicladas, como los riegos urbanos, se encuentren con dificultades imprevistas.

Para afrontar estos posibles problemas caben diversas soluciones, como el control de la salinidad en origen elevando la calidad de las aguas de entrada, o la implantación de redes de residuales separativas, e incluso la posibilidad de someter a desalobración una parte de las aguas residuales, como ya se ha comenzado a hacer en algunas localidades canarias.

El diseño de la estrategia general de depuración y reutilización debe tomar en consideración todos estos aspectos, a fin de orientar las soluciones de modo compatible con el desarrollo general del PIGDA.

## DISEÑO OPERATIVO DE UN PIGDA

La estructura operativa de un PIGDA consta de un conjunto de programas que puede ser más o menos amplio en función de las condiciones de cada zona de intervención. En general, los programas operativos pueden ser agrupados en cinco bloques:

- *Programas de infraestructuras.* Pretenden lograr un desarrollo o un mejor mantenimiento de las infraestructuras básicas del sistema de abastecimientos, tanto en la fase de potabilización y distribución, como en la fase final de depuración y reciclaje.
- *Programas de ahorro.* Persiguen una reducción del consumo de agua sin que medien intervenciones técnicas sobre los sistemas de distribución o sobre los equipos o dispositivos de consumo. Incluyen las campañas de comunicación para incentivar el ahorro y dar a conocer el PIGDA entre la población, y las modificaciones de tarifas y contratos para disuadir el despilfarro.
- *Programas de eficiencia.* Persiguen una reducción del consumo de agua mediante la introducción de modificaciones técnicas en los equipos y dispositivos de consumo (electrodomésticos, sanitarios, fontanería, grifería, etc., en el ámbito residencial, y modificación de instalaciones y procesos en el ámbito productivo).
- *Programas de sustitución.* Su finalidad es la de aplicar recursos alternativos (aguas depuradas, aguas pluviales, aguas salobres, cursos de agua o acuíferos locales, etc.) a los numerosos usos urbanos para los cuales no se requiere la calidad y/o la regularidad propias de una red de abastecimiento de agua potable.

- *Programas de gestión.* Cubren el área económico-financiera, la organización y gestión de la información, y la elaboración y aplicación de la normativa reguladora del uso del agua en el municipio.

En los apartados siguientes se ofrece una somera descripción de la orientación y contenidos propios de estos programas.

### Programas de infraestructuras

En general, todas las empresas abastecedoras disponen de una cierta planificación de sus actuaciones en materia de infraestructuras. La tarea a realizar en este terreno en el marco de un PIGDA es la de reforzar la integración de los planes ya existentes, sistematizando las intervenciones en programas específicos que cubran al menos las siguientes áreas:

- Mejoras en el mantenimiento de las redes.
- Detección precoz y reparación de fugas.
- Optimización de la gestión de presiones.
- Desdoblamiento de redes para posibilitar la distribución de aguas recicladas.
- Universalización de los contadores individuales.

La reestructuración de los programas de infraestructuras en el marco de un PIGDA debe seguir los siguientes pasos:

- Contraste de los programas en curso con los objetivos y metas concretas del PIGDA.
- Recomendación de posibles ampliaciones o reorientaciones de estos programas en función de las exigencias del PIGDA.
- Recomendación de posibles nuevas actuaciones, especificando sus prioridades, contenidos y costes.
- Encuadramiento de los datos económicos de estos planes en el esquema de análisis económico-financiero del PIGDA.

Dado que uno de los mayores déficits en la generalidad de los sistemas de abastecimiento de agua en España es el de la carencia de contadores individuales, se prestará una especial atención a los programas de individualización de contadores (ritmo óptimo de implantación, techos previsibles de individualización, etc.), examinando cuidadosamente las dificultades técnicas de implantación. Si no se planifican adecuadamente, los elevados costes de este tipo de programas pueden condicionar fuertemente el conjunto del desarrollo de un PIGDA.

### Programas de ahorro

*Campañas de comunicación.* Las campañas de comunicación constituyen elementos de suma importancia para el desarrollo de un PIGDA. La orientación que es necesario otorgar a estas campañas difiere profundamente de las campañas de ahorro de agua que han sido usuales en España en las épocas de sequía. La adecuada comunicación de los objetivos, ventajas y formas de participación en el PIGDA debe venir complementada con programas de formación con diferente nivel de profundidad para los distintos grupos de usuarios.

Se ofrece a continuación una relación de algunas acciones que se pueden acometer en este terreno, la mayoría de las cuales han sido aplicadas con éxito en diversas ciudades que han establecido planes integrales de gestión de la demanda de agua:

- *Información* general sobre el PIGDA:
  - Campañas de publicidad en los medios de comunicación.
  - Información en los recibos.
  - Línea telefónica de asistencia permanente.
  - Establecimiento de páginas web.
- *Divulgación* de las técnicas GDA para el público no especializado:
  - Actividades escolares: unidades didácticas, «día del agua», etc.

- Producción y distribución de documentación multimedia.
- Charlas y debates de divulgación; creación de un fondo de conferenciantes.
- *Demostración* directa de las posibilidades de ahorro de las técnicas GDA:
  - Construcción de una «casa del agua».
  - Creación de jardines públicos de demostración, de bajo consumo de agua.
- *Formación* especializada para los sectores profesionales del agua:
  - Formación de los sectores suministradores de equipos y servicios.
  - Formación de los principales sectores utilizadores.
- *Promoción* local, nacional e internacional del PIGDA:
  - Distintivo de participación en el PIGDA.
  - Presentación del PIGDA en congresos especializados.

*Tarifas y contratos.* Dado que los planes integrales de gestión de la demanda de agua pueden aportar reducciones sensibles del consumo, la reconsideración del sistema de tarifas se convierte en una cuestión central en el diseño de un PIGDA, para evitar el deterioro de las cuentas de la entidad abastecedora. Tres criterios generales deben presidir las modificaciones del sistema de tarifas asociado a la aplicación de un PIGDA:

- Un principio general de neutralidad, según el cual un usuario que cumpla los objetivos mínimos establecidos en el PIGDA para su sector de referencia no debe pagar más por el servicio de abastecimiento de lo que venía pagando anteriormente. Los eventuales aumentos de las cuotas de servicio o de los precios unitarios del agua deben quedar compensados por el ahorro, a partir del nivel mínimo de reducción de consumo establecido como objetivo.

- Un principio de redistribución de costes, según el cual los usuarios que no se sumen al PIGDA realizando esfuerzos en materia de ahorro y eficiencia, deben contribuir con especial intensidad a la financiación del plan, y tanto más cuanto mayor sea su nivel absoluto de consumo y su potencial técnico de reducción del mismo.
- Una adaptación progresiva de las tarifas, *simultáneamente* con la paulatina ejecución de los programas sectoriales, y no como primera medida de éstos. Una de las causas que pueden generar mayor rechazo de un PIGDA por parte de los usuarios, es que lo perciban como una justificación retórica para encubrir una subida de tarifas.

Existen programas informáticos diseñados específicamente para el análisis de la sensibilidad de los consumos urbanos de agua a las modificaciones de cualquiera de las magnitudes que determinan las tarifas de bloques, y para el análisis de la neutralidad. Estos programas permiten asimismo evaluar la sensibilidad de la demanda ante posibles nuevas modalidades de contratos, que tengan en cuenta la especificidad de determinados tipos de usuarios.

### **Programas de eficiencia**

Como ya se ha indicado, los programas de eficiencia constituyen el núcleo de la filosofía de la gestión de la demanda, y su éxito es determinante para el conjunto de un PIGDA. Los contenidos técnicos de estos programas fueron desarrollados inicialmente en Estados Unidos en los años ochenta, y más tarde se extendieron a numerosos países, habiendo generado una considerable experiencia internacional sobre el tema.

La metodología de trabajo en los diversos programas sectoriales de eficiencia es sustancialmente similar, variando de unos a otros las técnicas de eficiencia a aplicar y las formas de gestionar su aplicación. En general, los análisis técnicos se realizan por separado para los diversos subsectores, agregán-

dose posteriormente los resultados de cada uno de los cuatro programas sectoriales (doméstico, industrial, servicios e institucional).

En esencia, se parte de la evaluación de los consumos actuales en cada sector y se simula el grado de reducción que es posible alcanzar mediante la aplicación de las diversas técnicas disponibles. Se aceptan ciertas hipótesis sobre los grados de penetración esperables, apoyadas en experiencias de programas anteriores en situaciones similares.

Existen muy diversos procedimientos para promover la aplicación de las técnicas de eficiencia, desde la implantación gratuita en las viviendas de dispositivos de ahorro, hasta la realización de auditorías con subsiguientes contratos de eficiencia entre los grandes consumidores y las empresas de abastecimiento, pasando por una amplia gama de soluciones con grados variables de compromiso del usuario.

En cada uno de los programas sectoriales se señalarán y justificarán las técnicas adecuadas y los procedimientos para su aplicación, indicando el número previsible de intervenciones y el coste estimado para cada una de ellas.

Una vez terminado su diseño técnico, cada programa sectorial será evaluado independientemente, tanto desde el punto de vista hidráulico como desde el punto de vista económico, indicando:

- Grados de penetración esperables en el conjunto de usuarios del sector.
- Reducciones del consumo esperables, unitarias y agregadas.
- Costes de implementación del programa y costes de mantenimiento, en su caso.
- Evaluación de la rentabilidad de la intervención de acuerdo con los precios del agua en alta vigentes.

### **Programas de sustitución**

En el sector del abastecimiento de agua, se suele denominar *recursos alternativos* a aquellos recursos hidráulicos no utiliza-

dos en la actualidad que pueden permitir ampliar el suministro de agua potable a una determinada localidad o sistema urbano. Tales recursos pueden ser nuevos acuíferos, aguas lejanas aportables a la zona mediante nuevas conducciones, escorrentías o caudales naturales no utilizados por insuficiente capacidad de embalse, aguas obtenidas por desalación o por otros tipos de tratamiento, etc.

En el enfoque GDA, el concepto de *recursos alternativos* hace referencia a determinados tipos de agua cuya utilización generalizada no es posible en el marco de las redes de distribución convencionales de agua potable, bien sea por su baja calidad, su escasa cuantía o su irregular disponibilidad, pero que, en un contexto de escasez de aguas potables o potabilizables, pueden ser aplicadas a ciertos usos concretos, sustituyendo consumos de agua potable y mitigando su escasez. Los tipos de recursos alternativos de agua que aquí se consideran son, además de las aguas recicladas, las aguas de acuíferos locales muy salinizados o salobres, las aguas pluviales, las aguas freáticas y las llamadas *aguas grises*.

En el marco de un PIGDA es necesario evaluar el potencial de reducción del consumo de agua potable que ofrece la utilización de estos recursos, así como los costes y el sentido económico del uso de cada uno de ellos.

### Programas de gestión

*Programa económico-financiero.* El programa económico-financiero de un PIGDA debe incorporar en un esquema integrado de cálculo las variaciones de costes e ingresos derivadas de la aplicación del plan. Las diferentes magnitudes económicas se deben definir y gestionar de modo que quede asegurado el equilibrio de la entidad abastecedora al término de la ejecución del plan, y que la obtención de los recursos necesarios para financiar la etapa de ejecución esté al alcance de la entidad responsable del mismo.

Los principales flujos de ingresos y costes susceptibles de verse modificados en un PIGDA, y que deben ser considerados

en el esquema de cálculo del programa económico-financiero, son los siguientes:

- Por el lado de los ingresos, cabe esperar reducciones en razón de las reducciones de consumo alcanzadas, y eventuales aumentos derivados de la reestructuración de tarifas. Estos aumentos, sin embargo, pueden quedar membrados por nuevas reducciones de consumo derivadas de la elasticidad-precio de la demanda de agua, que si bien es muy reducida –de hecho casi nula– para los consumos domésticos básicos, puede alcanzar índices apreciables para los consumos suntuarios o para los grandes consumos (la mayoría de los programas informáticos de análisis de la sensibilidad a las tarifas permiten introducir diferentes elasticidades, e incluso en algunos casos, discriminar la elasticidad para distintos niveles de consumo). Por último, pueden aparecer también nuevas fuentes de ingresos derivadas de la comercialización de aguas depuradas.
- Por el lado de los costes, aparecen reducciones de costes del agua adquirida en alta, y también de las operaciones de depuración de residuales. Lógicamente, aparecen notables costes ligados a la ejecución de los programas. Aunque parte de estos últimos se puedan financiar con subvenciones a fondo perdido, deben ser introducidos en el esquema financiero para obtener una idea cabal de la rentabilidad interna del plan. En todo caso, la acertada negociación de estas subvenciones es fundamental para la financiación de un PIGDA, y debe apoyarse en la idea, bien contrastada, de que la aplicación de un PIGDA ahorra cuantiosas inversiones públicas en regulación, transporte y depuración, y reduce notablemente el impacto ambiental del suministro.

Para disponer de una imagen completa sobre la rentabilidad económico-financiera del PIGDA, las evaluaciones deben realizarse desde una triple perspectiva: la perspectiva de los costes y beneficios económicos y sociales globales, la perspectiva de la

entidad abastecedora, y la perspectiva del colectivo de usuarios. Un PIGDA con sentido económico será aquel en el que las tres evaluaciones resulten positivas, aunque pueda haber redistribuciones de costes y beneficios en el seno de algunos de los ámbitos de análisis.

*Base de datos del agua.* Una de las principales dificultades a las que se enfrentan los PIGDA es la carencia de datos detallados sobre los usuarios, consumos y aplicaciones del agua. Para subsanar esta laguna de información, que de persistir dificultará notablemente la gestión futura de la demanda de agua, es necesario crear bases de datos del agua que no sólo permitan realizar las tareas de facturación, sino que sean capaces de proporcionar información fiable y constantemente actualizada sobre el perfil de los usuarios, la evolución de sus consumos, la respuesta de éstos a las medidas de eficiencia, los usos a los que se destina el agua suministrada, etc.

*Normativa reguladora.* Las ordenanzas de eficiencia hidráulica constituyen un instrumento de gestión de gran valor para asegurar que el futuro desarrollo urbano del agua se oriente en una dirección estructuralmente ahorradora de agua.

En la redacción de estas ordenanzas se regularán por un lado todos los aspectos relacionados con la eficiencia estructural en el uso del agua: condiciones de la edificación en materia de equipamiento de fontanería y saneamiento, licencias o autorizaciones de ajardinamiento, tipo de vegetación autorizada para jardines y zonas verdes, y otros diversos aspectos que determinan los estándares de consumo de agua.

Por otra parte, la ordenanza hidráulica integrará también los aspectos administrativos relacionados con el agua, tales como la tipología de los contratos de suministro, las garantías de calidades por usos, las tarifas de abastecimiento, cuotas de servicio y de conexión, condiciones de vertidos, y otros aspectos relacionados con el agua. La integración en un solo cuerpo normativo de toda la regulación hidráulica municipal facilita considerablemente la gestión posterior del sistema.

## CONCLUSIÓN

Como se ha podido comprobar en los lugares en que se cuenta ya con la suficiente experiencia de aplicación, el enfoque de la *gestión de la demanda* –y su proyección, junto con las políticas de protección de los ecosistemas acuáticos naturales, hacia el concepto más amplio de la *conservación del agua*– representa una considerable ruptura con los enfoques convencionales de gestión de los abastecimientos urbanos.

El incremento constante de las demandas urbanas de agua en un contexto general de rarificación de los recursos hidráulicos naturales –y sobre todo de los recursos de calidad– exige una continua intensificación de capital y tecnología en los sistemas globales de abastecimiento, tanto para ampliar las dotaciones en alta como para asegurar la calidad a partir de recursos cada vez más deficientes. Un proceso de esta clase está necesariamente afectado por varios tipos de límites, algunos de los cuales se están manifestando ya con claridad en numerosos lugares de España.

En primer lugar aparecen los límites ecológicos de carácter local, en forma de crecientes resistencias sociales a la ampliación de las infraestructuras de regulación y transporte. El impacto ambiental no es, en definitiva, sino una construcción social. Las crecientes exigencias legales en materia de reducción de los impactos ambientales son la expresión institucional de un creciente rechazo sociocultural de la población hacia la intensificación del deterioro ambiental. La ampliación de la *huella hidráulica* de las ciudades, que en ocasiones se extiende a cientos de kilómetros de los puntos de consumo, suscita un creciente rechazo social, que hace cada vez más difícil la captación y regulación de nuevos caudales.

Dentro también del plano ambiental, comienza a aparecer un segundo conjunto de límites, esta vez de carácter global. La intensificación en capital y tecnología de los sistemas de abastecimiento conlleva un vertiginoso incremento de los consumos energéticos asociados al ciclo del agua. En un sistema con fuerte dependencia de bombeos de gran cota para los suminis-

tros en alta (o más aún, de desalación), con importantes necesidades de potabilización, con una distribución topográficamente compleja, con elevados consumos de agua caliente, y con elevados estándares de depuración, el ciclo del agua se puede convertir en el principal renglón del consumo energético doméstico, después del transporte. En la actual situación de creciente preocupación por el cambio climático derivado del efecto invernadero, una evolución de este tipo es insostenible a largo plazo. Además, el propio cambio climático puede retroalimentar el proceso, al generar nuevas dificultades para los sistemas de abastecimiento (sequías, irregularidad de las precipitaciones) y obligar a nuevas intensificaciones de capital y tecnología para superar estas dificultades.

Por último, y en buena medida como consecuencia de lo anterior, los costes económicos de los abastecimientos urbanos presentan una marcada tendencia al alza, y por más que buena parte de estos costes se diluyan en los vericuetos presupuestarios y administrativos, o no lleguen a computarse en las metodologías de evaluación al uso, la presión sobre las tarifas o sobre los presupuestos municipales es cada día más evidente, y en algunos lugares ha alcanzado ya cotas difícilmente superables.

La conjunción de estos límites –y de otros menos evidentes pero también importantes– sobre las orientaciones actuales de gestión de los abastecimientos urbanos, está comenzando a alumbrar la idea de que un deterioro creciente de la calidad de los servicios de abastecimiento resulta difícil de evitar a largo plazo. Esta percepción es ya algo más que una opinión particular de algunos expertos aislados: en el Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas celebrado en Zaragoza en septiembre de 1998, se presentaron algunas ponencias que se hacían eco de esta preocupación, aportando datos significativos recogidos en el ámbito internacional.

Los enfoques de la gestión de la demanda y la conservación del agua ofrecen un camino practicable y seguro para eludir los riesgos de una evolución de este tipo. En el fondo, estos enfoques afrontan la crisis hidráulica con una filosofía adaptativa,

en lugar de considerarla como un nuevo desafío infraestructural y tecnológico.

En lugar de aplicar criterios tecnológicos y de gestión diseñados con independencia de las condiciones naturales propias de cada lugar, plantean la búsqueda de soluciones específicas para cada lugar y para cada etapa del ciclo hidráulico, en función de las condiciones naturales en presencia. La escasez de determinados recursos en determinados lugares se afronta, hasta el grado en que sea posible, sin comprometer el bienestar, con actitudes culturales coherentes y con aplicaciones técnicas orientadas hacia la eficiencia. El ciclo urbano del agua es considerado, en su conjunto, como un ciclo artificial derivado de los ecosistemas acuáticos naturales que es necesario aminorar y cerrar, generando para ello el mínimo impacto ambiental posible sobre los ecosistemas afectados, tanto acuáticos (retiradas de caudal y alteraciones de continuidad) como terrestres (ocupaciones de territorio por infraestructuras) y aéreos (emisiones de CO<sub>2</sub>).

De este modo, cobran nuevo sentido numerosas intervenciones o alternativas técnicas que han venido siendo desechadas en la gestión de los abastecimientos urbanos, y que se extienden a todo lo largo del ciclo. Muchas de estas alternativas en realidad no son nuevas elaboraciones, sino adaptaciones a la situación actual de opciones con una larga tradición en la cultura del agua: utilización selectiva de recursos no potables, pero aptos para determinados usos concretos, nuevas formas de aljibes u otros almacenamientos intermedios para usos compatibles, nuevas estrategias de diversificación de redes por calidades, actualización de los principios culturales tradicionales de uso consciente del agua, sistemas modernizados de depuración natural, etc.

Bajo todas estas soluciones, y bajo otras de nuevo cuño que completan el panorama de la gestión de la demanda, subyace la idea común de jugar a favor de y de acuerdo con la naturaleza, en lugar de vencerla y dominarla sin condiciones mediante el recurso indiscriminado a técnicas de supuesta aplicación universal. En realidad, la nueva cultura del agua, de la que la gestión de la demanda y la conservación del agua constituyen expresiones relevantes, no es más que la expresión hidráulica de la

nueva cultura ecológica que, lenta y trabajosamente, se va abriendo camino en la energía, en los residuos, en la edificación, en las actividades económicas o en la movilidad, y que, antes o después, tenía que llegar al agua.

## ANEXO I. REFERENCIAS SOBRE GESTIÓN DE LA DEMANDA Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

En este anexo se presenta una breve panorámica de datos y referencias sobre algunos resultados obtenidos en diversos programas de gestión de la demanda y conservación del agua. Buena parte de la información se refiere a Estados Unidos, por ser el país en el que se han aplicado estos programas de modo más generalizado. No obstante, se han incorporado también numerosas referencias europeas.

La finalidad de esta aportación de datos es la de ofrecer una breve visión de algunas de las posibilidades ya contrastadas que ofrece la aplicación de estos enfoques en la gestión de los abastecimientos. Aunque sólo se ejemplifican algunos de los numerosos tipos de programas sectoriales o parciales que caben en un programa GDA, la información se presenta ordenada según la estructura más generalizada en estos programas: actuaciones en infraestructuras de distribución, ahorro de consumos, eficiencia en la utilización y sustitución de recursos.

### Programas de infraestructuras

#### *Mejora del rendimiento en redes*

Redes con elevados rendimientos. Algunas referencias en Europa:

- En el área servida por la compañía Southern Water (condados de Kent, Sussex y Hampshire, así como la isla de Wight, con 1,7 millones de habitantes), el rendimiento medio en 1995-1996 era del 86,8%. Southern Water es actualmente propiedad de la empresa pública escocesa

Scottish Power. La compañía Anglian Water, que sirve a 5 millones de abonados en el este de Inglaterra, alcanzó rendimientos similares, con un 86,6%. (Young, 1998).

- En el área servida por la compañía Lyonnaise des Eaux (13 millones de habitantes), el rendimiento en 1996 era del 83% (Environment Agency-NRA, 1995-1997). Rendimientos de este orden, y superiores, son comunes en amplias zonas de Alemania, Dinamarca y otros países europeos (Moral, 1998).
- En la ciudad de Alicante, el rendimiento hidráulico ha pasado del 80,5% en 1991 al 85,8% en 1995 (Estevan y Ballesteros, 1996).
- El borrador de Anteproyecto de Ley de Abastecimientos de Agua de Andalucía establece en su artículo 16.5 que «en ningún caso se podrán computar como pérdidas más del 15% del volumen total de recursos que llegan a los depósitos municipales o directamente a la red» (Junta de Andalucía, 1997).

La economía de la reducción de fugas. Referencias en Estados Unidos (1 dólar estadounidense = 150 pesetas):

- El Departamento de Recursos Hidráulicos de California estimaba en 1992 que el coste medio del metro cúbico recuperado en los numerosos programas de detección y reparación de fugas emprendidos en las ciudades de ese estado era de 153 dólares por millón de galones, lo que equivale a unas 6 ptas./m<sup>3</sup> (RMI, 1994a).
- En Boston se abordó en 1988 la revisión, reparación y nueva programación del mantenimiento de los cerca de 2.000 km de grandes conducciones de agua de la ciudad. En los primeros dos años de funcionamiento del programa se logró un ahorro de más 10 millones de metros cúbicos anuales (RMI, 1994a).
- El programa de Nueva York, iniciado en 1989 por el Departamento de Protección Ambiental de la ciudad de Nueva York en el marco de un programa integrado de

gestión de la demanda, se planteó el objetivo de revisar los 10.000 km de principales conducciones de la ciudad. En el primer año de trabajo se localizaron y sellaron fugas que estaban generando pérdidas de 125 millones de metros cúbicos anuales. La estimación de costes del programa indicaba un coste medio de 95 centavos por cada 100 pies cúbicos de agua conservada, equivalentes a unas 5 ptas./m<sup>3</sup>, confirmando de este modo el orden de magnitud de las estimaciones californianas y la gran rentabilidad de este tipo de programas (RMI, 1994a).

#### *Universalización de contadores individuales*

- En Sevilla, la empresa municipal de abastecimientos esperaba reducir el consumo global de la ciudad del orden del 11% mediante el programa de instalación de contadores individuales iniciado en 1996 (EMASESA, 1995). Los resultados de los primeros barrios que han sido equipados indican unos niveles de reducción del orden del 25% para los consumos domésticos (Aguado, 1998).
- Las grandes ciudades españolas con plena cobertura de contadores individuales y precios del agua medios o altos (para el contexto español) son las que presentan menores consumos domésticos. Así, por ejemplo, una encuesta realizada en Las Palmas de Gran Canaria en 1993 (Calero et al., 1994) arrojaba unos consumos netos en usos interiores de 118,9 litros por persona y día. En Alicante, una encuesta llevada a cabo entre enero de 1995 y junio de 1996 establecía unos consumos netos de 105,2 litros por persona y día en el trimestre mínimo y de 114,1 litros en el trimestre máximo (Gómez, 1996).
- El programa de Nueva York («New York Universal Metering Program») contaba con alcanzar ahorros de entre un 10 y un 30%, según el tipo de usuario. Pretendía conseguir la plena cobertura de la ciudad en el año 2000 (RMI, 1994a).

- El programa de Denver, que incluía la instalación de 87.000 nuevos contadores antes de 1999, con un coste de 20 millones de dólares, fue adoptado tras calcular que permitiría obtener agua mediante ahorro a un coste netamente inferior al derivado de la construcción de un nuevo embalse (USEPA, 1995).

---

### Programas de ahorro

---

#### *Animación sociocomunitaria*

- El programa «Zaragoza, ciudad ahorradora de agua», puesto en marcha en 1997 por la Fundación Ecología y Desarrollo, en el marco de un programa Life de la Unión Europea, está experimentando un amplio conjunto de acciones de animación comunitaria, en un contexto climático de ausencia de sequía, haciendo confluír a una multiplicidad de agentes económicos, sociales e institucionales de la ciudad hacia el objetivo común del uso consciente del agua (Fundación Ecología y Desarrollo, 1998).
- Entre las numerosas iniciativas comunitarias emprendidas en Estados Unidos cabe señalar la creación de *speakers' bureaus* o fondos de conferenciantes, en los que se integran diversas personas con buenos conocimientos del tema de la conservación del agua y adecuadas capacidades oratorias, que están disponibles para dar conferencias en cualquier tipo de acto relacionado con el agua organizado en el seno de la comunidad. El primero de estos *speakers' bureaus* fue establecido por EBMUD en Oakland, en fecha tan temprana como 1976 (EBMUD, 1996).
- Existen asimismo infinidad de premios a la conservación del agua establecidos a todos los niveles, locales, estatales, e incluso a nivel federal. Por ejemplo, el Plan Director de Conservación del Agua establecido en 1995 por Denver Water ganó la edición de 1996 del premio del United States Bureau of Reclamation del Departamento de

Interior, uno de los galardones federales más preciados. Son frecuentes los premios municipales al ahorro de agua en jardines.

#### *Acciones de demostración*

- Entre las instalaciones piloto de demostración más difundidas en Estados Unidos cabe citar los jardines de demostración de bajo consumo de agua (*xeriscape demonstration gardens*), y ya en grado mucho menor, las *water houses* o casas del agua. El concepto de *xeriscape* fue lanzado en 1980 por Denver Water, entidad que fue también la primera en organizar un jardín de demostración. En la actualidad hay decenas, si no cientos, de este tipo de jardines distribuidos por todo el país. La primera Casa del Agua, y también la más conocida, fue construida (con ese mismo nombre en castellano) en 1985 por la Universidad de Arizona en Tucson. Es una vivienda unifamiliar típica de la zona, que fue dotada de todos los sistemas disponibles de eficiencia, e incluso de autonomía hidráulica (Denver Water, 1996).
- Entre las iniciativas de conservación emprendidas por instituciones a título de demostración a gran escala, destacan las abordadas por algunas universidades. Uno de los primeros programas de este tipo fue el iniciado en 1986 por la Universidad de California en Northridge, que en 1995 había permitido reducir el consumo global de la universidad en un 24% (University of Pennsylvania, 1996).

---

### Programas de eficiencia

---

#### *Ámbito doméstico (usos interiores)*

- En 1992 se promulgó en Estados Unidos la Energy Policy Act, que englobaba un paquete legislativo en el que se

incluía la Ley Nacional de Eficiencia de los Productos de Fontanería. La nueva ley federal prohibía, a partir del 1 de enero de 1994, la venta de inodoros con más de 1,6 galones por descarga (unos 6 litros), frente a los 3,5 de los inodoros corrientes en los años ochenta, y los 5 ó hasta 7 galones de las cisternas más antiguas. Prohibía asimismo la venta de cabezales de ducha y grifos de lavabo y fregadero con flujos de agua superiores a 2,5 galones por minuto (9,5 litros) operando a una presión de 80 psi (5,4 atmósferas). Los cabezales de ducha tradicionales consumían una media de 5,4 galones por minuto, y los grifos de ducha y lavabo, del orden de 5 y 3 galones por minuto, respectivamente (EPAOW, 1998).

- La American Water Works Association estima que al finalizar el primer cuarto del siglo XXI, mediante la aplicación de la nueva legislación, la generación actual de equipamiento de fontanería habrá prácticamente desaparecido, y que los 121 galones diarios (460 litros) que un hogar americano medio (2,63 personas) gastaba en 1993 en inodoros, duchas y grifos, se habrán reducido a unos 55 galones diarios (210 litros), sin incluir lavadoras ni lavaplatos (AWWA, 1993).

#### *Jardinería*

- En 1981, Denver Water, la compañía pública abastecedora del área metropolitana de Denver, capital del estado de Colorado, lanzó la primera campaña organizada de ahorro de agua en el riego de jardines. Como lema de la campaña acuñó un término afortunado, que se difundiría posteriormente por todo el país: *xeriscape*, contracción de la palabra griega *xeros* (seco) y la inglesa *landscape* (paisaje, jardín). Denver Water basó el concepto de *xeriscape* en siete principios, que desde entonces se repiten en prácticamente todos los programas de reducción del consumo de agua en jardinería (Grapek, 1996):

- Diseño y planificación previa del jardín.
  - Mejora del suelo mediante adición de materia orgánica y elementos deficitarios.
  - Reducción del césped, limitándolo a las zonas de mayor uso o más visibles.
  - Acolchado del suelo con materiales orgánicos.
  - Irrigación con técnicas eficientes, diferenciada por zonas y nocturna.
  - Selección de plantas o variedades con necesidades de agua reducidas.
  - Mantenimiento adecuado y coherente con el aporte limitado de agua.
- La compañía North Marin Water District (NMWD), situada en la costa occidental de la bahía de San Pablo, al norte de la bahía de San Francisco, realizó en 1990 un estudio, financiado por el Departamento de Recursos Hidráulicos de California, para examinar la eficiencia hidráulica de los espacios verdes mantenidos por contratistas en su zona de actuación, una parte de los cuales habían sido ya sometidos a modificaciones en el marco de los programas de eficiencia. El estudio reveló que en los espacios verdes tradicionales el 90% del consumo de agua se aplicaba al mantenimiento de las áreas de césped, pese a que éstas sólo representaban el 40% del total. Asimismo, se comprobó que los espacios verdes rediseñados, con el área de césped limitada aproximadamente a la mitad que en los espacios tradicionales, y gestionados con técnicas de eficiencia, requerían un 54% menos de agua, un 25% menos de trabajo, un 61% menos de fertilizantes, un 22% menos de herbicidas y un 44% menos de combustibles para su mantenimiento (RMI, 1994b).
  - En algunas ciudades españolas, aplicando técnicas tradicionales de mantenimiento de jardines apoyadas con técnicas modernas de riego localizado y otras, se han conseguido resultados muy notables en el uso del agua en

jardinería. Así, según informaciones facilitadas por el Servicio de Jardines del Ayuntamiento de Alicante, los 1,2 millones de metros cuadrados de zonas verdes de que dispone la ciudad se riegan con 400.000 m<sup>3</sup> al año, lo que supone una media de 331 litros por metro cuadrado, mientras que consumos tres veces superiores son frecuentes en ciudades de climatología similar o más favorable que la de Alicante (Estevan y Ballesteros, 1997). Las principales causas de esta elevada eficiencia son las siguientes:

- Los jardines disponen de poca superficie de pradera y la existente es de especies adaptadas al clima seco.
- Para cubrir los suelos se utiliza tierra de albero, volcánica, ladrillo molido y, en menor medida, gravas y rocallas.
- Las plantas y arbustos son mayoritariamente adaptados al clima.
- El sistema de riego está totalmente automatizado y se realiza por la noche, con equipos de bajo caudal, microaspersores y difusores.

#### *Usos industriales y comerciales*

- En Estados Unidos, las medidas de conservación del agua se generalizaron en los consumos industriales antes que en los consumos urbanos. En la década de los setenta los consumos del sector industrial se estabilizaron con una ligera tendencia a la baja, alcanzando una cota máxima de 47 millones de galones diarios. La tendencia a la reducción se consolidó notablemente en los años ochenta, de modo que en 1990 el consumo era ya de 29,9 millones de galones diarios. Las expectativas actuales indican que hacia principios del próximo siglo el consumo de agua en el sector industrial en Estados Unidos puede haberse reducido prácticamente a la mitad respecto al máximo alcanzado en 1970 (USGS, 1996).

- El Informe Dobris II de la Comisión Europea indica que una tendencia similar se manifiesta ya también en Europa, y se explica, al igual que en Estados Unidos, por la combinación de las medidas de eficiencia con los procesos de deslocalización industrial.
- En España cabe encontrar también ejemplos recientes de importantes reducciones de consumo en algunos sectores industriales. Así, en el sector de bebidas y lácteos de Alicante, las dos principales empresas, que representaban por sí solas el 75% del consumo sectorial, en los últimos cinco años han tomado importantes medidas de reestructuración para mejorar la eficiencia en el uso del agua, con lo que han conseguido ahorros de entre un 30 y un 40%. Las principales medidas han consistido en la recirculación del agua en los sistemas de refrigeración, así como en los sistemas de lavado de envases (Estevan y Ballesteros, 1997).
- Entre las actividades de servicios, cabe destacar en Estados Unidos la iniciativa WAVE (Water Alliances for Voluntary Efficiency), promovida por la EPA (Environmental Protection Agency) para fomentar la introducción de medidas de eficiencia en el sector hotelero. Los hoteles o cadenas hoteleras que se asocian a esta organización reciben el apoyo de la EPA en forma de asesoría técnica, publicidad y otras medidas. En 1995 estaban integrados en WAVE un total de 584 propietarios de hoteles de todo el país (incluyendo cadenas como Hyatts o Sheraton), que controlaban más de 210.000 habitaciones (USWN, 1995).

---

### Sustitución de recursos

---

#### *Reutilización de aguas depuradas*

- La reutilización de aguas depuradas se generalizó en Estados Unidos a partir de mediados de los años ochenta. En 1995, el récord nacional de reutilización lo

tenía la ciudad de St. Petersburg, en Florida, que satisfacía el 30% de sus necesidades (230.000 m<sup>3</sup>/día) con agua reciclada. El programa de Los Ángeles («Water for a dry land») espera reutilizar 2 hm<sup>3</sup> diarios para finales del siglo XX.

- En España, la reutilización de aguas urbanas depuradas se ha orientado masivamente hacia el riego de campos de golf, sobre todo en las zonas turísticas (Costa del Sol, Baleares, Canarias), y frecuentemente con aguas depuradas de modo bastante precario. De este modo, la reutilización no se ha traducido en una reducción apreciable de los consumos urbanos de agua en alta (Estevan, 1997).

#### *Aguas grises*

- En 1990, la ciudad de Lompoc, en California, fue la primera en regular el uso de aguas grises –definidas como las aguas domésticas que no pasan por el inodoro– para el riego de árboles (incluidos frutales), matorrales y arbustos ornamentales, pero no para el riego de césped ni de hortalizas (USEPA, 1995). Pronto otras ciudades comenzaron a promulgar ordenanzas similares. Ante la proliferación de ordenanzas municipales, en 1992 el gobierno de California se decidió a autorizar y regular el uso de aguas grises en el conjunto del estado. Posteriormente le han seguido otros gobiernos estatales, con lo que los equipos de acondicionamiento y filtrado de aguas grises para uso en viviendas unifamiliares están conociendo una notable difusión en todo el país.

#### *Aguas salobres*

- El progresivo ajuste de la calidad del agua a los diferentes usos ha determinado que en Estados Unidos, entre 1985 y 1990, el tipo de agua cuyo uso ha crecido más en términos porcentuales es el agua subterránea salobre, con un incremento del 87% (USGS, 1996).

- En España se encuentran algunos ejemplos de uso de este tipo de aguas en aplicaciones urbanas. En la ciudad de Alicante se utilizan las aguas salobres del acuífero situado bajo la ciudad para el riego y baldeo de calles, evitando así el uso de agua potable de la red (Estevan y Ballesteros, 1997).

### Programas integrados

- El primer programa integrado de gestión de la demanda de agua, que incluía acciones coordinadas en todas las fases del ciclo del agua urbana, fue promulgado en 1983 en la ciudad norteamericana de Goleta, localidad costera de unos 75.000 habitantes situada a unos 120 kilómetros al noroeste de Los Ángeles, en el condado de Santa Bárbara. En 1989, el consumo residencial se había reducido a la mitad respecto a la media de los cinco años anteriores al programa (RMI, 1994a). Posteriormente, centenares de ciudades norteamericanas aplicaron programas similares.
- En España se han diseñado hasta el momento tres programas integrados de gestión de la demanda de agua: los dos ya citados de Alicante y Calvià, y un tercero en Lanzarote (Estevan, 1998). El día 1 de julio de 1998 el Ayuntamiento de Calvià anunció oficialmente la puesta en marcha del Programa GDA-Calvià, con el compromiso de mantener la demanda en alta de la ciudad, a partir del año 2001 y hasta el año 2007, por debajo del nivel alcanzado en 1997, que fue del orden de 10 hm<sup>3</sup>. De este modo, Calvià se convierte en la primera ciudad española que aplica un programa de este tipo, y que asume a corto y medio plazo el compromiso de no elevar su consumo de agua, pese al notable crecimiento turístico previsto para los próximos años.
- Para lograr este objetivo, la empresa abastecedora municipal -Calvià 2000, S.A.- se compromete a reducir el consumo unitario residencial en el año 2001 en un 7% (10% en 2007), el consumo unitario turístico en un 10%

(15% en 2007) y el consumo estructural en un 12% (20% en 2007). Asimismo, se compromete a incrementar el rendimiento desde el 83,9% alcanzado en 1995 hasta el 87% en 2001, manteniéndose posteriormente en este nivel de rendimiento, y a satisfacer con agua reciclada el 8% del consumo urbano total en el año 2001 y el 11% en 2007. En octubre de 1998 ha comenzado la redacción y aplicación de programas operativos diseñados para alcanzar estos objetivos (Estevan, 1999).

### ANEXO II. DIRECCIONES EN INTERNET SOBRE GESTIÓN DE LA DEMANDA Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

#### Waterwiser, <http://www.waterwiser.org/>

Waterwiser es el centro de intercambio de información de la American Water Works Association para temas de ahorro y eficiencia hidráulicas. Ofrece diversos servicios de documentación (incluida la descarga gratuita de estudios y documentos de la EPA y de otras agencias), así como conferencias abiertas en red, grupos de noticias, etc. Desde Waterwiser se puede enlazar con numerosas agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, empresas de abastecimiento y otras entidades que trabajan en temas de conservación del agua. Waterwiser es probablemente la mejor base para introducirse en el complejo entorno de la eficiencia y la conservación del agua en Estados Unidos. La mayoría de los centros seleccionados a continuación son accesibles desde Waterwiser.

#### EPAOW (Environmental Protection Agency, Office of Water), <http://www.epa.gov/OW/> (OW en mayúsculas)

La Oficina del Agua de la Agencia Federal de Protección del Medio Ambiente estadounidense mantiene una enorme base de datos y estudios científicos sobre gestión del agua en general y sobre conservación en particular. Ofrece conexiones con la totalidad de los servicios federales relaciona-

dos con la gestión hidrológica. La mayoría de los archivos de descarga están en formato PDF, y requieren el *software* de Adobe Acrobat para su visualización.

**CUWCC (California Urban Water Conservation Council), <http://www.cuwcc.com/>**

El CUWCC es una organización no gubernamental formada por más de 130 entidades relacionadas con el abastecimiento urbano de agua en California, incluyendo empresas de abastecimiento, empresas suministradoras de equipos o de ingeniería, ONG, etc. Entre la información que ofrece destaca la descripción de las BMP (*best management practices*) acordadas en el seno del CUWCC, que son de obligada aplicación por parte de todas las empresas de abastecimiento asociadas, las cuales cubren más del 95% del abastecimiento de agua en California.

**CDWR (California Department of Water Resources), <http://www.dwr.water.ca.gov/> (no lleva punto entre www y dwr)**

El Departamento de Recursos Hidráulicos del Estado de California ofrece una extensa base de información y datos, en la que destaca la posibilidad de descargar gratuitamente el texto íntegro del California Water Plan, así como otros documentos de interés.

**EBMUD (East Bay Municipal Utility District), <http://www.ebmud.com/>**

EBMUD es la agencia de abastecimiento del condado de Contra Costa y de una parte del de Alameda, en la costa interior de la bahía de San Francisco. EBMUD fue una de las pioneras en la aplicación de programas GDA. Ofrece interesantes consejos prácticos sobre diversos temas, así como estudios básicos sobre planificación de la eficiencia y el ahorro de agua. Otras muchas agencias son accesibles desde Waterwiser o desde The Utility Connection (véase más abajo).

**RMI (Rocky Mountain Institute), <http://www.rmi.org/>**

El RMI fue uno de los institutos privados pioneros en el estudio sistemático de las técnicas de eficiencia hidráulica. Sus manuales han sido profusamente utilizados en Estados Unidos desde hace años. El RMI no permite la descarga gratuita de sus documentos, sino sólo una muestra de sus contenidos, pero ofrece un sistema muy ágil para adquirir documentación. Los envíos a Europa se demoran unos 15 días.

**TUC (The Utility Connection), <http://www.magicnet.net/~metzler/>**

TUC es una organización privada que ofrece, entre otros servicios, enlaces con cerca de 250 empresas de abastecimiento de agua norteamericanas (incluye también empresas de energía) y con otras 100 entidades de todo el mundo relacionadas con el abastecimiento urbano de agua, incluyendo las escasas organizaciones europeas conectadas a la red.

**Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/water/>**

La sección del agua del Departamento de Medio Ambiente de Canadá ofrece interesante documentación sobre los programas canadienses de ahorro, conservación y eficiencia hidráulica, así como conexiones a otros centros del país. Destaca la posibilidad de obtener el National Action Plan to Encourage Municipal Water Use Efficiency, aprobado en 1994.

**Water Pages, <http://www.pcug.co.uk/~waterpag/>**

Water Pages es una organización independiente que ofrece información acerca del sistema de abastecimiento de agua urbana en el Reino Unido. Ofrece estadísticas de precios, rendimientos, etc., e incluye conexiones con las principales empresas derivadas del proceso de privatización en Inglaterra y Gales, así como con las empresas públicas escocesas y con los organismos públicos de control en todo el Reino Unido.

---

## Bibliografía

- AGUADO, F. (1998): Comunicación personal.
- AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION) (1993): «Residential Indoor Water Efficiency: The Impact of EPACT», *Journal of AWWA*, agosto.
- CALERO, R., et al. (1994): *Posibilidades de ahorro doméstico en Canarias. Impacto en las necesidades de desalación futuras*, Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- DENVER WATER (1996): *Denver Water Wins with Conservation*, Denver (Colorado), <<http://www.water.denver.co.gov>>.
- EBMUD (EAST BAY MUNICIPAL UTILITY DISTRICT) (1996): <<http://www.ebmud.com>>.
- EMASESA (EMPRESA MUNICIPAL DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE SEVILLA) (1995): *Estudio para la instalación de contadores individuales en sustitución de contadores colectivos*, Sevilla (citado en Moral, 1998).
- ENVIRONMENT AGENCY-NRA (1995-1997): *Demand Management Bulletin*. Boletín externo del National Demand Management Centre, Worthing, West Sussex (Reino Unido) (citado en Moral, 1998).
- EPAOW (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, OFFICE OF WATER) (1998): <<http://www.epa.gov/OW>>.
- ESTEVAN, A. (1997): *Programa de gestión de la demanda de agua en Calvià (Balears)*. Agenda Local 21 de Calvià. Ayuntamiento de Calvià (Islas Baleares).
- (1998): *Programa de gestión de la demanda de agua en Lanzarote*. Estrategia de Lanzarote en la Biosfera. Cabildo de Lanzarote (Islas Canarias).
- (1999): *Plan de gestión de la demanda de agua en el municipio de Calvià (Balears)*. Calvià 2000, S.A.
- y G. BALLESTEROS (1997): *Diseño de programas integrados de gestión de la demanda de agua*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (1998): *Presentación del Proyecto y de los primeros resultados de la campaña «Zaragoza, ciudad ahorradora de agua»*, Zaragoza.
- GÓMEZ, J.A. (1996): Comunicación personal.
- GRAPEK, H.I. (1996): *Xeriscape: a Growing Program for Water Conservation*, FortNet, Denver (Colorado), <<http://www.water.denver.co.gov>>.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1997): *Anteproyecto de Ley de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Andalucía*, 18/07/97 (citado en Moral, 1998).

- MORAL, L. (coord.) (1998): *El sistema de abastecimiento de Sevilla: análisis de situación y alternativas al embalse de Melonares*, Universidad de Sevilla.
- RMI (ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE) (1994a): *Water Efficiency: A Resource for Utility Managers, Community Planners, and Other Decisionmakers*, Snowmass (Colorado).
- (1994b): *Water-Efficient Landscaping: A Guide for Utilities and Community Planners*, Snowmass (Colorado).
- UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA (1996): <<http://dolphin.upenn.edu/~pennenv/audit/Water/index.html>>.
- USEPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY) (1995): *Cleaner Water through Conservation*, Washington, D.C., <<http://www.epa.gov/OW/you/intro.html>>.
- USGS (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY) (1996): *Estimated Use of Water in the United States in 1990*, <<http://h2o.er.usgs.gov/public/watuse/wutrends.html>>.
- USWN (UNITED STATES WATER NEWS) (1995): «Hotels Join WAVE for Increased Water Use Efficiency», *U.S. Water News*, abril, <<http://www.mother.com/uswaternews/archive/conserv/hotel.html>>.
- YOUNG, M. (1998): <<http://www.pcug.co.uk/~waterpag>>.