

Saneamiento

El ciclo integral del agua



Índice



1. La importancia de sanear las aguas residuales

Llamamos aguas residuales a las procedentes de viviendas y municipios, como resultado de las actividades cotidianas de una población, y a las que se deben al desarrollo de actividades industriales.

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega al cauce de un río produce varios efectos sobre él:

- Entran al cauce grandes cantidades de microorganismos y entre ellos puede haber patógenos.
- Puede contaminar el agua con productos químicos que impidan la vida en el río.
- El oxígeno disuelto se consume debido a la descomposición de la materia orgánica y los compuestos amoniacales que lleva el agua, por lo que se producen malos olores.
- Si el agua lleva grandes cantidades de fósforo y nitrógeno se puede producir una eutrofización de las aguas.
- Los residuos se acumulan en sus riberas, orilla y fondo.

Para paliar estos problemas se recurre a su saneamiento antes de devolverla a los ríos en unas condiciones que no alteren el medio ambiente.



2. El saneamiento del agua a lo largo de la historia

La preocupación por la calidad del agua y la evacuación de vertidos está presente en todas las civilizaciones a lo largo de la historia.

Se han encontrado restos de conducciones de alcantarillado en las ruinas de algunas ciudades antiguas de Creta y Asiria, así como cloacas en distintas ciudades del Imperio romano.

A finales de la Edad Media, en Europa el agua fecal se depositaba en excavaciones subterráneas y, más adelante, se construyeron letrinas. El contenido de estos pozos negros se utilizaba como fertilizante o era vertido en cauces cercanos. Posteriormente se recuperó la costumbre romana de construir desagües, normalmente en forma de canales al aire o zanjias en la calle, en los que, en principio, estaba prohibido arrojar desperdicios que se descargaban directamente en corrientes, lagos y estuarios. Esto ocasionaba graves problemas de salud pública, debido a que el agua contaminada se transfería a otros usuarios.

A comienzos del siglo XIX, a consecuencia de las continuas epidemias de cólera y otras enfermedades, se comienza a generalizar en las grandes ciudades la recogida del agua residual y, ya en su segunda mitad, se popularizó en las grandes ciudades el establecimiento de sistemas de abastecimiento municipales de agua y la instalación de cañerías en las casas. Con la llegada de los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos se populariza en las grandes ciudades la construcción de alcantarillados.

Sin embargo, la construcción de las primeras redes de alcantarillado puso de manifiesto que, aunque contribuían a la reducción del número de puntos de vertido mejorando las condiciones locales respecto a la situación anterior, se producía una mayor concentración de la contaminación y un agravamiento del estado de los ríos, creando condiciones higiénicas y ambientales inaceptables, por lo que se sugirió la idea de que el vertido de aguas residuales

debería utilizarse para fertilizar el suelo. De esta manera se proponía el primer sistema de tratamiento y se completaba el anterior concepto de saneamiento, basado en la recogida y transporte del agua residual, con el de su depuración.

A partir de este punto, se desarrollan unos incipientes sistemas de depuración, dirigidos en principio a la eliminación de materias sólidas y, posteriormente, la de la materia orgánica soluble mediante los tratamientos biológicos.

Es a principio del siglo XX cuando, por fin, se reconoce que la eliminación de desperdicios a través de los ríos causaba problemas en la salud pública. En esa época se introdujo la fosa séptica como unidad de tratamiento primario de las aguas negras domésticas para procesar aguas residuales tanto en áreas suburbanas como rurales, adoptando en un primer momento la técnica del filtro de goteo.

Pero los avances importantes no llegan hasta la mitad del siglo XX y hasta la década de los 70 del siglo pasado no se comienza a depurar el agua residual de una manera programada, aunque ya a finales de los años sesenta se había desarrollado una buena base científica en lo que se refiere a los tratamientos biológicos convencionales.

En la actualidad, los procesos de depuración se centran, además, en obtener un agua apta para su reutilización en diversos usos no directamente relacionados con el consumo humano, y poder así realizar una mejor gestión del recurso.

3. La región de Madrid y la limpieza de sus aguas

Desde que, durante el reinado de Carlos III, el arquitecto italiano Francisco Sabatini pusiera en marcha en 1761 los “pozos Sabatini” en los inmuebles, separando definitivamente las aguas residuales de la basura hasta hoy, el saneamiento de la Comunidad de Madrid ha ido desarrollándose de una manera similar a la del resto de regiones europeas.

A mediados del siglo XIX se proyecta el abastecimiento a la ciudad de Madrid, que hasta entonces se surtía de agua a través de las fuentes públicas a las que llegaba el agua a través de los Viajes de agua que recorrían el subsuelo de la ciudad. Este proyecto incluía también un incipiente sistema de alcantarillado constituido por ocho cuencas con un total de 73 km de tuberías.

Con el paso del tiempo, la instalación de servicios sanitarios en los hogares, con su correspondiente alcantarillado, fue incrementándose, pero seguía sin resolverse el problema de la depuración de las aguas, que llegaban a los ríos en pésimas condiciones.

Es en la década de los setenta del pasado siglo cuando el Ayuntamiento de Madrid redacta y pone en marcha el primer plan de saneamiento integral de Madrid (PSIM), con el que se canalizan todas las aguas negras y de lluvia, y se construyen 7 grandes depuradoras que tratan el 100% de las aguas residuales de la capital.

La Comunidad de Madrid dispone, desde el año 1984, de una ley de abastecimiento y saneamiento del agua de la región, tarea que asume desde el primer momento Canal de Isabel II, en esa época adscrita la Consejería regional de medioambiente.

En 1985, comienza la construcción de las primeras estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), programadas dentro del Plan Integral del Agua en Madrid (PIAM), en el que se plasmaba la concepción de la política hidráulica de la Comunidad de Madrid, encaminada a los objetivos siguientes:

- Mejorar el bienestar colectivo.
- Contribuir al desarrollo regional.
- Mejorar la calidad ambiental.

Estas primeras actuaciones iban dirigidas a depurar el agua residual de núcleos urbanos, que se vertía a los embalses, así como la de las grandes aglomeraciones con industrias importantes.

Al finalizar este primer periodo se elaboró el Plan de Saneamiento y Depuración (PSD) 1995-2005, con el ambicioso proyecto de extender la depuración a la totalidad de los municipios de la Comunidad de Madrid. En 1999, se da un paso más con una actuación denominada Plan Cien por Cien de Depuración, que iba más allá de lo exigido por la directiva comunitaria al dotar de tratamiento completo a las aguas de todos los municipios de la región.

En 2005, se firma un importante convenio de gestión de los servicios de saneamiento entre la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Madrid y Canal de Isabel II. Con esta operación, la empresa se hace cargo también de la gestión de todas las grandes depuradoras existentes en la capital, que dan servicio a casi cuatro millones de usuarios.

4. El saneamiento de las aguas en la Comunidad de Madrid

Actualmente, Canal de Isabel II, es la empresa encargada de todo el proceso de saneamiento del agua residual en la práctica totalidad de la Comunidad de Madrid.

La gestión del saneamiento abarca el transporte de las aguas residuales, a través de las redes de drenaje urbano, a las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) y la posterior depuración de estas para devolverla a los ríos en condiciones óptimas. Para asumir su tarea, Canal cuenta con un complejo sistema de instalaciones compuesto por redes de saneamiento y alcantarillado municipal (colectores y emisarios), estaciones de bombeo de aguas residuales, tanques de tormentas y estaciones depuradoras de aguas residuales.

Un paso más se produce con la regeneración de parte de esta agua para poder ser reutilizada en usos de consumo no humano.

 [Ver vídeo de saneamiento](#)



4.1 Redes de drenaje urbano

El objetivo de las redes de drenaje urbano es la recogida de las aguas residuales, domésticas, industriales y de escorrentía, para su posterior transporte a las estaciones depuradoras.

Canal es la encargada de mantener dichas redes -que en la actualidad alcanzan los 13.069 km- en todos los municipios con los que se ha firmado convenio. Dicho mantenimiento consiste en la inspección y limpieza de todos los elementos de la red, así como la realización de obras de emergencia y actualización cartográfica. Asimismo, gestiona 785 km de colectores y emisarios.



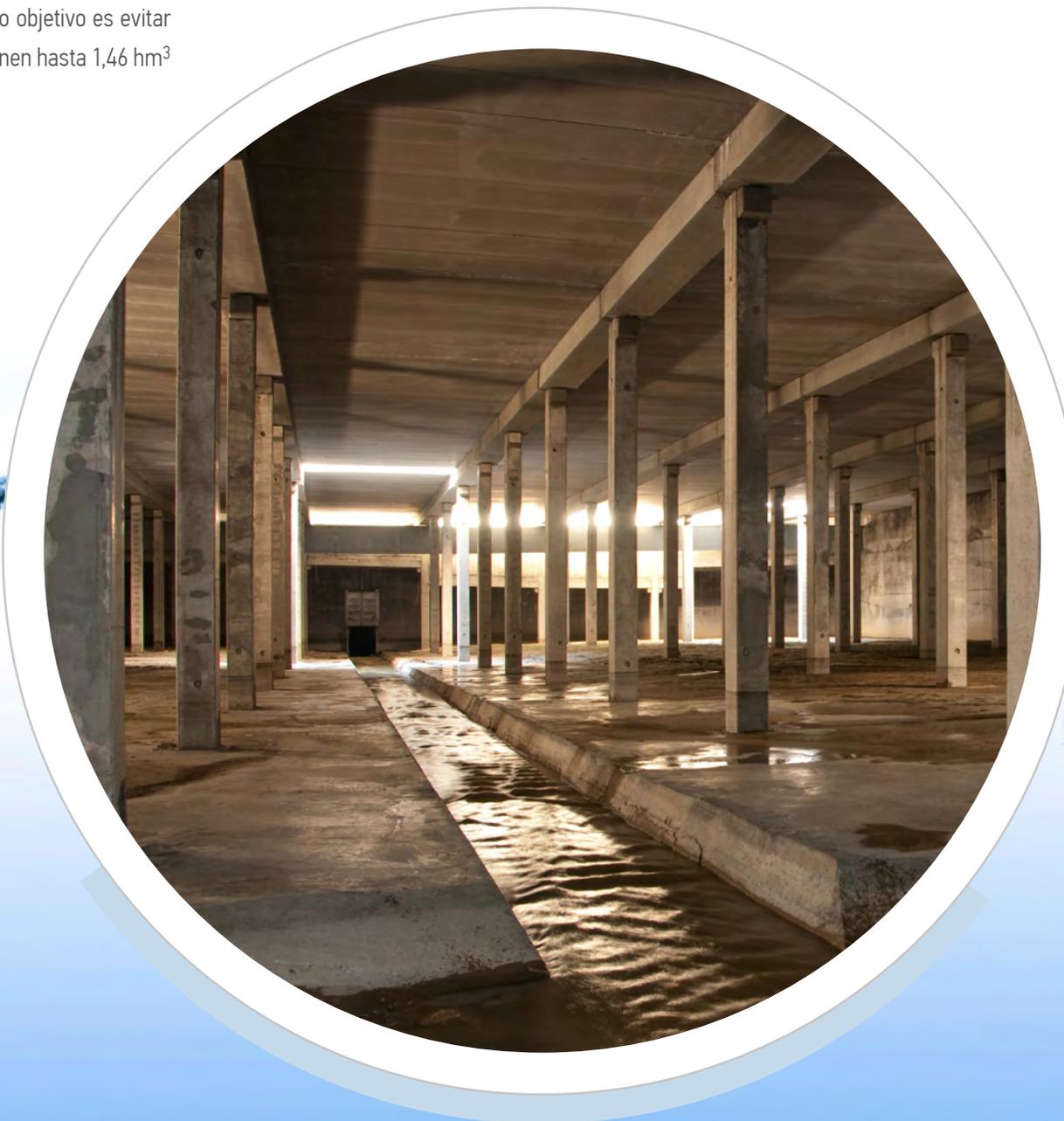
4.2 Estaciones de bombeo de aguas residuales

La empresa dispone de 126 de estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR), diseñadas para elevar las aguas, permitiendo su transporte a las EDAR en el caso de que no sea posible realizarlo por gravedad.



4.3 Tanques de tormenta

En la actualidad se gestionan 63 tanques de tormenta y laminadores, cuyo objetivo es evitar inundaciones y vertidos a los cauces. Gracias a estas instalaciones se retienen hasta 1,46 hm³ de las primeras aguas de lluvia, que son las más contaminantes.



4.4 Depuración del agua residual

La empresa es responsable de toda la depuración de la Comunidad de Madrid, para lo que cuenta con 157 EDAR, construidas por todo el territorio autonómico.

Los procesos seguidos en las EDAR se orientan al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- La eliminación de desperdicios, grasas y aceites flotantes, arenas y, en general, todos los elementos gruesos que pueda contener el agua.
- La eliminación de los materiales decantables, tanto orgánicos como inorgánicos.
- La eliminación de la materia orgánica biodegradable disuelta en agua.

Pero no todas ellas realizan cada uno de los procesos de depuración posibles, sino que se adecúan en función de factores como: tamaño o número de habitantes para el que son diseñadas, imperativos económicos, variaciones estacionales del caudal de los ríos, origen del agua residual o posibles vertidos industriales. El tipo de procesos que se siguen determinan incluso el aspecto físico de las depuradoras.

En las estaciones depuradoras se trata, por un lado el agua residual que llega -línea de agua- y, por otro, el fango que se genera en los procesos de depuración -línea de fango-.



Línea de agua:

- **Pretratamiento**

Básicamente, durante el pretratamiento se eliminan los cuerpos voluminosos que llegan desde los colectores de entrada de agua residual.

- **Tratamiento primario**

Proceso mediante el cual se reducen sólidos en suspensión, además de una cierta reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, dado que parte de dichos sólidos son materia orgánica.

- **Tratamiento secundario**

Tratamiento que reduce la materia orgánica en las aguas residuales, después de haber pasado por el pretratamiento y el tratamiento primario, consistente en un proceso biológico aerobio, que puede llevarse a cabo mediante distintos procedimientos, seguido de una decantación secundaria.

- **Tratamiento terciario**

En algunas EDAR el agua se somete a un grado de tratamiento mayor que el que puede aportar el tratamiento secundario y así se posibilita su utilización para riego de parques, baldeo de calles o usos industriales.

El interés de disponer de tratamientos terciarios o complementarios se debe fundamentalmente poder contar con una etapa de filtración para todo el caudal o parte del mismo, para mejorar las condiciones del vertido o para su uso como agua industrial tanto dentro de la EDAR como fuera.



Línea de fangos:

La depuración de aguas lleva consigo la producción de un subproducto llamado fango. Dentro de una instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas se puede distinguir entre fangos primarios, sólidos sedimentados en la decantación primaria, y fangos en exceso o biológicos, producidos por el propio proceso biológico de tratamiento, que son evacuados del sistema en el decantador secundario.

Los principales procesos seguidos en la línea de fangos son:

- Espesamiento.
- Estabilización.
- Acondicionamiento.
- Deshidratación.



4.5 Estaciones depuradoras de aguas residuales

Las estaciones depuradoras de aguas residuales se ubican en las cuencas de diferentes ríos que atraviesan la orografía de la Comunidad de Madrid: Alberche, Aulencia, Cofio, Guadalix, Guadarrama, Guatén, Henares, Jarama, Lozoya, Manzanares, Perales, Tajo y Tajuña. A continuación, realizamos un breve repaso por todas ellas:

Cuenca del río Alberche

La cuenca del río Alberche cuenta con 9 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se da servicio a: Aldea del Fresno, Cadalso de los Vidrios, Cenicientos, Navas del Rey, San Martín de Valdeiglesias, Pelayos, Rozas de Puerto Real y Villa del Prado.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Picadas. En servicio desde 1987, fue diseñada para un equivalente de 19.500 habitantes.



[Ver tabla de EDAR](#)

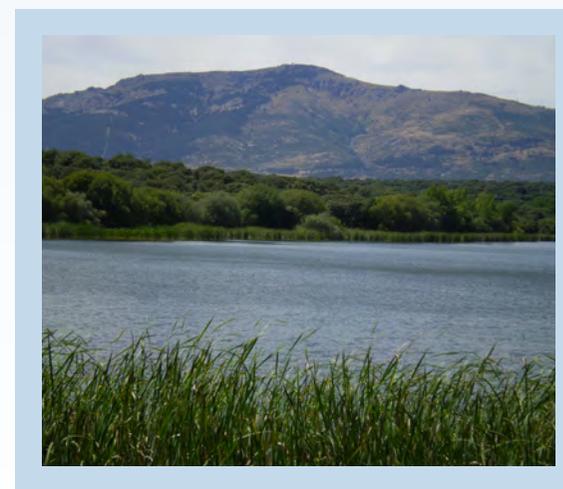
Cuenca del río Aulencia

La cuenca del río Aulencia cuenta con 4 plantas de depuración de aguas residuales con las que se da servicio a: Colmenarejo, Universidad Carlos III, urbanización Los Escoriales, urbanización El Paraíso, San Lorenzo de El Escorial, El Escorial, urbanización Pinosol y Villanueva de la Cañada.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Los Escoriales que, diseñada para un equivalente de 75.000 habitantes, entró en servicio en 1986.



[Ver tabla de EDAR](#)



Cuenca del río Cofio

Esta cuenca cuenta con 8 plantas de depuración de aguas residuales que dan servicio a: Colonias de La Estación, Las Juntas y El Pimpollar, La Hoya, La Paradilla, Las Herreras, Robledo de Chavela, Robledondo, Santa María de la Alameda y Valdemaqueda.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Robledo de Chavela; en servicio desde 1993, fue diseñada para un equivalente de 20.000 habitantes.



[Ver tabla de EDAR](#)

Cuenca del río Guadalix

Esta cuenca cuenta con 5 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se da servicio a: Bustarviejo, Guadalix de la Sierra, Miraflores de la Sierra, Navalafuente y San Agustín del Guadalix.

La depuradora más significativa de esta cuenca es la de San Agustín del Guadalix, diseñada para un equivalente de 30.000 habitantes. Entró en servicio en 1990.



[Ver tabla de EDAR](#)



Cuenca del río Guadarrama

Esta cuenca alberga 14 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se da servicio a: Móstoles, Alcorcón, Fuenlabrada, Las Rozas, Majadahonda, Batres (casco urbano), Boadilla del Monte, polígono industrial de Alcorcón, Colmenarejo (cuenca este), Cercedilla, Los Molinos, Guadarrama, Puerto de Navacerrada, Collado Mediano, Villalba, Moralarzal, Alpedrete, Navacerrada (pueblo), El Escorial (parcial), Guadarrama (parcial), Galapagar, Sevilla La Nueva, Torreldones, Villanueva del Pardillo, Villafranca del Castillo, Villanueva de la Cañada, Brunete, Navalcarnero, El Álamo, Arroyomolinos, Serranillos del Valle y Villaviciosa de Odón.

La depuradora más significativa de esta cuenca es La Reguera, diseñada para un equivalente de 272.210 habitantes. Entró en servicio en 2008.



[Ver vídeo de la EDAR de La Reguera](#)



[Ver tabla de EDAR](#)

Cuenca del río Guatén

Esta cuenca alberga tan solo una planta de depuración de aguas residuales. La EDAR de Guatén que entró en servicio en 2004, diseñada para un equivalente de 49.883 habitantes. Con ella se da servicio a los municipios de: Griñón, Torrejón de la Calzada, Torrejón de Velasco, Cubas de la Sagra y Casarrubuelos.



[Ver tabla de EDAR](#)



Cuenca del río Henares

Esta cuenca alberga 6 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se da servicio a: Alcalá de Henares (parcial), Meco, Los Santos de la Humosa, Fresno de Torote, Ribatejada y Valdeavero.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Alcalá Oeste, diseñada para un equivalente de 374.090 habitantes. Entró en servicio en 1989.



[Ver tabla de EDAR](#)

Cuenca del río Jarama

Esta cuenca alberga 32 plantas de depuración de aguas residuales que dan servicio a: Algete, Aranjuez, Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Cabanillas de la Sierra, Campo Real, San Fernando de Henares, Coslada, Torrejón de Ardóz, Ajalvir, Daganzo de Arriba, Cobeña, El Vellón, El Molar, Pedrezuela, Fuente el Saz, Valdemoro, Alalpardo, La Cabrera, Arganda del Rey, Madrid (San Blas, Ciudad Lineal, Hortaleza y Fuencarral-El Pardo), Barajas, El Molar (área industrial), Patones de Abajo, Pozuelo del Rey, Redueña, Valdemoro, Ciempozuelos, San Martín de la Vega, Talamanca del Jarama, Titulcia, Torrelaguna, Torremocha del Jarama, Tres Cantos, Paracuellos del Jarama, Valdepiélagos, urbanización Valderrey, Valdetorres de Jarama (urbanización Los Silillos y Matadero), Velilla de San Antonio, Mejorada del Campo, Loeches, Torres de la Alameda, Villalbilla y Venturada.

La EDAR más característica es Torrejón de Ardóz, que entró en servicio en 2009 y está diseñada para un equivalente de 450.000 habitantes.



[Ver tabla de EDAR](#)



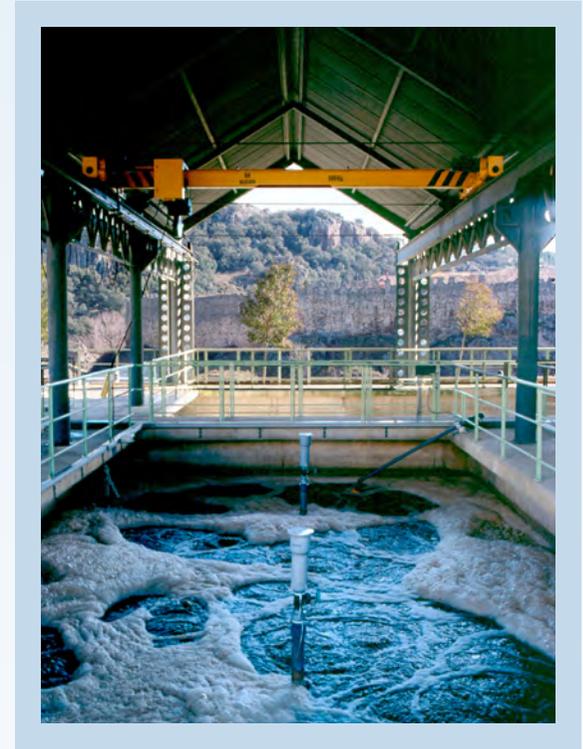
Cuenca del río Lozoya

Esta cuenca alberga un número de 31 plantas de depuración de aguas residuales. Gracias a ellas se da servicio a: Aoslos, Cervera de Buitrago, Cinco Villas, Gascones, Braojos, La Serna, Villavieja, El Atazar, El Berrueco, Gandullas, Horcajo de la Sierra, Horcajuelo de la Sierra, La Hiruela, Lozoyuela, Madarcos, Manjirón, Montejo de la Sierra, Navarredonda, Navas de Buitrago, Paredes de Buitrago, Rascafría, Alameda, Oteruelo, Pinilla, Lozoya, Pinilla de Buitrago, Piñuécar, Prádena del Rincón, Puebla de la Sierra, Buitrago, Berzosa del Lozoya, Canencia, Garganta de los Montes, Gargantilla de Lozoya, Robledillo de la Jara, Robregordo, San Mamés, Serrada de la Fuente, Sieteiglesias y Somosierra.

La EDAR más característica de esta cuenca es Riosequillo que entró en servicio en 1990 y está diseñada para un equivalente de 14 083 habitantes.



[Ver tabla de EDAR](#)



Cuenca del río Manzanares

Esta cuenca alberga 16 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se da servicio a: Academia de Ingenieros (Hoyo de Manzanares), Getafe, Pinto, Fuenlabrada, Parla, Leganés, Humanes, Madrid (Villaverde, Usera, Latina, Carabanchel, Moncloa-Aravaca, Chamartín, Tetuán, Chamberí, Centro, Arganzuela, Retiro, Ciudad Lineal, Salamanca, Moratalaz, Puente de Vallecas, Vicálvaro y Villa de Vallecas), Pozuelo de Alarcón, Alcorcón, Hoyo de Manzanares, polígono industrial La Mina, Las Matas, Los Peñascales, Las Rozas, Colmenar Viejo, Becerril, Moralzarzal, El Boalo, Manzanares, Soto del Real, Rivas Vaciamadrid, Majadahonda y Las Rozas.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Navarrosillos diseñada para un equivalente de 113.333 habitantes. Entró en servicio en 2008.

 [Ver vídeo de la EDAR de Arroyo Culebro Cuenca Media Alta](#)

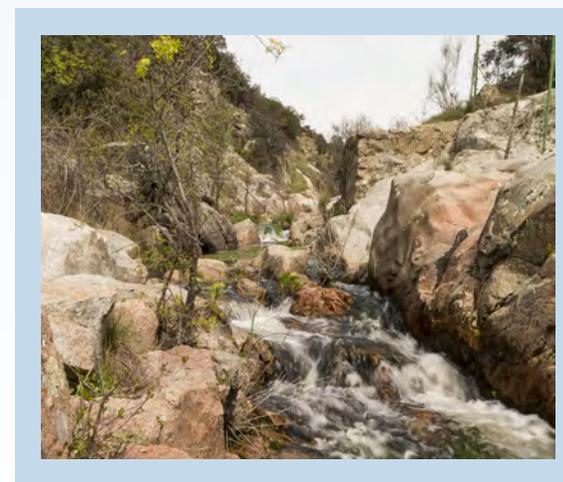
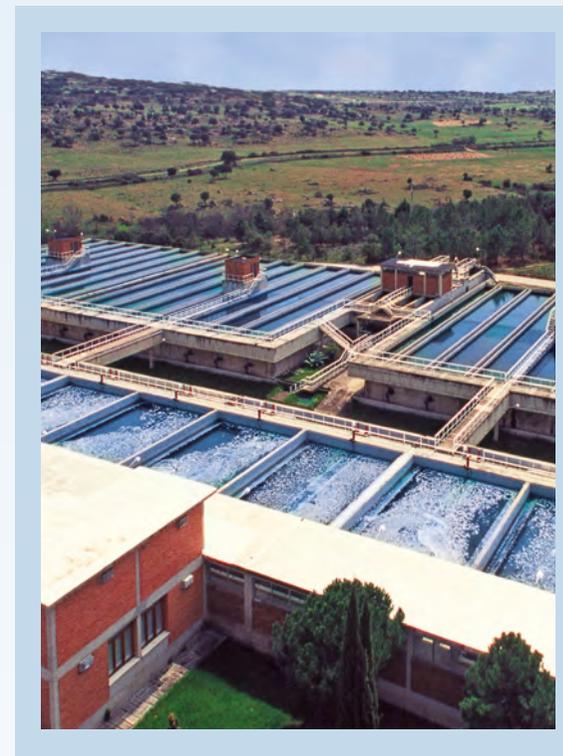
 [Ver tabla de EDAR](#)

Cuenca del río Perales

Esta cuenca alberga 11 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se presta servicio a: Chapinería, Colmenar del Arroyo, Fresnedillas de la Oliva, Navalagamella, urbanización El Peralejo, Quijorna, Valdemorillo, Villamanta, Villamantilla, Villanueva de Perales y Zarzalejo.

La depuradora más significativa de esta cuenca es Valdemorillo, diseñada para un equivalente de 13.000 habitantes. Entró en servicio en 1993.

 [Ver tabla de EDAR](#)



Cuenca del río Tajo

Esta cuenca alberga 7 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se presta servicio a: Aranjuez, Brea del Tajo, Colmenar de Oreja, Estremera, Fuentidueña de Tajo, Villacañeros y Villamanrique de Tajo.

La depuradora más significativa de esta cuenca es la de Aranjuez, diseñada para un equivalente de 157.500 habitantes. Entró en servicio en 1989.



[Ver tabla de EDAR](#)

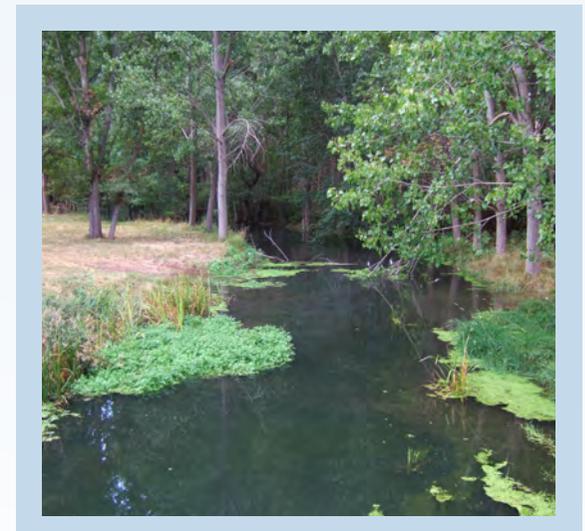
Cuenca del río Tajuña

Esta cuenca alberga 12 plantas de depuración de aguas residuales. Con ellas se presta servicio a: Belmonte de Tajo, Carabaña, Chinchón, Ambite, Nuevo Baztán, Olmeda de las Fuentes, Villar del Olmo, Morata de Tajuña, Orusco de Tajuña, Perales de Tajuña y Tielmes, Pezuela de las Torres, Valdaracete, Valdelaguna, Valdilecha y Villarejo de Salvanés.

La depuradora más significativa de esta cuenca es la de Chinchón, diseñada para un equivalente de 15.260 habitantes. Entró en servicio en 2004.



[Ver tabla de EDAR](#)



5. Regeneración de agua depurada y cogeneración

Por definición, las aguas regeneradas son aguas residuales depuradas y sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario, para adecuar su calidad al uso al que se destinan (riego de zonas verdes, zonas deportivas y determinados usos industriales). En nuestro país, este uso está regulado a través del Real Decreto 1620/2007, en el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

El vertido de efluentes a los cursos de los ríos ha proporcionado a lo largo de la historia agua regenerada de manera natural para su uso en puntos de demanda aguas abajo. Con la creciente contaminación, el proceso de regeneración del agua debe realizarse de forma directa y planificada, enfocándola como una tarea más en la gestión integral del agua.

La reutilización del agua residual depurada contribuye al incremento neto de la disponibilidad de agua en la región. En los últimos años, Canal viene desarrollando a un ritmo creciente la actividad de distribución de agua regenerada para instalaciones que no requieren agua potable.

Canal dispone de 29 instalaciones de producción de agua regenerada con capacidad para obtener diariamente 204.428 m³ (el dato no incluye las EDAR del Ayuntamiento de Madrid) y opera 421 km de redes específicas, que facilitan su distribución para el riego de parques y jardines públicos, baldeo de calles y usos industriales.

Cuenta, además, con 11 plantas de generación eléctrica a partir del biogás producido en los procesos de las EDAR, una planta de cogeneración asociada al proceso de secado térmico de los lodos y un pequeño salto de aguas residuales.



Canal 
de Isabel II