

Un ejemplo de abastecimiento y saneamiento a ciudades. La confederación hidrográfica del Tajo

Ricardo GÓMEZ, Mampaso DEL PALACIO y Teresa SÁNCHEZ SEGURA

Recibido: 7 de febrero de 2005

Aceptado: 14 de abril de 2005

RESUMEN

Se aborda en primer lugar el concepto de abastecimiento, que es definido desde un punto de vista técnico a la vez que se comenta su regulación jurídica en el marco de la legislación española y europea. En este contexto se describe el papel de la Confederación Hidrográfica del Tajo, como ente gestor, encargado de la inspección y vigilancia del conjunto del proceso de abastecimiento a lo largo de la cuenca. Se completa la información con la descripción de las actuaciones que en materia de abastecimiento se han realizado en la cuenca del Tajo tras la creación de la Confederación Hidrográfica. La segunda parte del texto se centra en el saneamiento. Primero se define exhaustivamente el término, de gran complejidad, pues implica un gran número de procesos. Tras sentar esta base se describen las principales características de la cuenca del Tajo en materia de saneamiento, se valora la calidad de las aguas en la cuenca y se citan las distintas infraestructuras y sistemas de depuración que en ella se llevan a cabo. Al final se presenta el Sistema Automático de Información de Calidad del Agua (SAICA), medio de que dispone la Confederación Hidrográfica del Tajo para garantizar la calidad de las aguas en la cuenca dentro del Ciclo Integral del Agua.

Palabras clave: Abastecimiento, regulación legal, ciclo integral del agua.

An example of supplying and sanitation to cities. The river Tajo hydrographic confederation

ABSTRACT

The concept dealt with is water supply, defined from a technical point of view, treating also its legal regulation in the context of the European and Spanish legislation. On describes in the role of the Tajo Hydrographic Confederation as a Management Entity in charge of the inspection and supervision of the water supply process throughout the Tajo Basin. The information provided is completed with the main performance on water supply in the Tajo Basin after creation of its Hydrographic Confederation.

The second part of the text is focused on river clean up. The term is thoroughly defined, and this is not easy, because it implies a large number of processes. Once this basis is established, the main characteristics of the Tajo Basin are developed from the point of clean up, the water quality in the Basin is assessed, and the different infrastructures, as well as the water purification systems are shown. The end presents the Automatic System of Information on Water Quality (SAICA, in Spanish). SAICA enables the Tajo Hydrographic Confederation to guarantee the quality of water in the Basin inside the Integral Cycle of Water.

Keywords: Dealt, legal registration, the integral cycle of water.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Actuaciones previas a la creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo en materia de abastecimiento y saneamiento. 3. Abastecimiento a ciudades tras la creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo. 4. Algunos ejemplos de abastecimiento. 5. Los saneamientos. Eliminación de aguas residuales. 6. Actuaciones en materia de depuración y saneamiento. 7. Sistemas de depuración. 8. Bibliografía. 9. Otras webs consultadas. 10. Siglas.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el agua se encuentra al alcance de la mayor parte de la población, aunque hasta hace poco la realidad era bien distinta. El agua se ha convertido en un bien tan accesible en la sociedad actual que a veces olvidamos porqué sale a través de un grifo, o donde va una vez escapa por el desagüe. Tampoco se reflexiona sobre lo necesaria que puede llegar a ser para el desenvolvimiento de la humanidad. Además puede considerarse el agua como un elemento «vivo», por su naturaleza cambiante, por su movilidad, por los distintos estados en que se manifiesta y su facilidad de interrelación con otras sustancias y elementos. Su composición y características junto con el desarrollo evolutivo de las distintas especies animales y vegetales, han hecho que resulte imprescindible a la hora de valorar el concepto de vida, por lo que cabe concluir que la «vida» del agua se encuentra íntimamente relacionada con la de los seres vivos. Pero, al mismo tiempo la naturaleza del agua se ve alterada por el ciclo vital humano, al igual que las modificaciones que pueda sufrir esta influyen necesariamente en los demás seres vivos y en el medio ambiente; por ello el agua es uno de los elementos que une a las personas y a la naturaleza.

La Confederación Hidrográfica del Tajo, ha venido desempeñando desde sus comienzos un papel fundamental en la interacción de los habitantes que pueblan la cuenca, con las aguas del río Tajo, tratando en todo momento de dar cobertura a las principales necesidades de las personas y garantizando las adecuadas condiciones de calidad del agua antes y después de su consumo por los hombres. En este sentido, conviene recordar el llamado Ciclo Integral del Agua o Ciclo del Aprovechamiento Integral del Agua, del que surgen las nociones de abastecimiento y saneamiento, como etapas fundamentales del mismo. El Ciclo Integral del Agua a estos efectos, abarca distintas fases desde que el agua es tomada de su lugar de origen, hasta su puesta a disposición de las personas para su utilización y, posteriormente, su devolución al medio natural, una vez ha sido disfrutada, en el mismo estado en que fue captada, evitando interferencias negativas en el Ciclo Hidrológico. Es importante no confundir los conceptos Ciclo Hidrológico y Ciclo del Aprovechamiento Integral del Agua. Mientras que el primero alude a procesos exclusivamente naturales: lluvia, escorrentía y evaporación; el segundo se caracteriza por la participación del ser humano en su desarrollo. Este proceso comprende dos etapas: el abastecimiento y el saneamiento. Dentro de la primera etapa se pueden reseñar las siguientes fases: captación, aducción, tratamiento y distribución. En la segunda etapa se señalarán: evacuación de las aguas utilizadas mediante redes de alcantarillado, depuración en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) y

devolución de las mismas a un cauce natural. Tanto en una como en otra etapa la intervención de los organismos de cuenca, y en particular la Confederación Hidrográfica Del Tajo ha sido y continúa siendo fundamental. Estas fases del Ciclo Integral del Agua serán objeto de un análisis más detallado en epígrafes posteriores.

El desarrollo del Ciclo Integral del Agua requiere una gestión adecuada a los fines para los que se establecen sus distintas fases. Esta gestión puede llevarse a cabo a través de modelos de gestión privado, público o mixto. El sistema de gestión privado es desempeñado por empresas concesionarias de titularidad privada, mientras que el público se realiza directamente por los ayuntamientos o mancomunidades, como servicio municipal, y organismos públicos como la Confederación Hidrográfica del Tajo. En el modelo de gestión mixta se realiza a través de las llamadas sociedades de gestión mixta, donde el accionariado corresponde tanto a la corporación municipal como a entidades de naturaleza privada. La relevancia de la Cuenca Hidrográfica del Tajo en cuanto a extensión y caudal, supone que a lo largo de la misma puedan darse distintos sistemas de gestión. Corresponde a la Confederación Hidrográfica la inspección y vigilancia de las condiciones de las concesiones y autorizaciones relativas al dominio público hidráulico cuya titularidad ostenten los distintos gestores.

Se entiende como sistema de abastecimiento de aguas potables de consumo público al conjunto de zonas de protección, obras e instalaciones que permiten la captación de agua destinada a la producción de agua potable, la transformación de la misma en agua apta para el consumo humano, y el suministro y distribución de ésta hasta las acometidas de los consumidores y usuarios (Art. 2 RD 1138/1990). El abastecimiento a núcleos de población está configurado con carácter general en la Ley de Aguas como un uso principal del agua, frente a otros usos como los regadíos, los usos industriales, la acuicultura o la navegación, por lo que el abastecimiento para consumo de población goza no sólo de prioridad, sino también de una especial protección en el ordenamiento español en cada una de las fases que lo configuran (Art. 60 RDLeg 1/2001 TRLA). La primera fase del abastecimiento es la captación. Esta consiste en recoger el agua de los distintos manantiales, siendo los más frecuentes los pozos, depósitos y estanques, ríos, arroyos y, por último, los embalses. Las captaciones de agua en España tienen en su mayoría un origen superficial siendo ésta la procedencia de más de las tres cuartas partes del total del agua dispuesta, seguido de lejos por el origen subterráneo. El agua procedente de manantiales, así como la obtenida en procesos de desalación, sigue siendo poco representativa aunque continúa su evolución como fuente alternativa. Sin embargo, el origen del agua difiere de forma sustancial en función del tamaño de la población abastecida, de modo que en las poblaciones con un índice demográfico inferior a 50.000 habitantes el origen es casi en un 50% subterráneo, el agua superficial llega a suponer un 95% de los recursos dispuestos en las grandes áreas metropolitanas (AEAS 2000: 36-37). En general, la fuente u origen del abastecimiento es de dominio público, como es el caso de todas las aguas continentales, cauces de corrientes naturales, lechos de lagos, lagunas y embalses superficiales en cauces públicos o acuíferos subterráneos. El agua puede tener cualquiera de estos orígenes siempre que no entrañe un riesgo para la salud de la población abastecida (Art. 7 RD 140/2003).

Para controlar de un modo adecuado los posibles riesgos, los organismos de cuenca, y en particular la Confederación Hidrográfica del Tajo, tienen el deber de facilitar periódicamente a la autoridad sanitaria y al gestor una serie de resultados analíticos del agua destinada a consumo humano. La segunda fase, denominada aducción o conducción, consiste en transportar el agua captada desde la fuente de origen, a través de conducciones muy diversas, hasta las estaciones de depuración y tratamiento. Antes de la puesta en funcionamiento de las conducciones, se realiza un lavado o desinfección de las mismas (Art. 8 RD 140/2003).

Las aguas distribuidas al consumidor, bien a través de redes de distribución públicas o privadas, bien mediante depósitos o cisternas, deben ser sometidas a una minuciosa desinfección. En esta tercera fase de tratamiento, el agua se somete a procesos químicos como la cloración, destinados a asegurar su potabilidad de modo que pueda garantizarse su consumo dentro de las condiciones de salubridad, calidad y limpieza más exigentes. El tratamiento de potabilización de las aguas se realiza en las llamadas Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). Es importante que los procesos de tratamiento de potabilización no transmitan al agua componentes que puedan degradar su calidad, ni deteriorar el agua superficial o subterránea destinada a la producción del agua de consumo humano. Como garantía adicional al tratamiento de potabilización, y para reducir al mínimo las operaciones que éste pueda requerir, se procura siempre la captación de aguas de un manantial que pueda garantizar la mejor calidad posible (Art. 5 RD 1138/1990). Por último, el agua tratada y apta para su consumo se pone a disposición de los consumidores a través de una serie de redes y canales de distribución conocidos desde antiguo como viajes. El material empleado para su fabricación suele ser fundición, aunque hasta hace poco se ha venido empleando el fibrocemento. Estos canales gozan de una configuración adecuada para eliminar puntos o situaciones que puedan facilitar la contaminación del agua. Las redes disponen también de una serie de mecanismos que posibiliten su cierre por tramos, a fin de permitir el aislamiento de áreas determinadas ante situaciones de anomalía, y la purga por sectores para poder proteger a la población de posibles riesgos para la salud. Con anterioridad a la puesta en funcionamiento del sistema, y después de efectuar cualquier tarea de mantenimiento, las tuberías se desinfectan de idéntico modo que en la fase de aducción. Una vez desinfectadas las tuberías, se da paso a la fase de distribución. Con esta fase termina el abastecimiento como una de las partes del Ciclo Integral del Agua.

2. ACTUACIONES PREVIAS A LA CREACION DE LA CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO EN MATERIA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO

La primera disposición dictada por el Estado para tratar de dar cobertura a las obras sanitarias de ámbito municipal, fue la Ley 3 de agosto de 1908, llamada de Subsuelo de Madrid y de Canalización del Manzanares. La norma fue promulgada para emprender esta clase de instalaciones en la capital de España, que en aquel entonces no disponía de medios económicos para hacerlo. Fue la División Hidráulica

lica del Tajo la encargada de dar cumplimiento a esta Ley desarrollando una labor extraordinaria. Con relación exclusivamente al abastecimiento de poblaciones, debemos referirnos en primer lugar al Real Decreto de 27 de Marzo de 1914, que establecía un régimen de subvenciones, anticipos y auxilio económico para estas obras urbanas de tan gran necesidad. En el se determinaba un límite de auxilio económico estatal de 120.000 pesetas, de forma que las obras cuyo coste excediera de aquel límite no podían acometerse por el Estado. Este primer Decreto no tuvo una gran repercusión sobre los municipios de la Cuenca del Tajo ya que, acogiéndose al mismo, solo se construyeron cuatro abastecimientos, Brunete, Estremera, Guadalix, y Madarcos, todos ellos pertenecientes a la provincia de Madrid.

Esta primera disposición de carácter general se vio modificada, y refundida con otras de alcance particular, por el Decreto de 9 de junio de 1925, con una difusión muy superior a la anterior, si bien en la cuenca de Tajo, tampoco se hicieron numerosas obras de acuerdo con la misma. Entre ellas figuran las siguientes, terminadas o iniciadas antes de 1940: Madrid: Hoyo de Manzanares, El Escorial de Abajo, Cenicientos, Cadalso de los Vidrios, El Molar, Alcorcón, Las Rozas de Madrid, Las Rozas de Puerto Real. Avila: Navalunga, El Barraco, EL Tiemblo, Burgohondo, Casavieja, Castillo de Bayuela, Navas del Marqués. Toledo: Puente del Arzobispo, Illescas. Y Cáceres: Serrejón, Cilleros. Este Real Decreto se refería, como el de 1914, exclusivamente a obras de abastecimiento de aguas. Conservaba el mismo sistema de auxilio elevando el límite de subvención y coste de las obras hasta un máximo de 160.000 pesetas.

A pesar del incremento acordado, los límites establecidos resultaban ya en 1940 tan extraordinariamente reducidos que prácticamente todos los presupuestos de los proyectos los sobrepasaban con mucho. Por otra parte, las obras de abastecimiento implicaban en casi todos los casos de su aplicación rural, la necesidad de un sistema de alcantarillado, cuyas obras eran en buena parte de las ocasiones de un coste superior al de la traída de aguas, lo que motivó que el 17 de mayo de 1940 se dictara un nuevo Decreto que elevó el coste máximo de las obras hasta 300.000 pesetas, haciendo extensivo este auxilio a las obras de saneamiento. Dentro de la cuenca del Tajo, esta disposición fomentó obras esenciales en la vida local de España. Según se detalla en párrafos subsiguientes el número de proyectos iniciados desde 1939 hasta finales de 1945, ascendía a 186.

El 27 de julio de 1944 se aprobó un nuevo Decreto que concedía auxilios destinados a subvencionar un tercio del coste de las obras, con un límite de 500.000 pesetas y también como garantía de otro de esos tercios, la exención de un 10 % de la contribución en los términos municipales afectados. El tercio restante debía ser sufragado por una empresa constituida al efecto. (MEMORIA 1939-1945: 1946: 137-145). Aunque ahora puedan parecer unos importes poco menos que anecdóticos, no debe desdeñarse el ingente esfuerzo realizado por el Estado, más aun si se considera la época a la que hacemos referencia: el año 1945 fue conocido popularmente como «Año del Hambre» y durante esa época todavía se utilizaban las cartillas de racionamiento porque no había medios suficientes para garantizar la subsistencia de la población. En el resto de Europa la situación no era mucho mejor ya que ese mismo año 1945 finalizó la Segunda Guerra Mundial. Por ello el esfuerzo

económico realizado durante este período para acometer las obras de infraestructura de abastecimiento y saneamiento fue meritorio.

A continuación se detalla una relación de obras de abastecimiento efectuadas durante el período comprendido entre 1939 y 1945 en las distintas provincias de la cuenca del Tajo. Como podrá apreciarse, algunos de los municipios relacionados se han integrado en otros núcleos urbanos, como es el caso de Fuencarral y Peña Grande en Madrid. Otros han desaparecido:

Avila: El Tiemblo (1940), Cebreros (1941), Hoyocasero (1941), San Bartolomé de Pinares (1941), San Esteban del Valle (1942), Arenas de San Pedro (1945) y Navaluenga (1945).

Cáceres: Ahigal (1944), Calzadilla (1944), Brozas (1945), Cabezuela del Valle (1945), Cáceres (1945), Coria (1945), Guijo de Granadilla (1945), Hervás (1945), Malpartida de Plasencia (1945), Navalmoral de la Mata (1945), Romangordo (1945) y Serradilla (1945).

Cuenca: Ribatajada (1939), Torrecilla (Barrio Pajares) (1939), Albendea (1940), Belinchón (1940), Ribatajadilla (1940), Valdecolmenas de Abajo (1940), Villaconejos de Trabaque (1940), Bólliga (1941), Bonilla (1941), Culebras (1941), Valdecañas (1941), Valdemoro del Rey (1941) y Valsalobre (1941).

Guadalajara: Ablanque (1941), Auñón (1941), Atienza (1943), El Casar de Salamanca (1943) y Membrillera y Yebra (1945).

Madrid: Ciempozuelos (1939), Alameda del Valle (1940), Alcalá de Henares (1940), Alcorcón (1940), Arganda (1940), Colmenar de Oreja (1940), Getafe, Leganes y Vicálvaro con sus servicios militares (1940), Orusco (1940), Pedrezuela (1940), Bustarviejo (1941), Collado Villalba (1941), El Boalo (1941), El Molar (1941), Manzanares el Real (1941), San Martín de Valdeiglesias (1941), Serrada de la Fuente (1941), Torrelodones (1941), Torremocha del Jarama (1941), Algete (1942), Canencia (1942), Fuencarral (1942), Fundación del Generalísimo y Peña Grande (1942), San Martín de la Vega (1942), San Martín de Valdeiglesias (distribución interior) (1942), Torrejón de Ardoz y Establecimientos Militares (1942), Guadarrama (1943), San Lorenzo de El Escorial (Bienes Patrimoniales) (1943), Villamanta (1943), Alcobendas (1944), Aranjuez (1944), Becerril de la Sierra (1944), Casarrubuelos (1944), Miraflores de la Sierra (1944), Oteruelo del Valle (1944), Paracuellos del Jarama (1944), Perales de Tajuña (1944), San Lorenzo de El Escorial (1944), Torrelaguna (Distribución) (1944), Brea del Tajo (1945), Buitrago (1945), El Escorial (Ampliación) (1945), Getafe (1945), Guadalix de la Sierra (1945), Leganes (1945) y Tielmes (1945).

Salamanca: Linares de Riofrío (1940), San Martín del Castañar (1945) y Sanchotello (1945).

3. EL ABASTECIMIENTO A CIUDADES TRAS LA CREACIÓN DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

La creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo fue posterior a la de la mayor parte del resto de confederaciones de las cuencas de ríos españoles. Este

hecho no debe llevar a pensar que existiera una despreocupación por la situación de la cuenca del río Tajo. Tampoco se puede atribuir este retraso a una menor población en dicha cuenca en comparación con otras cuencas españolas. Bien al contrario, es la cuenca del Tajo la de mayor población, motivado esto en gran medida por pertenecer Madrid a ella. Es precisamente este hecho el que confiere a la cuenca del Tajo unas determinadas características que la diferencian de las demás y que determinaron la aparición tardía de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

La preocupación por aumentar la cantidad de agua para abastecimiento que llegaba a la ciudad de Madrid apareció ya en el siglo XV. Madrid era un núcleo de población muy importante, que se hallaba en constante crecimiento, más aún cuando Felipe II le confirió la capitalidad. Esto hacía necesaria la creación de infraestructuras adecuadas que llevaran suficiente agua a la ciudad. Sin embargo, resolver este problema no era sencillo, y pasaron muchos años en los que se realizaron estudios y proyectos, que valoraban distintas posibilidades para llevar agua a Madrid desde los ríos cercanos. Ninguno de estos proyectos llegó a hacerse efectivo. Por fin, el 18 de julio de 1851 se expidió un Real Decreto, suscrito por el Ministro de Hacienda Juan Bravo Murillo, que obligaba el comienzo de las obras de conducción de agua desde el río Lozoya a Madrid en un plazo máximo de 2 meses. Para ello se construyó la presa del Pontón de la Oliva, con el fin de embalsar el agua del río, y un canal para llevar las aguas a Madrid que, en honor a la soberana reinante, recibió el nombre de Canal de Isabel II, comenzando aquí la historia de esta institución. El Canal de Isabel II se ha encargado del abastecimiento a Madrid desde entonces, quedando así resuelto el problema del abastecimiento de agua al mayor núcleo demográfico de la cuenca del Tajo. Por ello, mientras que en otras cuencas hidrográficas españolas se iban creando confederaciones, en la del Tajo no se hacía tan necesario. Pero esto no quiere decir que en la cuenca del Tajo no se construyera ningún tipo de infraestructura dedicada al abastecimiento durante los años previos a la creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Ya en 1902 se redactó un primer Plan Nacional de Obras Hidráulicas, que fue completado con otro promovido en 1933. Existía ya, por tanto, un gran número de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y otros facultativos, dedicados a la realización de proyectos de obras hidráulicas a lo largo de la cuenca del Tajo. Estos expertos que, en el caso de Madrid, trabajaban en coordinación con el Canal de Isabel II, formarían luego parte del equipo de técnicos de la Confederación Hidrográfica del Tajo. La existencia de Instituciones como la División Hidráulica del Tajo, o la Delegación de Servicios Hidráulicos del Tajo, sentaron las bases para la aparición definitiva de la Confederación Hidrográfica del Tajo en el año 1953. Existen documentos como la «*Memoria correspondiente a los años 1939- 1945*» elaborada por la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, que ofrecen una visión muy acertada de lo que fueron los orígenes de la Confederación Hidrográfica del Tajo, y las principales iniciativas legislativas desarrolladas en materia de Abastecimiento y Saneamiento, reflejando las obras acometidas durante el período anterior a su creación.

Cuadro 1. Embalses destinados a abastecimiento como uso principal o secundario

NOMBRE	AÑO	RÍO	TIPO	VOLUMEN EMBALSE (Hm3)	PROVINCIA
Brozas 1	1850	Ayo. Nogué	Gravedad	0,25	Cáceres
El Villar	1882	Lozoya	Gravedad	22,47	Madrid
Puentes Viejas	1940	Lozoya	Gravedad	49,17	Madrid
Alcántara 1	1946	Jartín	Gravedad	1,02	Cáceres
La Portiña	1947	La Portiña	Gravedad	5,20	Toledo
Torcón	1948	Torcón	Gravedad	6,77	Toledo
Picadas	1952	Alberche	Gravedad	15,20	Madrid
El Vado	1954	Jarama	Gravedad	55,66	Guadalajara
San Juan	1955	Alberche	Gravedad	148,30	Madrid
Riosequillo	1956	Lozoya	Gravedad	326,00	Madrid
Pinilla	1967	Lozoya	Gravedad	37,55	Madrid
El Vellón	1967	Guadalix	Bóveda-Cúpula	41,23	Madrid
La Jarosa	1968	La Jarosa	Gravedad	7,18	Madrid
Navacerrada	1968	Samburriel	Gravedad	11,04	Madrid
Santillana	1969	Manzanares	Escollera	91,09	Madrid
Guadiloba	1971	Guadiloba	Gravedad	20,40	Cáceres
Guajaraz	1971	Guajaraz	Escollera	18,14	Toledo
Atazar	1972	Lozoya	Doble curvatura	426,00	Madrid
Valmayor	1975	Aulencia	Escollera	124,00	Madrid
Pozo de Ramos	1976	Sorbe	Gravedad	1,12	Guadalajara
Alcuescar	1977	Ayuela	Gravedad	1,04	Cáceres
Malpartida-Plasencia2	1977	Pilones	Tierras	2,10	Cáceres
Malpartida-Plasencia3	1981	Grande	Tierras	1,04	Cáceres
Beleña	1982	Sorbe	Materiales sueltos	50,50	Guadalajara
Los Morales	1988	Morales	Gravedad	2,34	Ávila
La Aceña	1989	Ayo. de la Aceña	Gravedad	23,70	Ávila
Navamuño	1989	Angostura	Materiales sueltos	13,80	Salamanca
Cabeza del Torcón	1991	Torcón	Escollera	1,22	Toledo
Casar de Cáceres	1991	Villaluengo	Gravedad	4,93	Cáceres
Zarza la Mayor	1992	Raposera	Tierras	1,14	Cáceres
Arroyo de la Luz	1993	Ayo. Molano	Gravedad	2,20	Cáceres
Torrejuncillo	1993	Fresnedosa	Tierras	1,42	Cáceres
Navalmoral de la Mata	1994	Ayo. Valdío de Torreseco	Tierras	2,83	Cáceres
Valencia de Alcántara		Alpotrel	Tierras	2,14	Cáceres
Jaraiz de la Vera		Ayo. de las Veguillas	Escollera	1,95	Cáceres
San Marcos		Ayo. Aceituna	Escollera	2,60	Cáceres
Tres Torres		Ayo. Zorita	Gravedad	1,03	Cáceres
Trujillo		Garganta de Santa Lucía	Gravedad	1,50	Cáceres

Fuente: Elaboración propia

Las obras que se realizaron a partir de 1953, año de creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo, permanecen en su mayoría en servicio en la actualidad. Durante las décadas de los 70, 80 y 90 se construyeron los grandes embalses para el abastecimiento de los que se depende todavía en gran medida. Especialmente prolífica en obras de este tipo fue la primera mitad de la década de los setenta. En esta época se construyeron por ejemplo, para Madrid, los embalses de El Atazar (1972) y Valmayor (1975), Guajaraz (1971) para el abastecimiento a Toledo o Guadiloba (1971) en Cáceres. En la década de los 90 se consiguió que el abastecimiento llegara al 95% de la población de la cuenca. En el cuadro número 1 se presenta la totalidad de embalses en servicio dedicados a abastecimiento.

A lo largo del siglo XX se ha producido en la cuenca del Tajo un gran desarrollo en obras de abastecimiento a ciudades y pueblos ya que la población que de ella depende ha estado en continuo crecimiento. A partir de la creación de la Confederación Hidrográfica del Tajo comenzó a utilizarse el agua de una manera más racional y coordinada, consiguiendo así no sólo un mejor aprovechamiento de los recursos, sino también que el agua llegara a casi todas las poblaciones con unos estándares de calidad razonables. La Confederación cuenta con un gran número de personal facultativo, que tiene una doble función: la de vigilar y controlar que todo el sistema de abastecimiento funcione de una manera correcta y eficaz y una segunda, más importante y fundamental, que tiene por finalidad la mejora de las estructuras existentes y la previsión de su desarrollo futuro gracias a la realización de estudios y al planteamiento de modelos teóricos de simulación de situaciones. Por lo tanto, junto al cuidado del funcionamiento de todo el sistema, se dedica una intensa actividad que lleva a evitar el envejecimiento e insuficiencia del mismo. Por último, se lleva a cabo una investigación que aporta las últimas innovaciones tecnológicas.

La cuenca del Tajo abarca once provincias pertenecientes a cuatro Comunidades Autónomas: Teruel, Soria, Cuenca, Guadalajara, Madrid, Toledo, Ciudad Real, Ávila, Cáceres, Salamanca y Badajoz. Todas ellas forman un conjunto de 1.006 municipios a abastecer. Algunas de estas provincias participan con toda su extensión, como es el caso de Madrid, aportando otras un mínimo porcentaje de la suya, por ejemplo Badajoz, Soria o Ciudad Real.

Para abastecer de una manera más eficaz a la gran cantidad de municipios que conforman la cuenca, la Confederación Hidrográfica del Tajo se sirve de modelos de agrupación municipal en mancomunidad. Sería hartamente complicado, además de muy costoso, establecer sistemas de abastecimiento individuales para cada uno de los lugares. Resulta más racional asociarse, de manera que una obra de abastecimiento pueda ser aprovechada por varios municipios, utilizando simultáneamente las infraestructuras de captación y transporte desde el origen, con tramos en común, hasta que se produzcan las bifurcaciones necesarias. Por ello, los municipios de la cuenca del Tajo, se agrupan en su mayoría en sistemas integrados de abastecimiento como mancomunidades. Actualmente existen en la cuenca 35 sistemas integrados de abastecimiento. Como ya se ha dicho, gran parte de ellos fueron desarrollados por la Confederación Hidrográfica del Tajo, como la Mancomunidad del

Algodor, la de Aguas del Sorbe, la del Girasol o C.A.S.R.A.M.A, entre otros. En este tipo de sistemas integrados de abastecimiento participan el 46,82% de los municipios, sin embargo, la población abastecida a través de ellos asciende al 95%. La diferencia tan grande entre ambos porcentajes se deriva de que son los lugares con menos población los que no disfrutan de un régimen mancomunado de abastecimiento. La eficiencia conseguida es, por lo tanto, muy elevada. Madrid y Toledo son las provincias que más se valen de este tipo de sistemas, estando el 99,85% y 89,26% de sus habitantes integrados en algún tipo de sistema de abastecimiento respectivamente, como por ejemplo el Canal de Isabel II en Madrid o la Mancomunidad del Girasol en Toledo. A continuación se sitúan Guadalajara y Cáceres, donde la población que participa de sistemas integrados de abastecimiento asciende a 70,20% y 66,01% respectivamente, mientras que el porcentaje de municipios integrados es tan sólo de 22,96% y 35,18%, en cada caso. Se observa por tanto, que la eficacia conseguida a la hora de establecer sistemas integrados, ha sido especialmente elevada en el caso de las provincias en las que la cuenca tiene una mayor presencia territorial.

El caso opuesto está representado por Ávila, donde sólo se encuentran asociados un 18,87% de sus municipios, lo que supone el 21,13% de la población. Igualmente en otras provincias como Salamanca o Cuenca, cerca de la mitad de la población se encuentra fuera de cualquier sistema integrado de abastecimiento. Las zonas de estas provincias pertenecientes a la cuenca del Tajo son reducidas y, por esto, los lugares poblados en ellas se abastecen mayoritariamente con sistemas individuales. El caso de las provincias de Badajoz o Teruel es irrelevante a estos efectos pues los municipios que aportan a la cuenca son uno y tres respectivamente, por lo que estos casos no son significativos.

El hecho de que menos de la mitad de los municipios pertenecientes a la cuenca representen el 95% de la población ofrece una idea de las importantes desigualdades que existen en cuanto a reparto demográfico y entidad de los distintos ayuntamientos. Pero no sólo hay grandes concentraciones de población en determinados municipios, sino también en ciertas zonas de la cuenca. La Comunidad Autónoma de Madrid aporta el 100% de su población a la cuenca del Tajo, constituyendo ésta el 82% de la población a abastecer por dicha cuenca. A tan desigual distribución de la población a lo largo de la cuenca, que ya de por sí podría constituir una complicación a la hora de abastecer los distintos núcleos, se une el hecho de que estas áreas más pobladas son al mismo tiempo las que soportan menores valores de lluvia total, existiendo por tanto un fuerte desequilibrio entre los recursos generados y las demandas. La existencia de la Confederación Hidrográfica del Tajo viene en gran parte motivada por la necesidad de garantizar un adecuado abastecimiento a los distintos núcleos con independencia de la distribución de la población o los índices pluviométricos de las áreas de influencia del Tajo. El trabajo realizado por la Confederación Hidrográfica del Tajo a lo largo de toda su historia ha estado siempre destinado a cubrir las necesidades de la población de la cuenca garantizando unos niveles admisibles de calidad. Situaciones como los aumentos rápidos de población, las grandes sequías, la creación de nuevos asentamientos urbanos, han sido tenidos

en cuenta por esta institución, actuando en consecuencia con el objetivo de hacer llegar un abastecimiento de agua adecuado a las personas que conforman la población de la cuenca del río Tajo en su parte española.

La parte alta de la cuenca del Tajo, con una fuerte densidad de población debida a núcleos urbanos tan importantes como Madrid o los lugares de su entorno como Móstoles o Alcalá de Henares, que además soporta la demanda del trasvase Tajo-Segura, concentra el 66% de las demandas consuntivas totales, aportando, en cambio, solamente el 37% de los recursos de la cuenca. Frente a esta situación, el sistema Bajo Tajo-Extremadura, que aporta el 81% de los recursos totales de la cuenca, sólo supone el 13% de las demandas consuntivas. No puede olvidarse que los ríos procedentes del macizo de Gredos constituyen una importante aportación a la cuenca. Esta situación desigual ha sido resuelta por la Confederación Hidrográfica del Tajo mediante su participación directa en la construcción de gran cantidad de infraestructuras para el abastecimiento a municipios pertenecientes a la cuenca. Es responsable, en algunos casos, de la construcción de sistemas completos de abastecimiento a determinados municipios. Como ejemplo se puede citar el caso de Cáceres donde también interviene el Canal de Isabel II; los municipios que conforman la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, en Guadalajara; Fuenlabrada en Madrid y se podría continuar mencionando un elevado porcentaje de los núcleos de población incluidos en la cuenca del Tajo. También ha desempeñado un papel fundamental en la creación de importantes embalses de regulación en la zona alta de la cuenca. Destaca por su importancia el sistema Entrepeñas - Buendía, con una capacidad total de 2.394 hm³, también se pueden citar los embalses de Valmayor, El Atazar para el abastecimiento a Madrid (ver cuadro 1). Por lo tanto, se puede afirmar, que gran parte de las infraestructuras para el abastecimiento que hoy funcionan en la cuenca del Tajo, aunque en ocasiones sean gestionadas por otras entidades, se han construido con ayuda y medios de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Por lo que respecta al sujeto administrativo encargado de llevar a efecto las anteriores fases, no siempre resulta sencillo delimitar el ámbito competencial de las distintas Administraciones Públicas intervinientes. Según establece la vigente Ley de Bases del Régimen Local, la competencia administrativa en materia de actividades o servicios esenciales de abastecimiento corresponde a las Entidades Locales (Art. 86 Ley 7/1985 LBRL). La actuación coordinada de estas entidades muchas veces depende de la Confederación Hidrográfica del Tajo, como único medio eficaz de garantizar el adecuado aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que la cuenca objeto de gestión abarca multitud de municipios pertenecientes a provincias muy diversas, incluso a Comunidades Autónomas distintas, con un régimen normativo que en ocasiones resulta divergente, debido en parte a que los distintos regímenes autonómicos, especialmente en materia medio ambiental y urbanística, son muy variados.

Resumiendo todo lo expuesto hasta ahora, las funciones desempeñadas por la Confederación Hidrográfica del Tajo relativas al abastecimiento, son en esencia las siguientes: elaboración, seguimiento y revisión del plan hidrológico de cuenca; proyectar, construir y explotar las obras realizadas con cargo a sus fondos propios; rea-

lización de aforos, estudios de hidrología y control de calidad de las aguas; realización de planes, programas y acciones que tengan por objeto una adecuada gestión de las demandas; y asesoramiento a la Administración General del Estado, Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y demás entidades públicas o privadas, así como a los particulares (Arts. 23 y ss. RDLEg 1/2001 TRLA). Además, y con carácter específico a fin de poder garantizar el uso prioritario del abastecimiento a poblaciones, la Confederación Hidrográfica del Tajo dispone de la facultad de imponer servidumbres forzosas como las de acueducto, saca de agua y abrevadero, estribo de presa y parada o partididor, incluso las de paso (Art. 48. RDLEg 1/2001 TRLA). Estos conceptos vienen siendo utilizados desde antiguo y, aunque en ocasiones pudieran parecer en desuso, son aplicados con relativa frecuencia dando respuesta a los conflictos habituales entre particulares y gestores, garantizando el servicio público de abastecimiento.

4. ALGUNOS EJEMPLOS DE ABASTECIMIENTO

La cuenca hidrográfica del Tajo es muy extensa y la de mayor población servida de entre todas las cuencas españolas. A lo largo de su recorrido se encuentran núcleos urbanos de muy distinta índole. La Villa de Madrid, por ejemplo, con cerca de 4.000.000 de habitantes, se abastece a partir de ella, al igual que otras capitales de provincia, como Cáceres o Toledo, con una población mucho menor, que rondan los 83.000 y 68.000 habitantes respectivamente. Los procesos empleados para abastecer cada uno de los núcleos urbanos que conforman la cuenca serán diferentes en función, entre otras cosas, de su población total.

Madrid, por ser el núcleo más importante de la Península en términos demográficos, es un caso interesante de estudio. En la actualidad dispone de un complejo sistema de abastecimiento gestionado por el Canal de Isabel II, que lleva hasta la ciudad aguas de muy alta calidad, pero fue en la época musulmana cuando apareció en la ciudad la primera red de galerías cuya función era llevar las aguas superficiales hasta el castillo que dio origen a la misma. El entramado de galerías se fue ampliando y mejorando a medida que aumentaba la población y el agua era distribuida a los distintos puntos de la villa a través de fuentes. En 1599 se construyeron los viajes de Alcubilla, a los que siguieron el del Alto Abroñigal, en el año 1614; el del Bajo Abroñigal, en el año 1619 o el de Chamartín, construido en el año 1621, entre otros (CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO, 2002: 87). Una parte de los viajes de agua mencionados han seguido abasteciendo varias fuentes de Madrid hasta el siglo pasado, como por ejemplo la conocida Fuente de El Berro, cuya agua fue la preferida por la Casa Real. Con el paso de los años esta red de viajes de agua se fue deteriorando y el sistema de abastecimiento a la ciudad se presentaba deficiente para cubrir las necesidades de la cada día más numerosa población de Madrid. Esta situación persistió hasta el reinado de Isabel II, en el que el sistema de abastecimiento de agua a Madrid cambió definitivamente de rumbo. Se recurrió para ello a los caudales transportados por ríos próximos, entre los que se eligió, con

muy buen criterio, el Lozoya (ARENILLAS PARRA, 2000: 189). Se realizaron a partir de entonces numerosas obras de abastecimiento, muchas aún en servicio, siendo la primera de ellas la presa de El Pontón de la Oliva, inaugurada en 1856. Esta construcción, sin embargo, no fue de gran operatividad, pues se edificó sobre un terreno calizo con muchas filtraciones y hubo que recurrir a nuevos embalses, el más importante de este periodo fue el de El Villar, construido en 1882 también sobre el Lozoya, aún hoy en servicio, que sirvió de origen a varios canales para el abastecimiento a la capital. Las siguientes infraestructuras en inaugurarse fueron las presas de Santillana, sobre el río Manzanares en 1912, las de Puentes Viejas, en 1940, y Riosequillo, en 1956, sobre el Lozoya o El Vado, sobre el río Jarama, en el año 1954. Todas ellas estaban conectadas entre sí y conformaban un elaborado sistema de abastecimiento. «Con nuevas presas en el Lozoya, Pinilla (1967) y El Atazar (1972), la de El Vellón (1967) en el Guadalix, otras en la cuenca del Guadarrama y algunas más lejanas, como las del Alberche, se ha completado, por el momento, el sistema de abastecimiento de agua a Madrid» (ARENILLAS PARRA, 2000: 190). Algunas de estas presas, como San Juan o Las Picadas, aunque originariamente fueron construidas para producción eléctrica, han sido recientemente adecuadas para poder abastecer de agua a los municipios en los períodos prolongados de sequía.

El caso de Alcalá de Henares por su pertenencia a una mancomunidad que engloba municipios pertenecientes a distintas comunidades autónomas y por contar con una población muy superior a la de algunas capitales de provincia, hace que resulte especialmente digna de mención. Esta ciudad es una de las más pobladas de la Comunidad de Madrid con una población de 176.000 habitantes. Pertenece a la Mancomunidad de Aguas del Sorbe (MAS) que integra a su vez a los municipios de Alovera, Azuqueca de Henares, Fontanar, Guadalajara, Mohernando y Yunquera de Henares. En la actualidad la MAS abastece también a otra serie de municipios no integrantes de la misma, como son Cabanillas del Campo, Fuencemillán, Humanes, Marchamalo, Quer, Tórtola de Henares, Villanueva de la Torre, y los municipios de la Mancomunidad de la Muela, todos ellos pertenecientes a la provincia de Guadalajara. La población abastecida por la MAS, que ahora ronda los 270.000 habitantes, está experimentando desde hace unos años un importante incremento demográfico debido a la cercanía a la ciudad de Madrid de las poblaciones que la componen. Por ello se ha hecho necesaria la mejora de las infraestructuras de abastecimiento de la zona, que corrían peligro de resultar insuficientes. Hasta los primeros meses del año 2002 la fuente principal de abastecimiento de la MAS era el embalse de Beleña, cuya capacidad se aproxima a 50,50 hm³. El consumo mensual de agua de Alcalá de Henares se sitúa en torno a 2,3 hm³ y en el resto de localidades que integran la MAS oscila entre 3 y 5 hm³. Como puede apreciarse, la relación entre el volumen de agua embalsada y el volumen de consumo medio era bastante ajustada. Este factor hizo que se plantearan alternativas para adaptar el sistema de abastecimiento a las nuevas demandas. Una de las posibles alternativas barajadas era la de desarrollar un proyecto destinado a enlazar el Canal del Henares con la potabilizadora de Mohernando mediante un acuerdo con la Confederación Hidrográfica del

Tajo. Finalmente en junio de 2002 esta obra entró en funcionamiento, mejorándose notablemente la situación.

El abastecimiento de aguas en la ciudad de Cáceres, también es gestionado desde el año 1995 por el Canal de Isabel II, a pesar de lo cual existen múltiples diferencias con otras ciudades en cuanto al sistema de gestión, debidas principalmente a una orografía más compleja, una mayor escasez de recursos hídricos y un nivel demográfico sensiblemente inferior. Cáceres tiene una población de 83.000 habitantes aproximadamente. En el año 1971 finalizaron las obras de construcción de la presa de Guadiloba destinadas a garantizar el abastecimiento de agua a la ciudad, cuya capacidad devino insuficiente a principios de la década de los noventa, por el incremento de población experimentado. En el año 1992 tuvo lugar una fuerte sequía que afectó a la mitad Sur peninsular, lo que motivó la construcción en el año 1993 de un sistema de captación alternativa consistente en un sistema de bombeo de agua desde el cauce del río Almonte hasta el embalse de Guadiloba, poniendo fin al problema de desabastecimiento de la ciudad. El trasvase funcionó con éxito hasta el año 1997 en que una fuerte avenida acabó con la red de bombeo, por lo que tuvo que ser reconstruida en el año 1998 por el Canal de Isabel II. Junto con estos sistemas de abastecimiento, la ciudad cuenta con pozos como el de San Jorge que, desde su ubicación en el Calerizo de Cáceres suministra agua a una buena parte de la ciudad, lo que constituye un desahogo para las reservas hidrológicas del embalse de Guadiloba.

El abastecimiento en Cáceres es un caso complejo por su diversidad de captaciones combinando los recursos superficiales con los subterráneos. También incide en la complejidad la gran diferencia altimétrica existente entre las fuentes de agua respecto de las áreas de consumo ya que en ocasiones se hace necesario elevar agua hasta una altura superior a 500 metros para poder abastecer a los edificios situados en las cotas más altas de la ciudad. Destaca también la proliferación de depósitos reguladores, ya que la ciudad cuenta con cerca de una docena, entre los que cabe mencionar el de Montaña, Sierrilla I y Sierrilla II. Por lo que respecta a la red de distribución actual tiene sus orígenes a comienzos del siglo XX, viéndose ampliada y modificada conforme a las necesidades crecientes de la población. A día de hoy cuenta con cerca de 200 km. de tuberías con un diámetro que puede oscilar entre 50 y 350 mm. Según datos registrados en 1999, el volumen mensual de captaciones era de 8.705.452 m³, con origen de Guadiloba, 5.580.000 m³ procedentes del río Almonte y 1.789.612 m³ derivados de pozos. El paso del tiempo se ha hecho notar en las instalaciones por lo que el Canal de Isabel II ha llevado a efecto numerosas mejoras entre las que destacan la restauración integral de los órganos de cierre de la presa, trabajos en construcción de grandes arterias de conducción de agua, limpieza, ajardinamiento y alumbrado de depósitos superficiales, y la instalación de dispositivos de Telecontrol y Telemando, lo que supone un avance y modernización sustancial del complejo conjunto de abastecimiento y saneamiento de la ciudad, ya que facilita conocer el estado de la totalidad del sistema permitiendo el progreso en aspectos como información, seguridad, funcionalidad y agilidad y rapidez de respuesta.

5. LOS SANEAMIENTOS. ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES

La complejidad del saneamiento y la pluralidad de actuaciones que implica, tiene como consecuencia la coexistencia de distintas definiciones todas igualmente válidas, sin que quepa decir que ninguna de ellas resulta más acertada, pero tampoco ninguna se ajusta con total exactitud a la realidad que abarca. Resulta significativo el hecho de que pocos diccionarios recogen el concepto de saneamiento en lo que a aguas se refiere, lo que hace suponer que la definición que a estos efectos interesa puede ser excesivamente técnica. Desde la Ley de Bases de Sanidad Nacional de 1944 se define el saneamiento como «todo sistema de evacuación y tratamiento de los residuos urbanos e industriales por el que se logre su eliminación con absoluta garantía de orden higiénico» (Art. 27 Ley 25 de noviembre de 1944, de Sanidad Nacional). Como puede apreciarse, esta definición no implica de por sí que el tratamiento y evacuación al que hace referencia sea el de las aguas residuales, por lo que resulta incompleta y se hace necesario acudir al resto de la norma para constatar que la descripción hace alusión a la sanidad de las aguas. La definición de saneamiento de Alvarez Carreño, como «conjunto de operaciones necesarias para el tratamiento de las aguas residuales en una instalación o planta depuradora que permiten, cumplidas determinadas condiciones, su posterior vertido a un cauce público» (ALVAREZ CARREÑO, 2002: 67), también puede resultar inexacta y demasiado restrictiva, dado que no hace referencia directa a la recogida y transporte de las aguas hasta las estaciones depuradoras, siendo esta evacuación la actividad que dio origen a lo que en la actualidad se conoce como saneamiento, y resultando imprescindible para la realización de cualquier tipo de tratamiento. Es cierto que buena parte de la doctrina especialista ha optado por una definición más restrictiva del concepto de saneamiento, inclinándose por considerar como tal al tratamiento técnico de las aguas con objeto de eliminar hasta el máximo posible su contenido contaminante, excluyendo de la idea de saneamiento el resto de actividades de transporte, vertido de aguas residuales a los cauces una vez depuradas, reutilización de los caudales resultantes o aplicación de los lodos y fangos derivados de la depuración. Sin embargo, es tal la interdependencia entre el alcantarillado y el resto de actividades y el saneamiento en sentido estricto que no cabe mencionar uno sin referirse a los demás. Por ello, existen autores que tienden a una definición extensiva y descriptiva al máximo, a fin de no dejar cabos sueltos. Martín Mateo defiende esta postura al establecer que «el saneamiento abarca un conjunto complejo de operaciones consistentes en la captación de las aguas residuales, su traslado, vía alcantarillado, a las estaciones de tratamiento, pasando, quizá, antes, por una red de colectores, el vertido y posible reutilización de las aguas depuradas y finalmente, en su caso, la disposición sanitariamente aceptable de los lodos» (MARTÍN MATEO, 1992: 67). Otros autores como Fanlo Loras han optado por un concepto mucho más genérico e indefinido equiparando el saneamiento a un macroconcepto encaminado a conseguir mediante la realización de actuaciones diversas la mejora del nivel cualitativo del dominio público hidráulico (FANLO LORAS, 1995: 129).

No es fácil encontrar una definición ideal para describir el concepto de saneamiento, por lo que resulta inevitable ahondar en sus objetivos y fases, a fin de alcanzar una visión global del término. En resumen, el saneamiento tiene por objeto la eliminación del contenido contaminante de las aguas antes de proceder a su vertido a los cauces, a fin de lograr un aumento significativo del nivel de calidad de las aguas. El fin último del saneamiento es la protección cualitativa del dominio público hidráulico, constituyendo una medida sanitaria para preservar la salud pública; además, desde el punto de vista sanitario y ecológico, puede verse como un elemento imprescindible para asegurar la protección de la ictiofauna y la biodiversidad.

La clasificación establecida por Fanlo es la de mayor aceptación y se emplea comúnmente para distinguir entre saneamiento en alta y saneamiento en baja (FANLO LORAS, 1995: 129-130). El saneamiento en baja consiste en la recogida y disposición de las aguas residuales y pluviales de distinta procedencia a través de una red de alcantarillas y colectores hasta las instalaciones de tratamiento. Hasta hace poco tiempo, la tendencia era considerar el alcantarillado en sentido amplio, englobando tanto la red de alcantarillas como las de colectores. En la actualidad, la especialización derivada de la evolución tecnológica y normativa, y la prestación de servicios por distintos tipos de gestores, ha hecho que vaya acusándose una diferencia tendente a excluir los colectores de un concepto amplio de alcantarillado, diferenciando ambos tipos de canalizaciones como distintas etapas del proceso de saneamiento. Hay que distinguir pues entre el alcantarillado y el sistema de colectores. El primero es el conjunto de canalizaciones que recogen las aguas sucias desde su origen y las conducen, reuniéndolas en conductos subterráneos, en los que confluyen todas las aguas residuales que discurren por los distintos ramales de la red de alcantarillas. El sistema de colectores es el conjunto de conducciones que llevan las aguas residuales, unificadas por la red de alcantarillas, hasta la estación de tratamiento. En cuanto al saneamiento en sentido estricto o saneamiento en alta, consiste en esencia en la actividad de depuración, entendiéndose como tal el sometimiento de las aguas residuales a procesos de tratamiento mecánico y lixiviación, procurando en la medida de lo posible eliminar la carga contaminante de las mismas con anterioridad a su vertido en el dominio público hidráulico, todo lo cual implica la existencia y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento y recuperación de las aguas. A fin de evitar efectos molestos o perjudiciales para la salud o el medio ambiente, las EDARs deben mantenerse alejadas de la población, procurando también evitar posibles impactos paisajísticos, así como cualquier tipo de filtraciones de las aguas objeto de tratamiento.

Es importante diferenciar las redes de alcantarillado y colectores, de las de abastecimiento, ya que ni siquiera desde el punto de vista histórico tienen un origen y evolución común. Así como las redes de abastecimiento tuvieron un desarrollo homogéneo en la mayoría de los núcleos urbanos, remontándose en general a la Antigüedad, la evolución de las infraestructuras de saneamiento fue muy heterogénea pudiendo encontrar grandes diferencias entre las ciudades europeas o las de la España cristiana y las de Al - Andalus. En general, los testimonios sobre el sanea-

miento en los núcleos urbanos no aparecen hasta avanzada la Edad Moderna, con algunas excepciones muy especiales como la famosa «Cloaca Máxima» de la ciudad de Roma, y algunas otras puntuales y destacadas, como la ciudad de Calaceite, hoy abandonada, en Teruel (CERRADA, DE MIGUEL Y SEGURA, 1999: 60). Entre las ciudades islámicas de la Península destaca la ciudad de Sevilla por ser especialmente innovadora frente a otras, puesto que ya en el siglo XII contaba con una importante red de alcantarillado, un sistema de pozos negros y un estricto régimen de limpieza, según se relata en el Tratado de Ibn 'Abdun (GARCIA GOMEZ-LEVI PROVENÇAL, 1981: 121). A diferencia de Sevilla, donde la primera infraestructura de saneamiento es de origen islámico, en la ciudad de Toledo se optó por reutilizar un antiguo sistema de alcantarillado de origen romano para evacuar las aguas sucias de la ciudad. Cada casa tendría un ramal que saldría a otro mayor que recogería los de la calle confluyendo en las conducciones generales. La conciencia de sus habitantes sobre la necesidad de sacar las aguas residuales de la ciudad motivó que este sistema fuera mejorado y empleado hasta la época de los Reyes Católicos. El mecanismo utilizado con mayor frecuencia era el de los pozos ciegos. El principal inconveniente de este procedimiento es la contaminación de las aguas próximas, a causa de filtraciones. A medida que se tomó conciencia del riesgo que representaban estos pozos, su utilización cesó, a pesar de lo cual en algunos lugares todavía son utilizados (CERRADA, DE MIGUEL Y SEGURA, 1999: 52 y 58).

El caso de la Villa de Madrid difiere bastante de otras capitales europeas como París y Amsterdam, ya que Madrid fue una de las grandes urbes más tardías en dotarse de una red de evacuación (LORENZO, 2000: 103). Todavía hoy se recuerda la célebre frase de «agua va», como advertencia de los rudimentarios «mecanismos» de evacuación de las aguas residuales, y que se escuchaba hasta hace relativamente poco en las principales calles de la capital madrileña. Desde su fundación la Villa contaba con numerosas redes de suministro de agua limpia, donde según diversos autores debe encontrarse el origen de su actual denominación (RETUERCE VELASCO, 2000:41-43). La ciudad también se hizo famosa por los grandes problemas de saneamiento que presentaba en la Edad Moderna, como queda reflejado en numerosas obras literarias de autores destacados del Siglo de Oro. La costumbre de verter las inmundicias y otros desperdicios por los vanos de las viviendas todavía era práctica habitual en 1798, fecha en que fue prohibido por el corregidor de la Villa. Sin embargo, ésta no era la primera prohibición establecida de forma expresa contra este tipo de prácticas, ya que la primera referencia documental conocida es una disposición del Concejo de 1487. Existe constancia que desde entonces se aprobaron numerosos bandos a fin de evitar que la inmundicia aflorara a las calles de Madrid (LORENZO, 2000: 97- 98). Es cierto que existen algunas referencias a alcantarillas en Madrid que datan de la Edad Media, por ejemplo en la Calle de Aguas (CAPMANY Y MONTPALAU, 1863: 11), referencias que por su escasez deben considerarse poco menos que anecdóticas. Por otro lado se ha constatado la existencia de una gran confusión terminológica existente con las redes de abastecimiento, ya que se ha utilizado el término alcantarilla indistintamente para aguas limpias y sucias, cuando el término medieval empleado para referirse a

conducciones de agua limpia y colectores de aguas residuales eran albañales y muldardes respectivamente. En ocasiones el término albañal se empleaba indistintamente para denominar los depósitos de inmundicias o los desagües, al igual que la palabra muldard también era utilizada para designar el lugar donde se arrojaba el estiércol o la basura de las casas, lo que posiblemente dificulta la tarea de distinguir a cuál de ellos hacen referencia los pocos documentos existentes. Tampoco existen testimonios documentales anteriores al siglo XVII que se refieran a alcantarillas como tales, y las pocas referencias encontradas a partir de este período son de carácter aislado. En realidad hasta la llegada de Carlos III y Sabatini no se acomete sistemáticamente un plan de construcción de alcantarillas (LORENZO, 2000: 103). Por ello cabe pensar que quizás las alcantarillas a las que se refieren los textos medievales y de comienzos de la Edad Moderna se corresponden con viajes de agua limpia, y no con redes de saneamiento en sentido estricto. Durante el siglo XIX las referencias a acuerdos para la realización de alcantarillas y pozos se suceden de manera constante, así como propuestas para la recogida de basuras, orientadas a que comenzara a producirse de manera efectiva un cambio sustancial en las costumbres de los madrileños y en la conciencia ciudadana sobre la necesidad de poner fin a los problemas de saneamiento de la ciudad. Estos acuerdos, proyectos y propuestas son los que sentaron las bases para que en el siglo XX tuviera lugar el gran desarrollo de la ciudad de Madrid en materia de saneamiento (LORENZO, 2000: 110)

6. ACTUACIONES EN MATERIA DE DEPURACIÓN Y SANEAMIENTO

En primer lugar hay que definir la unidad de medida empleada para cuantificar la carga contaminante biodegradable de los núcleos de población. Esta unidad de medida se denomina habitante – equivalente y según establece la Directiva 91/271CE corresponde a la carga contaminante de 60gr/día de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Varios son los factores que condicionan la calidad del agua en la cuenca del Tajo en función de esta carga contaminante. Quizás el más significativo sea la presencia de Madrid, considerada la concentración urbana más importante de la Península. Este hecho supone que se genere un gran volumen de vertido urbano por una población que se haya además en continuo crecimiento. Sin embargo no es este el único vertido importante de Madrid hacia el Tajo. También la industria asentada en torno a la ciudad influye en la calidad de las aguas con la carga industrial vertida a las redes de saneamiento. Para paliar las consecuencias negativas que estas circunstancias pueden causar a la cuenca, las infraestructuras para la depuración y el saneamiento en torno a Madrid se hallan en constante ampliación y se les presta una especial atención. Similar es la situación en torno a otros núcleos urbanos importantes de la cuenca. Como núcleos urbanos cuyos vertidos superan los 20.000 habitantes – equivalentes destacan dentro de las grandes ciudades de la periferia madrileña Coslada, Getafe, Móstoles, o Torrejón de Ardoz que cuentan con una población superior a los 100.000 habitantes y una gran actividad industrial. Entre las capitales de provincia se encuentran Madrid, Cáceres y Toledo.

Otro factor condicionante de la calidad del agua de la cuenca del Tajo es el régimen hidrológico de la misma. Existe una gran irregularidad tanto anual como interanual en cuanto a las aportaciones en régimen natural a la cuenca. Destacan los estiajes muy marcados, donde los caudales de los ríos se ven mermados, presentándose notablemente más sensibles a la influencia de vertidos. En otras circunstancias los vertidos podrían ser asimilados con facilidad, así como al nivel de funcionamiento de los sistemas de saneamiento y depuración.

La Confederación Hidrográfica del Tajo ha centrado siempre gran parte de su actividad en el control de la calidad del agua del Tajo. Se ha encargado de establecer los objetivos de calidad a los que se debe llegar en los distintos tramos de los ríos de la cuenca que, en el caso del agua destinada a la producción de agua potable, se define a través del grado de tratamiento que debe recibir para su potabilización de acuerdo con el Anexo nº 1 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, aprobado por Real Decreto 927/1998 de 29 de julio (CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO, 2002: 116). La cuenca del Tajo cuenta con un alto nivel de desarrollo en cuanto a infraestructuras de depuración. Su capacidad para tratar el agua se sitúa, actualmente, entorno a los 11,3 millones de habitantes - equivalentes a través de 291 depuradoras. Actualmente la Confederación Hidrográfica del Tajo participa en la construcción de tres grandes depuradoras en la Comunidad de Madrid: La Gavia, Culebro - Fuenlabrada y Culebro - Getafe. Estas depuradoras elevarán en 4,6 millones de habitantes - equivalentes la capacidad depuradora de la cuenca, llegando hasta los 15,9 millones de habitantes - equivalentes, que se ajusta casi a la suma de la carga total de contaminación urbana más industrial. A pesar de que se puede considerar como una situación muy satisfactoria en lo que se refiere al tratamiento del agua en la cuenca, quedan todavía lugares singulares como urbanizaciones, pequeños núcleos urbanos, polígonos industriales, etc. en los que los sistemas de depuración son deficientes o incluso inexistentes. En la actualidad hay más de 200 nuevas actuaciones en fase de estudio, que vienen a solucionar estas deficiencias con nuevas infraestructuras o ampliación de las ya existentes, como por ejemplo las EDARs proyectadas en Fresnedillas, Pinar de las Rozas y Serranillos del Valle. Varios proyectos disponen ya de un compromiso de ejecución por parte del Ministerio de Medio Ambiente. La mayor capacidad de depuración urbana e industrial se halla en la Comunidad de Madrid. El caso opuesto lo representa Ávila. La carga contaminante en esta provincia se sitúa entre los 50.000 y 100.000 habitantes - equivalentes. Sin embargo gran parte de su superficie no dispone de infraestructuras de depuración de ningún tipo.

La calidad del agua es un aspecto al que la Administración Pública ha dado mucha importancia. Este hecho lo constatan la gran cantidad de Planes desarrollados en materia de saneamiento y depuración. Es muy prolífica en este tipo de Planes la Comunidad de Madrid, promotora del PIAM, Plan Integral de Madrid y del más reciente Plan 100%, con el que se pretende dotar de una infraestructura de depuración adecuada a todos los municipios de la Comunidad Autónoma. El Ayuntamiento de Madrid ha elaborado el PSIM, Plan de Saneamiento Integral de Madrid, que promovió en la década de los setenta la construcción de las depuradoras con

mayor capacidad de tratamiento de la cuenca. Este Plan ha sido ampliado recientemente con el PSIM II.

Pero sin duda, es el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración el de mayor influencia para el desarrollo de la cuenca del Tajo en lo relativo a sus infraestructuras de depuración y saneamiento. Dicho Plan lo realiza la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas en coordinación con las Comunidades Autónomas y tiene como objetivo ampliar significativamente el número de depuradoras en las cuencas conforme a la Directiva de Depuración 91/271. A diferencia de la gran mayoría de planes administrativos actuales en los que puede llegar a predominar un cierto carácter normativo sobre el carácter técnico, el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de 1995, viene a reflejar exclusivamente la política comunitaria de saneamiento al margen de toda imperatividad jurídica. El Plan aprobado, hace casi una década, se refiere a los principales problemas en materia de saneamiento, pudiendo destacar como más reseñables que las redes de saneamiento urbanas adolecían de capacidad insuficiente o deficiencias en el mantenimiento de las mismas. También denunciaba la insuficiencia de medios humanos y la obsolescencia de las instalaciones así como la falta de adecuación de las tarifas y cánones y la escasa preocupación por el tratamiento y eliminación de los lodos residuales. Pero hay que señalar que ha sido sorprendente la evolución que se ha producido en torno a este tema, no solo por la concienciación de la ciudadanía a nivel social y empresarial, sino también por el impulso que las distintas Administraciones Públicas han querido dar al saneamiento, gracias al Plan Nacional, a los distintos planes autonómicos y a la actuación de los organismos de cuenca.

El tratamiento de aguas residuales consistente en la evacuación y saneamiento de las aguas, trasciende de un deber jurídico para las entidades de derecho público y privado. Este proceso implica la adecuada utilización de los recursos técnicos a emplear en las siguientes intervenciones: edificación de las instalaciones de depuración y redes de saneamiento adecuadas, restricción de vertidos y empleo de procedimientos técnicos destinados a poner fin a la contaminación de las aguas por los riesgos que entraña para la salud de la población y el medio ambiente. Debe tenerse presente que las actividades y el mantenimiento de las EDARs pueden llevar aparejados riesgos para el entorno, traducidos en impacto visual y acústico y vertidos o fugas incontroladas, lo que puede dar lugar a un resultado contraproducente, ya que si no se consideran estos riesgos, la actividad de saneamiento puede ir en detrimento de la calidad de vida de las personas y del medio ambiente.

7. SISTEMAS DE DEPURACIÓN

Existen varios tipos de tratamientos de depuración. En las depuradoras de la cuenca del Tajo se dan los secundarios y los terciarios y en menor medida los primarios. Los tratamientos de depuración primarios o fisicoquímicos, consisten en la adición de reactivos químicos al agua, para favorecer la decantación de los sólidos en suspensión. También se cubre la retirada de espumas superficiales y de los sólidos

dos flotantes mediante el uso de rejillas como parte del tratamiento. Debe eliminarse como mínimo el 60% de la materia suspendida en el agua residual. La depuración mediante tratamientos secundarios recibe también el nombre de depuración biológica. Implica siempre la aplicación previa del tratamiento primario indicado anteriormente. Su finalidad es eliminar la materia orgánica e inorgánica, en suspensión, disuelta y coloidal, a través del uso de microorganismos. Estos transforman la materia que se halla contaminando el agua en sólidos sedimentables más fáciles de separar. Se obtienen rendimientos elevados entre 80 y 90%. El método más utilizado es el de los lodos activos. En las plantas de depuración para poblaciones medianas y grandes, no suele pasarse de los tratamientos secundarios. Solamente cuando se quiere reutilizar el agua se lleva a cabo un tratamiento terciario, que consiste en la desinfección de la misma e incluye uno o varios de los siguientes procesos: oxidación de la materia orgánica refractaria, en el caso de que los requerimientos de calidad del agua sean bajos; ósmosis inversa, para la eliminación de sales; y nitrificación - desnitrificación, para la eliminación de nutrientes. El 75% de las estaciones depuradoras de aguas residuales o EDARs en funcionamiento a lo largo de la cuenca del Tajo efectúan tratamientos de depuración secundarios, que sirven prácticamente al 90% de la población tratada. Otro 20% de las instalaciones realizan tratamientos terciarios del agua residual y solamente el 5% de las depuradoras de la cuenca se dedican exclusivamente a tratamiento primario. Estas últimas sirven en su mayoría a pequeños núcleos urbanos de modo que no representan un volumen importante de población.

Como resultado de la depuración, las EDARs producen lodos o fangos que, si bien en ocasiones son altamente beneficiosos para la agricultura, en otras pueden llegar a resultar altamente contaminantes por su rico contenido en lixiviados tóxicos. Por este motivo, la Confederación Hidrográfica del Tajo, entre sus funciones de vigilancia y policía, controla desde la producción de los lodos, hasta su transporte, almacenamiento y aplicación o eliminación, exigiendo las autorizaciones preceptivas ya que un tratamiento inadecuado de los mismos puede llegar a contaminar el dominio público hidráulico. Como se ha indicado con anterioridad, la Confederación Hidrográfica del Tajo, en relación a la materia de saneamiento, desempeña multitud de funciones, atribuidas entre otras por la vigente Ley de Aguas. A las ya indicadas se pueden añadir a modo de ejemplo las siguientes: la administración y control del dominio público hidráulico y los aprovechamientos de interés general o que afecten a más de una Comunidad Autónoma; el otorgamiento de autorizaciones y concesiones referentes al dominio público hidráulico, así como la inspección y vigilancia del cumplimiento de sus condiciones; la ordenación de los vertidos de aguas residuales a través de la elaboración de planes hidrológicos; y, por último, la explotación directa o indirecta de las estaciones depuradoras en determinados supuestos de interés general (Art. 107 RDLeg. 1/2001 TRLA).

Las fases del Ciclo Integral del Agua no han sido establecidas al azar, sino que tienen como fin garantizar la protección del dominio público hidráulico, junto con la calidad de las aguas para el consumo humano, por lo que constituyen un auténtico servicio de interés público. Como consecuencia de este interés digno de especial

protección, los municipios tienen la obligación de proporcionar un sistema de abastecimiento de aguas para consumo humano que cumpla un mínimo de condiciones sanitarias. La Ley de Bases de Sanidad Nacional establece una tipología de aguas que supedita el concepto de agua de bebida a la concurrencia de una serie de requisitos técnicos, distinguiendo entre agua potable, agua sanitariamente tolerable y agua impotable. Esta normativa no se adecua a las necesidades actuales, ya que desde su promulgación en 1944 se han producido grandes cambios. Prueba de ello es la Directiva 98/83 CE de 3 de noviembre de 1998 que ha exigido su regulación jurídica mediante la elaboración de un nuevo texto que recoja las novedades tecnológicas.

Dentro del nuevo marco regulador, ha sido recientemente aprobado el Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero que detalla con mayor precisión los aspectos relativos a las aguas de bebida, estableciendo las medidas sanitarias y de control necesarias para la protección de la salud de los consumidores y una serie de criterios a aplicar a todas las aguas que al margen de su origen y tratamiento de potabilización que reciban, se utilicen en la industria alimentaria o se suministren a través de las redes de distribución públicas o privadas, depósitos o cisternas. La norma establece en su artículo 2 la siguiente relación de aguas que tienen cabida dentro del concepto de agua de consumo humano: aguas utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, con independencia de su origen, de si han sido o no tratadas o si la titularidad de las redes empleadas para su distribución es pública o privada; aguas que se utilicen en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos destinados al consumo humano, o las utilizadas en la limpieza de objetos que puedan estar en contacto con alimentos; y aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública. Este Real Decreto establece además los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y los medios destinados a su aducción y distribución, redefiniendo conceptos ya conocidos como fuente, gestor, abastecimiento, estación de tratamiento. Establece, igualmente, los criterios de salubridad, limpieza y muestreo. Incluye una gran novedad respecto a otros cuerpos legales anteriores, que es la información puntual y actualizada al consumidor sobre la calidad de las aguas, así como el régimen de notificación de los incumplimientos que puedan producirse.

Sin perjuicio de lo anterior, no debe olvidarse que la vigente Ley de Aguas establece unos objetivos a tener en cuenta para lograr esta protección del dominio público hidráulico y calidad de las aguas. Los más importantes son: en primer lugar la prevención del posible deterioro ecológico y la contaminación de las aguas, a estos efectos se entiende por contaminación la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, así como inducir condiciones en el agua que de algún modo impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica; el segundo objetivo es el establecimiento de programas de control de calidad en cada cuenca hidrográfica, entendiendo como tal el territorio en que las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único; asimismo impedir la acumulación de

compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo, capaces de contaminar las aguas subterráneas; otro objetivo debe ser evitar cualquier acumulación que pueda ser causa de degradación del dominio público hidráulico, incluidas las alteraciones perjudiciales del entorno afecto a dicho dominio; y, por último, recuperar los sistemas acuáticos asociados al dominio público hidráulico.

Debe tenerse en cuenta que la calidad de las aguas puede variar en función de su calidad natural, la depuración realizada una vez que ha sido utilizada y también la autodepuración que se produce en el cauce natural donde se evacue, ya sea río, embalses o terreno. El control de la calidad de las aguas abarca no sólo el autocontrol del agua de consumo humano por los gestores del abastecimiento, sino también su vigilancia sanitaria y el control del agua en el grifo del consumidor. Este factor determina que para lograr los objetivos indicados, se requiera el desarrollo de la gestión de este servicio público conforme a los siguientes principios rectores: unidad de gestión, tratamiento integral, economía del agua, desconcentración, descentralización, coordinación, eficacia y participación de los usuarios; respeto a la unidad de cuenca hidrográfica, de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico; y, por fin, compatibilidad de la gestión pública del agua con la ordenación del territorio, la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza (Art. 14 RDLeg. 1/2001 TRLA).

Corresponde a las empresas proveedoras o distribuidoras de aguas potables la ejecución material de buena parte de los análisis y controles de las aguas, así como la adopción de las medidas oportunas para que los resultados de los mismos sean conocidos por los consumidores. La Confederación Hidrográfica del Tajo juega un papel fundamental para el cumplimiento de los principios rectores, gracias a las funciones de coordinación entre usuarios y gestores de las aguas, así como vigilancia e información que de hecho desempeña. Parte de la labor llevada a cabo por este organismo se desarrolla mediante un Sistema Automático de Información de Calidad del Agua (SAICA). La red SAICA se encuentra configurada con arreglo a los anteriores principios, por lo que goza de un criterio unificado, integrado y coordinado. El objetivo de esta red tiene una doble vertiente; de un lado el control continuo y sistemático de los niveles de calidad, en función de los tramos de la cuenca y de los usos a que vaya a destinarse el agua; y, de otro lado, el control y vigilancia de los vertidos más significativos, tanto industriales como urbanos. Es un sistema que está diseñado a través de una configuración abierta y flexible, de forma que pueda adaptarse a la incorporación de modificaciones o ampliaciones de redes de control, novedades legislativas o cambio de criterios. Los principales medios de que dispone el Sistema Automático de Información de Calidad del Agua son las Estaciones Automáticas de Alerta y los Centros de Proceso Principal y de Cuenca. La Confederación Hidrográfica del Tajo puso en funcionamiento esta red de información de la calidad ya en 1999 y dispone ahora de un gran número de Estaciones de Alerta fundamentalmente en la cabecera de la cuenca. Madrid y Toledo son las provincias donde existe un mayor desarrollo de la red.

En las Estaciones se realiza una medición continua de parámetros básicos junto con una toma de muestras automática. También se lleva a cabo un control de tramos

críticos, especialmente aguas abajo de vertidos industriales, desarrollando un servicio de gestión de policía de aguas. Por su parte, los centros de proceso realizan un barrido automático de información de las estaciones cada quince minutos, recabando en laboratorios información periódica de datos básicos y de calidad, para lo cual se encuentran dotados de una serie de herramientas informáticas especializadas. La comunicación de información entre los centros y estaciones automáticas se efectúa a través de una sistema de redes satelitales de transmisión mediante un satélite Hispasat que facilita el flujo de datos entre unos y otros. Todos estos medios garantizan, en definitiva, la puesta a disposición del consumidor, por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo, de un agua caracterizada por niveles de calidad óptimos, y una adecuada protección de la salud pública, el medio ambiente y el dominio público hidráulico.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ CARREÑO, Santiago M. (2002): *El régimen jurídico de la depuración de aguas residuales urbanas*, Madrid.
- ARENILLAS PARRA, Miguel (2000): *Madrid y El Agua*, «Historia del abastecimiento y usos del agua en la Villa de Madrid», Macías José María-Segura, Cristina (coord.), Madrid, 185-190.
- Asamblea de Ayuntamientos, Diputaciones y Representantes en Cortes de Ávila, Cáceres, Madrid y Toledo para la Ejecución de las Obras de los Saltos del Alberche* (1935), Madrid.
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA Y SANEAMIENTOS AEAS (2000): *Suministro de agua potable y saneamiento en España 2000. VII encuesta nacional de abastecimiento, saneamiento y depuración*, Madrid.
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA Y SANEAMIENTOS AEAS (2003): *El Ciclo Integral del Agua*, en la página web de AEAS: <http://www.aeas.es> [consulta 23-05-2003].
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA Y SANEAMIENTOS AEAS (2003): *La Gestión del Agua*, en la página web de AEAS: <http://www.aeas.es> [consulta 23-05-2003].
- CAPMANY Y MONTPALAU, Antonio (1863): *Origen histórico y etimológico de las Calles de Madrid*, Madrid.
- CERRADA, Ana Isabel; DE MIGUEL, Juan Carlos y SEGURA, Cristina (1999): *Un pasado oscuro. Visigodos y Musulmanes*, «Historia del abastecimiento y usos del agua en la ciudad de Toledo», Madrid, 51-67.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO (2002): *La Cuenca del Tajo en Cifras 2ª Edición*, Madrid.
- DELEGACIÓN DE LOS SERVICIOS HIDRÁULICOS DEL TAJO (1946): *Memoria Correspondiente a los Años 1939 - 1945*, Madrid.
- EMBID IRUJO, Antonio (1995): *Las obras hidráulicas*, Madrid.
- FANLO LORAS, A. (1995): *Obras hidráulicas de saneamiento y depuración*, «Las obras hidráulicas», Embid Irujo (dir.), Madrid, 129-130.
- GALLEGO ANABITARTE, Alfredo (1990): *Leyes Constitucionales y Administrativas de España*, Madrid.

- GARCIA DE ENTERRIA, Eduardo y ESCALANTE, José Antonio (1979): *Legislación Administrativa Básica*, Madrid.
- GARCIA DE ENTERRIA, Eduardo y ESCALANTE, José Antonio (1994): *Legislación Administrativa Básica*, Madrid.
- GARCIA GOMEZ, Enrique y LEVI PROVENÇAL, E. (1981): *Sevilla a comienzos del siglo XII, El Tratado de Ibn 'Abdun*, Sevilla.
- HERRERO DE EGAÑA ESPINOSA DE LOS MONTEROS, Juan Manuel (2001): *Código del Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y Procedimiento Administrativo*, Navarra.
- LORENZO, Josemi (2000): *Aguas residuales y alcantarillado*, «Historia del abastecimiento y usos del agua en la Villa de Madrid», Macías José María-Segura, Cristina (coord.), Madrid, 97- 112.
- MARTIN MATEO, R. (1992): *Tratado de Derecho Ambiental*, Madrid.
- RETUERCE VELASCO, Manuel (2000): *El agua en el Madrid andalusí*, «Historia del abastecimiento y usos del agua en la Villa de Madrid», Macías José María-Segura, Cristina (coord.), Madrid, 37-54.
- RUIZ, María Rosa (2003): *Criterios sanitarios para aguas de consumo humano*, «Revista Iuris, Actualidad y Práctica del Derecho», 71, 10.
- SANCHEZ GASCON, Alonso (dir.) (2000): *Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional*, «Revista Derecho y Medio Ambiente», 3, 131-149.
- SETUAIN MENDIA, Beatriz (2002): *El saneamiento de las aguas residuales en el ordenamiento español*, Valladolid.

OTRAS WEBS CONSULTADAS

- www.aguasdelsorbe.es [consulta 18-07-2003]
www.ine.es [consulta 18-07-2003]
www.jccm.es [consulta 18-07-2003]
www.centros5.pntic.mec.es [consulta 18-07-2003]
www.cyiiaguacaceres.com [consulta 16-07-2003]

SIGLAS

- AEAS. Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento
CCAA. Comunidades Autónomas
DBO₅. Demanda Bioquímica de Oxígeno.
EDAR. Estación Depuradora de Aguas Residuales.
ETAP. Estación de Tratamiento de Agua Potable.
LBRL. Ley de Bases del Régimen Local
MAS. Mancomunidad de Aguas del Sorbe
PIAM. Plan Integral de Madrid.
PSIM. Plan de Saneamiento Integral de Madrid.
RDLeg. Real Decreto Legislativo.
SAICA. Sistema Automático de Información de la Calidad del Agua.
TRLA. Texto Refundido de la Ley de Aguas.