GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

“Influencia de la depuración en la Comunidad de Madrid sobre el eje central de la cuenca hidrográfica del Tajo”

María Raquel Ramírez Rodríguez

Trabajo Fin de Grado

Toledo, 2016

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Departamento Matemáticas/Estadística e Ingeniería Química

"Influencia de la depuración en la Comunidad de Madrid sobre el eje central de la cuenca hidrográfica del Tajo"

Trabajo Fin de Grado

AUTOR: María Raquel Ramírez Rodríguez

DIRIGIDO POR: Beatriz Larraz Iribas

Rafael Camarillo Blas

TOLEDO, 2016

Índice

Resumen 4

Abstract 4

Introducción 5

Capítulo I: Aspectos generales sobre la depuración de las aguas residuales 7

Capítulo II: Regulación relativa a las aguas y su depuración 11

Capítulo III: Criterios de calidad de las aguas 18

Capítulo IV: La depuración en la Comunidad de Madrid 20

Capítulo V: Análisis de los censos de vertidos autorizados en la Comunidad de Madrid 26

Conclusión 32

Anexo I 33

Referencias bibliográficas 115

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de flujo de una planta de tratamiento de aguas residuales municipal. 8

Figura 2: Marco legislativo en materia de aguas en España 11

Figura 3: Marco legislativo en materia de depuración en España 12

Figura 4: Mapa del censo de vertidos autorizados de todas las cuencas en 2014 28

Figura 5: Mapa del censo de vertidos autorizados de todas las cuencas en 2015 29

Índice de Tablas

Tabla 1: Tratamientos de depuración que se aplican en una estación depuradora típica 9

Tabla 2: Tratamientos de depuración de bajo coste aplicados en las depuradoras del Canal de Isabel II 22

Tabla 3: Tratamientos de depuración de tecnología puntera aplicados en las depuradoras del Canal de Isabel II 23

Tabla 4: Hectómetros cúbicos procedentes de los vertidos autorizados de las cuencas estudiadas en 2014 28

Tabla 5: Hectómetros cúbicos procedentes de los vertidos autorizados de las cuencas estudiadas en 2015 29

Tabla 6: Contaminación eliminada por el Grupo Canal de Isabel Gestión en 2013, 2014 y 2015 30

Resumen

El tema principal de este trabajo es el estudio de una de las problemáticas que lleva años ocasionando perjuicios sobre la cuenca hidrográfica del Tajo, la afección sobre la calidad de las aguas provocada por la emisión de contaminantes, que producen cambios en las condiciones originales de las masas de agua. En concreto, esta situación se produce en puntos de la cuenca de la comunidad de Madrid, que debido a su alta densidad de población y a la intensiva actividad humana se sitúa a la cabecera de los territorios que más influyen en la calidad de las aguas del Tajo. El problema de la emisión de contaminantes se podría ver solucionado con la existencia de estaciones de depuración de aguas residuales, pero, en ocasiones, éstas también emiten sustancias que no han sido totalmente tratadas. Con el fin de contribuir al análisis de esta cuestión, en este trabajo se ha realizado un análisis de cómo las estaciones de depuración de Madrid, gestionadas por la empresa pública Canal de Isabel II, contribuyen a la afección sobre las aguas circulantes por dicha comunidad.

Abstract

The main theme of this work is the study of one of the problems that takes years causing harm on the Tagus basin, the condition on water quality caused by the emission of pollutants that cause changes in the original terms of the waterbodies. Specifically, this situation occurs in parts of the basin of the community of Madrid, which due to its high population density and intensive human activity is at the head of the territories that influence the quality of the waters of the Tagus. The problem of the emission of pollutants could see solved with the existence of stations sewage treatment, but sometimes they also emit substances that have not been fully addressed. In order to contribute to the analysis of this issue, this paper has done an analysis of how the purification stations Madrid, managed by the public company Canal de Isabel II, contribute to the condition on circulating water for the community.

Introducción

El río Tajo es el río más largo de la Península Ibérica. No sólo discurre por España, sino que atraviesa la frontera, llega hasta Portugal formando parte de su cuenca hidrográfica las dos capitales de la península, Madrid y Lisboa. Como consecuencia de ello, es una de las cuencas hidrográficas que mayor presión poblacional y actividad humana soporta, con lo que ello implica en términos de usos y demandas, contaminación etc., que propician que los impactos sobre sus componentes físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos sean considerables.

Así, de entre las numerosas presiones que soporta el Tajo en el área española está la concentración del 82,5% de la población total de la cuenca en la Comunidad Autónoma de Madrid, con una superficie que representa el 14,4% de la extensión total de la cuenca y una densidad de 747 hab./km^2. La notable regulación de caudales en las cabeceras de los ríos para satisfacer las demandas de abastecimiento, unida a la enorme presión producida por los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales provoca que el volumen de vertido residual sea superior a los caudales circulantes, lo que impide que se den procesos de autodepuración en el cauce, y por consiguiente que se cumplan las normas de calidad (ETI, 2010)

El Canal de Isabel II, empresa pública encargada del abastecimiento y saneamiento del agua de la mayor parte de la comunidad de Madrid, cuenta con 157 plantas depuradoras según el registro de 2015, con un volumen depurado de 463,82 hm^3/año, que representa el 92 % del volumen depurado respecto al volumen derivado a consumo. Aunque existen modernos sistemas de depuración implantados, la situación de degradación continúa manteniéndose desde la década de los 70 e incluso empeorando por el continuo crecimiento urbano e industrial. Según el último informe anual, en los últimos tres años, el Canal no ha alcanzado el 100% del rendimiento de depuración en la eliminación de sólidos en suspensión, fósforo, nitrógeno, etc., (Informe Anual, 2015).

En toda esta problemática observada por investigadores y diversos actores con intereses en la cuenca del Tajo, como la propia Confederación Hidrográfica, se enmarca el objetivo de este trabajo de fin de Grado. La finalidad del mismo es conseguir respuestas a porqué en la Comunidad de Madrid se sigue manteniendo uno de los problemas de calidad de las masas de agua más importantes de la demarcación. Se llevará a cabo un análisis del impacto que genera dicha contaminación sobre el Tajo en el eje central del mismo, desde Aranjuez hasta Toledo, a través del estudio de las estaciones de depuración del río Tajo, Guadarrama, Jarama y cinco de sus afluentes.

Para conseguir dicho objetivo, en primer lugar, se presenta un capítulo sobre cuestiones generales de la depuración de aguas residuales urbanas, objeto de este trabajo. En segundo lugar, se hará un recorrido por la legislación relativa a aguas y depuración. A nivel europeo y estatal existe una base normativa sobre las aguas cuyo objetivo esencial es la prevención del deterioro, protección y mejora del estado de los ecosistemas acuáticos, así como de los ecosistemas terrestres y humedales que dependen de modo directo de los acuáticos en relación con sus necesidades de agua.

En el tercer capítulo se analizan las cuestiones relativas a la calidad del agua. Es necesario destacar las limitaciones metodológicas existentes en la evaluación del estado de las masas de agua superficiales. La incertidumbre en el proceso de evaluación puede generar la aplicación de medidas inadecuadas o insuficientes, lo que podría implicar la no consecución de los objetivos medioambientales (ETI, 2010).

En el capítulo 4 se aborda el tema concreto de la depuración en la Comunidad de Madrid, centrando la cuestión en el estudio de las Estaciones de Depuración (EDAR) gestionadas por el Canal de Isabel II. El estudio se centra en los volúmenes de agua depurada, ya que, aunque desde un principio se pensaba que en el informe anual del Canal se incluirían los datos de la calidad de las aguas que gestiona, no fue así.

A pesar de ello, se consiguieron los censos de vertidos autorizados por la Confederación Hidrográfica del Tajo de los años 2014 y 2015, entre los que se incluyen los vertidos de las estaciones de depuración gestionados por el Canal de Isabel II. De todas las depuradoras gestionadas por el Canal se han seleccionado para el estudio las depuradoras de la cuenca del río Jarama y las de cinco de sus afluentes (Lozoya, Guadalix, Henares, Manzanares y Tajuña), además de las de la cuenca de los ríos Guadarrama y Tajo.

Asimismo, se han realizado mapas de cada una de las cuencas de esos ríos, con apoyo de sistemas de información geográfica, en los que se visualizan los municipios donde se producen los vertidos, los puntos de vertido, los hectómetros cúbicos que se vierten y el medio receptor en el que se concentra el vertido.

Finalmente, se quiere llegar a una perspectiva global y concreta de la cantidad de vertidos autorizados que se producen en la cuenca del Tajo procedentes de las estaciones de depuración, sin contar con los que se producen ilegalmente y con el resto de presiones, que hacen de la cuenca hidrográfica del Tajo una de las que más reúne problemáticas a nivel estatal.

Capítulo I

Aspectos generales sobre la depuración de las aguas residuales urbanas

En este apartado se incluye una sinopsis de los aspectos más importantes en el ámbito de la depuración de las aguas,

- Principales problemas ocasionados por los vertidos de aguas residuales.
- Objetivos y principios de depuración.
- Requisitos de los efluentes.

Problemas ocasionados por los vertidos de las aguas residuales

El agua residual es una mezcla compleja que contiene agua (> 99% en general) y contaminantes, la concentración de éstos suele ser muy pequeña, expresada generalmente en mg/L. Los contaminantes pueden estar suspendidos (de 1 a $1*10^3$ µm), en forma de coloides (de $1*10^{-3}$ a 1 µm) y/o disueltos (de $1*10^{-5}$ a $1*10^{-3}$ µm). La naturaleza de los mismos va desde microorganismos, como bacterias, virus y patógenos hasta sólidos (nitrógeno, fósforo, cloro, carbonatos, sulfatos, proteínas, carbohidratos…). La presencia de contaminantes en las aguas residuales es la principal causa que produce que el vertido de las mismas traiga consecuencias para los medios receptores y sea necesario la aplicación de métodos de depuración que permitan su completa eliminación (Henry, 1999; Orozco, 2004).

Patógenos:

Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual

Materia orgánica biodegradable:

Si se descarga al entorno sin tratar su estabilización biológica se puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.

Sólidos:

Depósitos de aspecto desagradable y efecto negativo para la penetración de la luz

Nutrientes:

Tanto el nitrógeno, el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, pueden favorecer el crecimiento de vida acuática no deseada.

Sustancias tóxicas y peligrosas:

Para organismos vivos, e incluso humanos y poblaciones de microorganismos.

Otros contaminantes: color, espuma, calor…:

Los 2 primeros limitan la penetración de la luz. La unión de los tres puede reducir la concentración de oxígeno disuelto

Objetivos de depuración

Después de conocer qué sustancias ocasionan el problema, el objetivo primordial del tratamiento de las aguas residuales consiste en eliminar o modificar los contaminantes perjudiciales para la salud humana o el entorno acuático, terrestre o aéreo, con el propósito original de controlar la contaminación que sirva para la protección de la salud pública (Henry, 1999; Orozco, 2004).

Principios de depuración

- Los contaminantes se eliminan por orden de dificultad,
- Los contaminantes en suspensión, coloides o disueltos de las aguas residuales se pueden separar o transformar por medios físicos, químicos o biológicos,
- Los componentes básicos que realizan lo anterior en una planta de tratamiento de aguas residuales típica son:

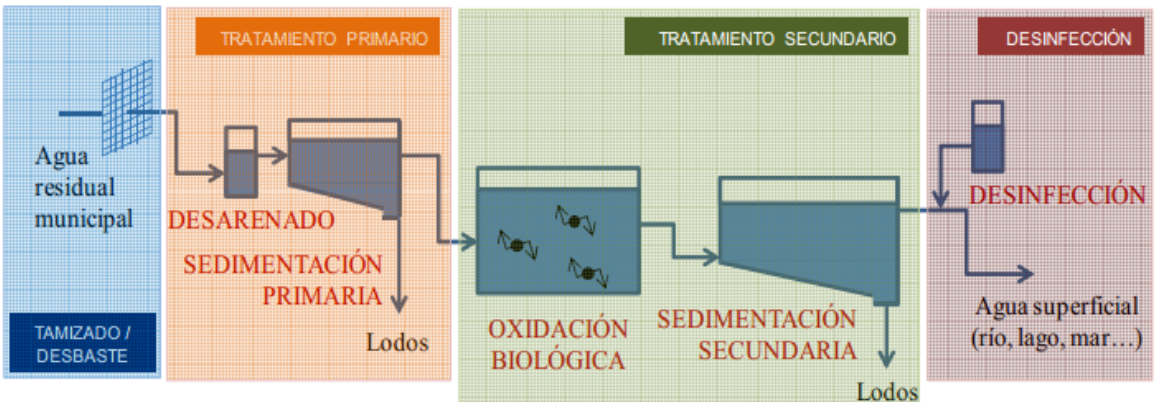


Figura 1: Diagrama de flujo de una planta de tratamiento de aguas residuales municipal. Fuente: (Henry, 1999; Orozco, 2004)

Tal y como se ve en la Figura 1, las aguas residuales van recorriendo el sistema de depuración pasando por diferentes fases. La primera es la de tamizado/desbaste que corresponde al pretratamiento en la que se eliminan sólidos gruesos, después pasan al tratamiento primario con el desarenado y la sedimentación primaria, en el que se elimina la materia en suspensión. Continúan por el tratamiento secundario con la oxidación biológica y la sedimentación secundaria donde se produce la eliminación de la materia orgánica biodegradable. Finalmente, llegan al tratamiento terciario con la desinfección y eliminación de sales disueltas, nutrientes, patógenos, etc.

Estas cuatro etapas constituyen la línea de aguas de la depuradora, en la que se obtienen las condiciones adecuadas para devolver al agua superficial (río, lago, mar…). De todas estas fases se obtienen lodos, en los que se encuentran los contaminantes, éstos se van acumulando para después pasar al tratamiento o línea de fangos. Todos los tratamientos se explican con más detalle en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos de depuración que se aplican en una estación depuradora típica.

	Proceso	Qué se elimina	En qué consiste
Pretratamiento	Tamizado o desbaste	Trapos, palos, objetos grandes	Eliminar por interceptación o separación el agua residual de los sólidos de tamaño grande y mediano a través de su retención en rejas.
	Desarenado	Arenas, gravas, partículas más o menos grandes de materias minerales y otros elementos de origen no orgánico	Se eliminan en un compartimento donde se depositan por gravedad.
Tratamiento primario	Sedimentación primaria	Arenilla y sólidos en suspensión	Las partículas de mayor densidad se depositan en el fondo de los decantadores primarios por acción de la gravedad. Los fangos depositados en el fondo se evacúan a través de purgas periódicas, y la limpieza de espumas y flotantes se realiza mediante recogedores que barren la superficie del agua.
Tratamiento secundario	Oxidación biológica	Materia disuelta y coloidal	Proceso en el que el agua residual se estabiliza biológicamente en tanques o balsas de activación (reactor biológico), que cuentan con un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculos, alimentado con el agua a depurar.
	Sedimentación secundaria	Separación de microorganismos	Se trata de clarificar las suspensiones biológicas y concentrar los flóculos sedimentados.
Tratamiento terciario	Cloración	-	Desinfección del efluente previa a la descarga a las aguas naturales

Fuente: Elaboración propia a partir de Henry, 1999; Orozco, 2004

Requisitos de los efluentes

Las aguas residuales son perjudiciales para la salud humana y el entorno acuático, terrestre y aéreo. Por esa razón el objetivo está en deshacerse de ellas de la forma más segura posible. Hay distintas formas de deshacerse de las aguas residuales:

1. Ocasionales: Descarga en terrenos
   Evaporación en estanques
   Inyección en pozos profundos
2. Únicas salidas prácticas: Vertido a ríos, arroyos, lagos, mares…

Aunque el vertido sea la única salida práctica también trae consigo el cumplimiento de una serie de requisitos para que conjuntamente se realicen vertidos y se preserven los recursos hídricos receptores de las mismas. Es por ello que existe un control de la carga contaminante en los recursos hídricos que fija los requisitos de los efluentes en cuanto a DBO (Demanda biológica de oxígeno), SS (sólidos en suspensión), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y coliformes (indicadores biológicos de la presencia de contaminantes en el agua). Normalmente estos requisitos se satisfacen con un tratamiento secundario (Henry, 1999; Orozco, 2004).

En este primer capítulo se han identificado los principios básicos y su aplicación al tratamiento de las aguas residuales con el propósito de adquirir una panorámica general. Ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas provocadas por la descarga del agua residual al medio ambiente, los gobiernos, tanto estatales como europeos, se han esforzado en que los tratamientos de depuración sean efectivos con el fin de mejorar la calidad de las aguas superficiales. A lo largo de los años, se han elaborado diferentes normativas relativas a las aguas y su depuración, las cuales, se recogen en el Capítulo 2 (Henry, 1999; Orozco, 2004).

Capítulo II

Regulación relativa a las aguas y su depuración

A nivel europeo y nacional se han instaurado a lo largo de los años normativas medioambientales que establecen exigencias sobre los usos del agua, la calidad que deben presentar los diferentes tipos de masas de agua, la gestión sostenible de las aguas, además de la obligación de los Estados miembros por mantener en buen estado el recurso (Ver Figuras 2 y 3)

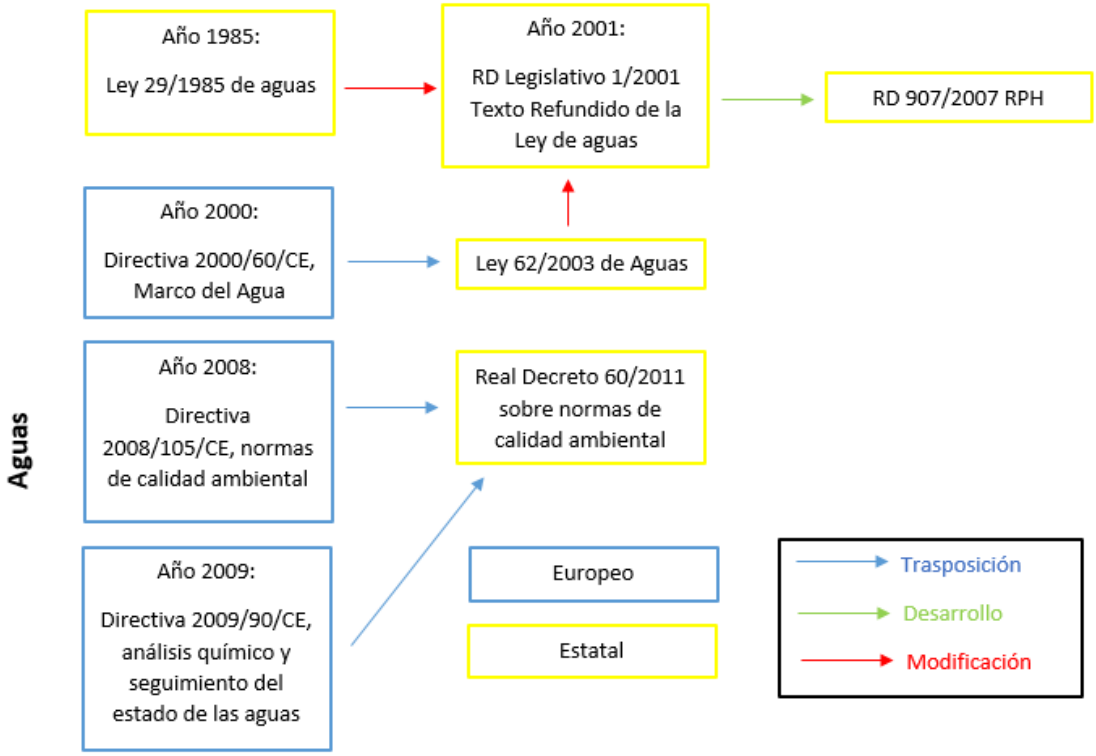


Figura 2: Marco legislativo en materia de aguas en España. Fuente: Dirección General del Agua, (2012).

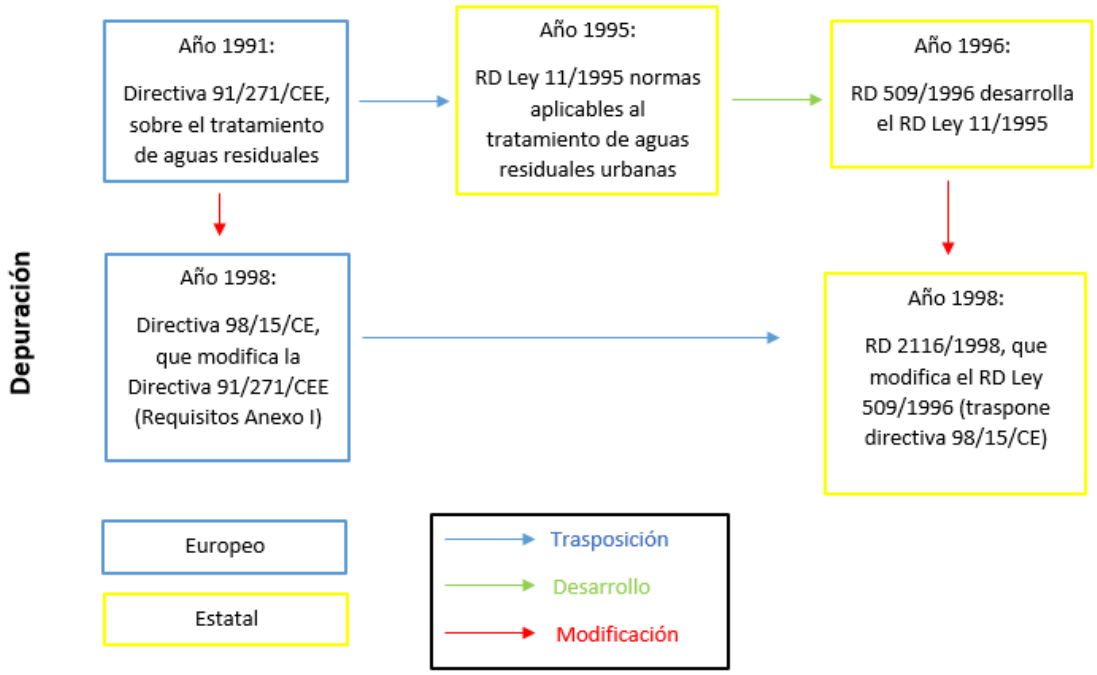


Figura 3: Marco legislativo en materia de depuración en España. Fuente: Dirección General del Agua, (2012).

Tal y como se ve en las Figuras 2 y 3 se han sintetizado de forma esquemática algunas de las normativas relativas a las aguas y la depuración. En la Figura 2 vienen recogidas las normativas europeas y estatales sobre las aguas y en la Figura 3 sobre la depuración, cada una de ellas está recuadrada con un color dependiendo de si se trata de una normativa europea o estatal. Los cuadros azules corresponden a la normativa europea y los amarillos a la estatal. De estos cuadros aparecen unas flechas que, en función del color, corresponden o bien a una transposición, o bien a una modificación o desarrollo.

Las flechas de color azul significan que se produce la transposición de las normativas europeas a las estatales, se trata de la aplicación de las indicaciones que se han elaborado para toda la Comunidad Europea en el Estado miembro. Cuando el color de la flecha es rojo significa que la normativa de la que parte la flecha se modifica, se produce una actualización de la información y se sustituye por la normativa a la que se dirige la flecha y, si el color es verde significa que, aunque en esa figura jurídica venga recogida toda la información, se desarrolla en otro documento.

Las normativas relativas a las aguas a nivel europeo son la Directiva 2000/60/CE del Marco del Agua, la Directiva 2008/105/CE sobre las normas de calidad ambiental y la Directiva 2009/90/CE sobre el análisis químico y seguimiento del estado de las aguas. Las transposiciones al marco legislativo español para la Directiva 2000/60/CE se produce en la ley 62/2003 de Aguas y para la Directiva 2008/105/CE y Directiva 2009/90/CE, el Real Decreto 60/2011.

Las modificaciones que se han producido en la normativa estatal han sido sobre la Ley 29/1985 y la Ley 62/2003, modificadas y sustituidas por el Real Decreto Legislativo 1/2001 y, éste a su vez, se desarrolla en el Real Decreto 907/2007.

Las normativas relativas a la depuración a nivel europeo son la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales y la Directiva 98/15/CE que modifica a la Directiva 91/271/CEE. La transposición a la normativa estatal para la Directiva 91/271/CEE es el Real Decreto Ley 11/1995 sobre normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas, ésta se desarrolla en el Real Decreto 509/1996 que fue modificado por el Real Decreto 2116/1998 y que a su vez es transposición de la Directiva del 98.

Seguidamente se explican los aspectos más importantes de cada una de las normativas mencionadas anteriormente. En primer lugar, aparecen las normativas relativas a las aguas a nivel europeo y estatal, y después las que corresponden a la depuración a nivel europeo y estatal.

2.1. Aguas

2.1.1. Regulación europea

La información que se recoge en las siguientes Directivas procede de las indicaciones elaboradas por la Comunidad Europea con el propósito de conseguir que, con el respaldo legislativo, se devuelva a las aguas las condiciones óptimas que poseían. Aunque estas leyes no son propiamente sobre depuración se ha realizado una revisión sobre la mención del tema en las mismas, pero no se ha encontrado nada referente a ello.

Directiva 2000/60/CEE, Marco del Agua

La Directiva Marco del Agua (DMA) propone la regulación del uso del agua y de los espacios asociados a partir de la capacidad que tienen para soportar diferentes tipos de presiones e impactos. La directiva permanece vigente con la voluntad de ordenar y gestionar de manera integrada el agua disponible dentro de su ciclo natural, estructurando su función dentro del entorno natural y su uso como recurso. Se compone de 25 artículos y 10 anexos en los que se recoge la información que deben aplicar los Estados miembros en sus normativas para asegurar la protección de todas las aguas y la reducción de las presiones sobre las mismas.

Todos los artículos y anexos recogen una valiosa información de las responsabilidades que deben seguir los Estados miembros para conseguir el objeto de esta Directiva, pero, en este trabajo únicamente se han incluido las tablas pertenecientes al anexo II sobre aguas superficiales (Ver Tablas A1, A2, A3, A4, A5, A6. A7: Anexo), (DMA, 2000).

Directiva 2008/105/CE

En esta directiva se establecen las normas de calidad ambiental (NCA) que se deben aplicar para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes, según lo dispuesto en el artículo 16 de la Directiva 2000/60/CE, con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales (Dir. 2008/105/CE, 2008).

Directiva 2009/90/CE, 21 de julio

La presente Directiva establece especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas, fija criterios de funcionamiento mínimos de los métodos de análisis que deberán aplicar los Estados miembros en su seguimiento del estado de las aguas, sedimentos y seres vivos, así como normas dirigidas a demostrar la calidad de los resultados analíticos (Dir. 2009/90/CE, 2009).

2.1.2. Regulación estatal

De las indicaciones que establece la Comunidad Europea en relación a las aguas, el Estado español, como miembro de la Unión Europea, debe incorporarlas a su normativa para que de forma particular en su territorio se apliquen las acciones necesarias para conseguir el objetivo a alcanzar. A continuación, se resume el contenido de algunas de las normativas que a lo largo de los años han servido de orientación en temas de agua en España, aunque estas leyes no son propiamente sobre la depuración se ha realizado una revisión sobre la mención del tema en las mismas.

Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas

Entre los temas que regula aparece el dominio público hidráulico y el uso del agua. En relación a la depuración, se incluye en el capítulo de vertidos, se explican las medidas que se deben tomar en caso de que se produzcan, las condiciones básicas para la reutilización directa de las aguas, las ayudas presupuestarias para financiar planes o programas de depuración de aguas residuales, etc., (BOE, 1985).

Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas

En la aplicación de la anterior Ley de Aguas se constató que aparecían diversos problemas prácticos en la gestión del agua a nivel nacional que debían resolverse. Se introdujeron numerosas modificaciones en su articulado, de los cuales, en términos de depuración, menciona las autorizaciones de vertido y en qué condiciones deben establecerse, el plazo máximo de vigencia, los trámites necesarios para el otorgamiento de la misma, también menciona aspectos sobre la adecuación de las instalaciones de depuración (BOE, 1999).

Ley 62/2003, 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social

En materia de medio ambiente esta ley constituye la incorporación al derecho español de la Directiva 2000/60/CEE. Marca el propósito de conseguir el buen estado y la adecuada protección de las aguas continentales, costeras y de transición. Menciona la depuración en relación a los servicios relacionados con el agua (BOE, 2003).

Real Decreto Legislativo 1/2001, 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas

Se trata de un texto refundido de la Ley de Aguas por el cual quedan derogadas todas las disposiciones de igual o inferior rango a este Real Decreto Legislativo. En el mismo se regulan el dominio público hidráulico, el uso del agua y las competencias atribuidas al Estado en relación a dicho dominio. También es objeto de esta ley el establecimiento de las normas básicas de protección de las aguas continentales, costeras y de transición.

Sobre depuración hace mención a las autorizaciones de vertido explicando los requisitos, competencias, etc. también explica la explotación de las depuradoras por parte del Organismo de cuenca, las ayudas del Estado para las actividades que mejoren la calidad de las aguas y, por último, cita aspectos de las instalaciones de depuración (BOE, 2001).

Real Decreto 907/2007, de 6 de julio

Esta figura jurídica incluye toda la información relacionada con la planificación hidrológica. Se incluye información sobre el contenido de los planes hidrológicos de cuenca, el contenido del Plan Hidrológico Nacional, la elaboración y aprobación de los planes, el seguimiento y revisión de los planes hidrológicos y los efectos de los planes hidrológicos. En definitiva, este real decreto reúne el contenido tanto del Real Decreto 1/2001 como el de la Directiva Marco del Agua (BOE, 2007).

Real Decreto 60/2011, de 21 de enero

El presente real decreto tiene como finalidad trasponer todos los aspectos contenidos en la Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Asimismo, incorpora los criterios mínimos que se deberán aplicar a los métodos de análisis para el seguimiento del estado de las aguas, sedimentos y seres vivos, así como las normas dirigidas a demostrar la calidad de los resultados analíticos.

Asimismo, incorpora los requisitos técnicos sobre análisis químicos establecidos en la Directiva 2009/90/CE. De este modo, ambos textos legislativos quedan incorporados al ordenamiento interno español (BOE, 2011).

2.2. Depuración

2.2.1. Regulación europea

Directiva 91/271/CEE

La Directiva 91/271/CEE, modificada por la Directiva 98/15/CE, define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas que deben adoptar los Estados miembros de la Unión Europea para garantizar que las aguas residuales reciben un tratamiento adecuado antes de su vertido. La Directiva establece dos obligaciones claramente diferenciadas, en primer lugar, las "aglomeraciones urbanas", zona cuya población y/o actividades económicas presenten concentración suficiente para la recogida y conducción de las aguas residuales urbanas a una instalación de tratamiento de dichas aguas o a un punto de vertido final, deberán disponer, según los casos, de sistemas de colectores para la recogida y conducción de las aguas residuales y, en segundo lugar, se prevén distintos tratamientos a los que deberán someterse dichas aguas antes de su vertido a las aguas continentales o marinas.

En la determinación de los tratamientos a que deberán someterse las aguas residuales antes de su vertido, se tiene en cuenta las características del emplazamiento donde se producen. De acuerdo con esto, los tratamientos serán más o menos rigurosos según se efectúen en zonas calificadas como "sensibles", "menos sensibles" o "normales".

En el anexo del trabajo se han añadido algunos apartados de la directiva como la clasificación de las zonas de vertido, la clasificación de los tratamientos de depuración además de las tablas con los criterios de conformidad de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. (Ver Tablas A8, A9, A10, A11), (Dir. 91/271/CEE, 1991).

2.2.2. Regulación estatal

Tal y como se ha venido mencionando, el contenido de las Directivas europeas debe incorporarse a la legislación española para que, con los medios propios del país, se puedan aplicar las indicaciones y se pueda lograr el objetivo establecido.

Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre

Este Real Decreto-ley traspone toda la información recogida en la Directiva 91/271 a la legislación española en materia de los tratamientos de las aguas residuales urbanas con la finalidad de proteger el medio ambiente. El Estado español tendrá en consideración las dos obligaciones que estableció la Directiva 91/271 sobre las "aglomeraciones urbanas". Esta normativa indica cómo las Comunidades Autónomas deben conocer cuántas aglomeraciones urbanas se encuentran en su territorio, además de cuales de ellas deberán disponer de sistemas colectores antes de unos plazos establecidos, también se definen los tratamientos que deben aplicarse a las aguas residuales urbanas y menciona la prohibición de realizar vertidos de fangos a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales de aguas marítimas, etc., (BOE, 1995).

Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo

En el anterior Real Decreto-ley no se incluían ciertos apartados que se debían trasponer de la Directiva, en este nuevo Real Decreto se incorporan los requisitos técnicos de los sistemas colectores y las instalaciones de tratamientos de las aguas residuales, los requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones secundarias o de aquellos que vayan a producirse sobre zonas sensibles y regula también el tratamiento de las aguas residuales industriales cuando estos vierten a sistemas colectores o a instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas.

Se anuncia la necesidad de la aplicación de un tratamiento previo del vertido de las aguas residuales industriales en los sistemas de alcantarillado, sistemas colectores o en las instalaciones de depuración de las aguas residuales urbanas. Por último, se incorporan los criterios generales y los métodos de referencia para realizar el seguimiento sobre el cumplimiento de los requisitos respecto de los vertidos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (BOE, 1996).

Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre

La comisión de las Comunidades europeas consideró que una de las tablas que se incluían en la Directiva 91/271/CEE, que indicaba los requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados sobre zonas sensibles propensas a eutrofización, conducía a confusión, fue por eso que se adoptó la Directiva 98/15/CEE por la que se modificaba la anterior. A su vez, se debía incorporar esta modificación a la normativa española, eso se realizó a través de la modificación de la tabla en el Real Decreto 509/1996, generando este nuevo Real Decreto. (Ver Tablas A9, A10: Anexo)

Como se ha ido comprobando a lo largo de este capítulo, en la actualidad existen muchas normativas, criterios y estudios que se encargan de asegurar que los impactos sobre el medio ambiente, en este caso, sobre las aguas superficiales, sean aceptables. Los reglamentos y normativas siempre han estado sujetos a modificaciones conforme ha ido aumentando la información disponible sobre las características del agua residual, la eficacia de los tratamientos y el impacto ambiental de los vertidos, pero a pesar de ello, todos son puntos de referencia en el campo de la gestión de las aguas residuales.

Este marco normativo, no sólo afecta a la elección de los puntos de descarga o a los tratamientos, sino también al impacto ambiental asociado, el cual es un elemento fundamental en el vertido de las aguas residuales. En el siguiente capítulo se añaden los criterios y normas que se aplican para medir y regular la calidad del agua, que se deben tener en consideración en relación al vertido al medio ambiente de las aguas residuales (Orozco, 2008).

Capítulo III

Criterios de calidad del agua

A nivel europeo y nacional existe legislación básica sobre las aguas, los vertidos, que debe cumplirse para conseguir la preservación de los recursos hídricos. Pero, aunque estén estas figuras jurídicas, cualquiera se puede preguntar cómo se realiza la valoración de si las masas de agua superficiales mantienen una calidad óptima a pesar de ser receptoras de vertidos. Las Confederaciones Hidrográficas, organismos públicos encargados de la planificación hidrográfica en las cuencas españolas, tienen entre sus múltiples competencias la realización del control de la calidad de las aguas y los vertidos en las masas de agua superficiales y subterráneas presentes en sus cuencas.

Cada confederación realiza programas de seguimiento del estado de las masas de agua a través de estaciones de control repartidas en diferentes puntos de la cuenca. Los resultados que se obtengan sirven de orientación para la elaboración de programas de medidas que se establecen en el Plan Hidrológico de cada una de las cuencas.

Como consecuencia de la entrada en vigor de la DMA, el concepto de calidad de las aguas ha superado lo básicamente fisicoquímico, para dar paso a una idea más global que integra todos los componentes del ecosistema acuático, tanto bióticos como abióticos en el seguimiento de la calidad de las aguas superficiales. Concretamente en el artículo 2 se define el "estado de las aguas superficiales" como la expresión general del estado de una masa de agua superficial, donde éste queda determinado por el peor valor de su estado ecológico y su estado químico, es decir, para que el estado sea bueno, tanto el estado ecológico como el químico, deben ser buenos.

De acuerdo con la DMA, el conocimiento del estado o potencial ecológico debe realizarse mediante la evaluación en cada masa de agua de los diferentes indicadores de calidad ecológica (biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos) contenidos en su anexo V (Dir. 2000/60/CEE, 2000). La evaluación no debe realizarse en términos absolutos, sino relativos, como desviación respecto a las condiciones de referencia tipo de la masa de agua en cuestión, de modo que el resultado final es la clasificación del estado ecológico de las masas de agua en una de las cinco clases que propone la Directiva: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo.

Por otra parte, el estado químico de las masas de agua se evalúa mediante el control del cumplimiento de las normas de calidad Ambiental (ncA) aprobadas por el Real Decreto 60/2011, sobre normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, para las sustancias prioritarias y otros contaminantes (MAGRAMA, 2012).

En el anexo se recoge la información concreta de cómo evaluar el estado ecológico y químico de las aguas para conocer el estado o potencial ecológico de las mismas. (Ver Capítulo AIII: Anexo)

Capítulo IV

La depuración en la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid dispone, desde el año 1984, de una ley de abastecimiento y saneamiento del agua que establece las bases para la depuración de las aguas residuales generadas. Ese mismo año, Canal de Isabel II pasa a depender de la misma y se le encomiendan más servicios, con lo que la empresa asume desde ese año la totalidad de la gestión del ciclo integral del agua.

Aunque ya desde 1977 se habían ido construyendo estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) en la comunidad, fue en 1985 el momento clave en el inicio de la construcción de muchas otras, ya que se instauró el 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 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.

Ya 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 entidad se hace cargo de la gestión de todas las grandes depuradoras existentes en la capital, que dan servicio a seis millones y medio de usuarios. Gracias a todas estas infraestructuras de depuración, fruto del esfuerzo inversor de la empresa, se ha reducido la contaminación vertida a los ríos madrileños en una medida superior a lo establecido en la legislación vigente (Informe Anual, 2014).

A continuación, se explican detalladamente los procesos de depuración que se aplican en las diferentes estaciones depuradoras gestionadas por el Canal de Isabel II, (Canal de Isabel II Gestión, 2013). La clasificación de los mismos se ha realizado según el coste del proceso utilizado.

Los tratamientos de bajo coste son métodos de depuración utilizados para el tratamiento de aguas residuales en pequeños núcleos de población y poblaciones de tamaño medio. Comprenden una serie de tecnologías con unos costes de mantenimiento y explotación mucho más bajos que las de tipo convencional de las grandes depuradoras (Orozco, 2008).

Los tratamientos de tecnología puntera, son utilizados para las aguas residuales industriales, aunque también son aplicados en plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. Se dividen en diferentes categorías según la naturaleza del proceso utilizado, o, al igual que en aguas urbanas, según la secuencia de tratamiento o según el tipo de contaminantes que se pretende eliminar (Orozco, 2008).

Tabla 2: Tratamientos de depuración de bajo coste aplicados en las depuradoras del Canal de Isabel II

Nombre común	Proceso
Tratamientos de depuración de bajo coste	
Filtro verde	Son terrenos cubiertos de cultivos agrícolas o forestales (pastos, alfalfa, chopos…) sobre los que se disponen las aguas residuales. La depuración tiene lugar por la acción conjunta de las plantas, el suelo y los microorganismos presentes en el medio, por procesos de tipo físico, químico y biológico. Son sistemas de tratamiento utilizados en pequeños núcleos de población y poblaciones de tamaño medio.
Lecho de turba	Sistema de depuración que se basa en hacer circular el agua residual a través de una capa de turba, material carbonado proveniente de la degradación biológica de materia vegetal en condiciones de exceso de agua y falta de oxígeno, situada encima de otra capa de arena soportada a su vez por una de grava. La turba realiza procesos de filtración o retención mecánica y adsorción, semejantes a la aplicación de agua residual al suelo. El proceso se completa con una oxidación biológica realizada por los microorganismos que se fijan a la turba.
Aeración prolongada	Similar al de fangos activados convencional excepto en que precisa una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación. La aplicación de este tratamiento va dirigida a eliminar la DBO carbonosa (nitrificación).
Aeración prolongada con eliminación de nitrógeno	Debido a que el nitrógeno es un nutriente, los microbios presentes en los procesos de tratamiento tenderán a asimilar el nitrógeno amoniacal y a incorporarlo a su masa celular. Se trata de convertir el nitrógeno amoniacal en otros productos fácilmente separables del agua residual.
Biodiscos	Se trata de una serie de discos circulares donde los crecimientos biológicos se adhieren a su superficie hasta formar una película biológica. La rotación de los discos pone la biomasa en contacto con la materia orgánica presente en el agua residual y la atmósfera, para la adsorción de oxígeno. Su aplicación va dirigida a la eliminación de la DBO carbonosa, el 25% combinan la eliminación de la DBO con la nitrificación, y el 5% se emplean para la nitrificación de efluentes de tratamientos secundarios.
Lecho bacteriano	Consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual percola el agua residual. La materia orgánica presente se degrada por la acción de la población de microorganismos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Metcalf and Eddy, (1995).

(1) DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Tabla 3: Tratamientos de depuración de tecnología puntera aplicados en las depuradoras del Canal de Isabel II

Tratamientos de depuración punteros	
Biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación	El proceso consiste en que el residuo orgánico se introduce en un reactor, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión. La aplicación de este tratamiento va dirigida a eliminar la DBO carbonosa (nitrificación), se trata de la conversión biológica de la materia carbonosa del agua residual en tejido celular y en diversos productos gaseosos.
Biológico de fangos activados convencional	Consiste en que el residuo orgánico se introduce en un reactor, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión. La aplicación de este tratamiento va dirigida a eliminar la DBO carbonosa (nitrificación).
Biológico con reducción de nutrientes	Se trata de la eliminación biológica de los nutrientes presentes en el agua residual, como el nitrógeno y el fósforo, a través de métodos de coste relativamente bajo.
Biológico de fangos activados con selectores	Tratamiento para eliminación de la materia orgánica en la que además se reduce el crecimiento de organismos filamentosos, responsables principales del efecto indeseable provocado por el fango. La aplicación de este tratamiento es la eliminación nitrógeno y fósforo.
Biológico de fangos activados zonificados	Tratamiento por el cual el agua residual va pasando a lo largo de diferentes compartimentos dónde se produce la eliminación de la materia orgánica.
Biológico en dos etapas	Tratamiento que se divide en dos etapas con diferente oxigenación, una aerobia y la otra anaerobia.
Deshidratación de fangos en filtro banda	El fango es introducido en una zona donde la mayor parte del agua se elimina por gravedad, después este se comprime entre dos telas porosas opuestas donde experimenta presión baja, después va a otra zona de alta presión donde se somete a esfuerzos tangenciales a través de rodillos.
Deshidratación de fangos en centrifugadora	Hay dos tipos de centrífugas, la de camisa maciza, donde el fango se separa en una torta densa que contiene los sólidos y un líquido diluido y la centrífuga de cesta, cuyo uso está especialmente enfocado para plantas de pequeñas dimensiones, sirven para concentrar y deshidratar, sin adición de reactivos. El objetivo está en la reducción del contenido de humedad del fango.
Digestión de fangos aerobia	Los lodos se someten a una aireación prolongada, con tiempos de residencia hidráulicos entre 10-25 días; los microorganismos existentes en el reactor biológico producen una mineralización de la materia orgánica. Conforme se agota el suministro de residuo orgánico, los microorganismos empiezan a consumir su propio protoplasma para obtener la energía necesaria para las reacciones de mantenimiento celular.
Digestión anaerobia de fangos	Se trata de un proceso de depuración por descomposición biológica de la materia orgánica de los lodos en condiciones anaerobias, en ausencia de oxígeno disuelto. Se suele utilizar principalmente para aguas residuales industriales de alta carga orgánica o en el tratamiento de fangos de cualquier tipo de depuradora.

Fangos activos	Proceso en el que la biomasa permanece en suspensión en el seno del agua y se mantiene un aporte continuo de oxígeno para asegurar una buena biodegradación. El agua residual entra en contacto con fango que contiene la población bacteriana (fango activado), encargada de degradar la materia orgánica presente en el agua. La mezcla de agua residual y fango activado se produce en un tanque o cisterna de aireación, provisto de un sistema de aporte de oxígeno. Se suelen conseguir rendimientos de eliminación de DBO en torno al 90%.
Secado mecánico de fangos	Reducción del contenido de agua por vaporización de ésta al aire. Se aporta calor auxiliar para aumentar la capacidad de retención de vapor del aire ambiente y para proporcionar el calor latente necesario para la evaporación. Necesario en la fabricación de fertilizantes para que sea posible triturar el fango, para reducir su peso, y prevenir la continuación de la acción biológica
Deshidratación de fangos en eras de secado	El fango se extiende sobre la era y se deja secar, éste se va deshidratando por drenaje a través de la masa del fango y el lecho de la era. Una vez seco, se retira y se evacua a vertederos controlados o se utiliza como acondicionador de suelos.
Deshidratación de fangos con polielectrolito	Primera etapa del proceso de deshidratación que consiste en que el agua intersticial es eliminada por drenaje a través de un soporte filtrante, el fango ya tiene la consistencia suficiente para pasar a ser prensado
Físico-químico con adición de reactivos	Adición de productos químicos. Es una alternativa a los tratamientos biológicos de las aguas residuales urbanas.
Tratamiento terciario	Destrucción selectiva de los organismos que causan enfermedades.

Fuente: Elaboración propia a partir de Metcalf and Eddy, (1995).

Como ya se vio en el primer capítulo los métodos de tratamiento de las aguas residuales comenzaron a desarrollarse ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas provocadas por la descarga del agua residual al medio ambiente. Una forma de conseguir este objetivo fue la aplicación de medidas, como la implantación de normativas tanto a nivel europeo como estatal. El Canal de Isabel II, está obligado a cumplir con los requerimientos legislativos relativos a las aguas.

Según el último informe anual (2015) del Grupo Canal de Isabel II Gestión, no escatiman esfuerzos a la hora de contribuir a la consecución de los Objetivos del Milenio y las estrategias europeas y españolas de desarrollo sostenible. Su principal referencia es la DMA, que aporta una visión más completa e integradora de la gestión de las aguas.
En respuesta al Plan Hidrológico Nacional, el Canal ha evaluado, diseñado y planificado un extenso programa de medidas relacionadas con el abastecimiento, saneamiento y depuración, sistemas de control en EDAR y reutilización de las aguas depuradas en uso urbano o industrial.

Asimismo, el Canal Gestión dispone de procedimientos para la identificación y el acceso a los requisitos establecidos en las leyes ambientales y para la evaluación periódica de su cumplimiento, en el marco del sistema de gestión ambiental implantado y certificado. La Directiva Marco del Agua y su transposición a la normativa nacional en el Real Decreto 509/2007 establecen los objetivos de la calidad de las aguas de vertido en efluentes, definido en las Autorizaciones de Vertido de aguas residuales otorgadas a las 156 EDAR que gestionan.

Han puesto en marcha el Plan de empresa para la adaptación de determinadas plantas depuradoras a los requisitos de calidad de vertidos exigidos por la DMA, alcanzando en 2015 el grado comprometido del 80% en 147 de las 156 instalaciones, (Informe Anual, 2015).

Capítulo V

Análisis de los censos de vertidos autorizados en la Comunidad de Madrid

El sistema de depuración del Canal de Isabel II está constituido por 157 estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) repartidas en trece cuencas, por toda la Comunidad de Madrid. En un primer momento, se pretendía realizar un análisis de la calidad media del agua depurada en las estaciones pertenecientes al tramo desde Aranjuez hasta Toledo, entre las que se incluyen, la cuenca del Tajo, del Guadarrama y del Jarama. Además, se añadieron cinco de las seis cuencas afluentes del Jarama, la del Lozoya, Guadalix, Manzanares, Henares y Tajuña, debido a que la cuenca del Jaramilla no está gestionada por el Canal de Isabel II. La razón del análisis se debió a que, dependiendo de cómo sean las condiciones de las aguas de esos ríos influirán sobre las del Jarama y a su vez sobre las de los ríos del que este es afluente.

Esto no pudo ser posible debido a que la única información pública que facilita el Canal sobre las estaciones depuradoras es el municipio al que proporciona asistencia, el año de entrada al servicio, la capacidad de habitantes equivalentes de diseño, valor que da la Comunidad Europea para fijar un patrón de medida de la contaminación que produce la aportación de un habitante, y el tipo de tratamiento que se aplica en cada una.

Las circunstancias han ocasionado que se tenga que cambiar el tipo de análisis y que, en vez de que ser sobre calidad media del agua depurada, sea sobre el volumen de vertido concedido. Esto ha sido posible gracias a los datos procedentes de la concesión de vertidos que la Confederación Hidrográfica otorga a distintos titulares en toda la cuenca del Tajo. Uno de esos titulares es el Canal de Isabel II, por lo tanto, esta ha sido la única forma de conocer cuál es el volumen autorizado que vierte cada una de las estaciones pertenecientes a las cuencas estudiadas.

Solamente están publicados los censos de vertidos autorizados de 2014 y 2015, en los que se recoge el nombre del vertido, el titular, el municipio del vertido, la provincia del vertido, las coordenadas UTM, el medio receptor, la naturaleza del vertido, si es urbano o asimilable e industrial, las características del vertido expresadas en habitantes equivalentes, el volumen (m^3/año) y la naturaleza del medio receptor, si se trata de una zona sensible, normal.

Para facilitar la comprensión de la cantidad de vertidos autorizados que se producen en las estaciones de las cuencas estudiadas, se han realizado mapas de cada cuenca, a partir del sistema de información geográfica GvSIG, diferenciando el censo de vertidos autorizados en 2014 y 2015. En ellos, se pueden ver los municipios en los que se produce el vertido, representados en color verde, las masas de agua superficial, que son los medios receptores de los vertidos, en color azul y, los puntos rojos, representan las estaciones depuradoras donde se produce el vertido.

Seguidamente se incluye un breve resumen de cada una de ellas que se amplía con más información en el anexo, (Ver Capítulo AV: Anexo)

En la cuenca del Guadalix el Canal gestiona cinco estaciones depuradoras repartidas en cinco municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. El más destacado fue sobre el río Guadalix.

En la cuenca del Guadarrama el Canal gestiona 14 estaciones depuradoras repartidas en doce municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el Arroyo El Soto y el Arroyo Los Combos.

En la cuenca del Henares el Canal gestiona seis estaciones depuradoras repartidas en cuatro municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el río Henares.

En la cuenca del Jarama el Canal gestiona 31 estaciones depuradoras repartidas en 26 municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el arroyo Rejas y el río Jarama.

En la cuenca del Lozoya el Canal gestiona 30 estaciones depuradoras repartidas en 22 municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el río Lozoya.

En la cuenca del Manzanares el Canal gestiona 15 estaciones depuradoras repartidas en ocho municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron 13 vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el río Manzanares.

En la cuenca del Tajo el Canal gestiona siete estaciones depuradoras repartidas en siete municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. El más destacado fue sobre el río Tajo.

En la cuenca del Tajuña el Canal gestiona doce estaciones depuradoras repartidas en doce municipios. Durante 2014 y 2015 se produjeron el mismo número de vertidos autorizados que depuradoras hay. Los más destacados fueron sobre el río Tajuña y el arroyo Carcabillas.

A modo de resumen se han realizado dos mapas (Ver Figuras 4 y 5) en los que se incluyen todos los municipios de las cuencas estudiadas junto con el censo de vertidos autorizados y las aguas receptoras producidos en 2014 y 2015. La finalidad de la elaboración del mismo ha sido el hecho de poder tener un resumen del total de vertidos autorizados en el eje central de la cuenca del Tajo. Se han sumado cada uno de los volúmenes de vertido de cada estación depuradora.

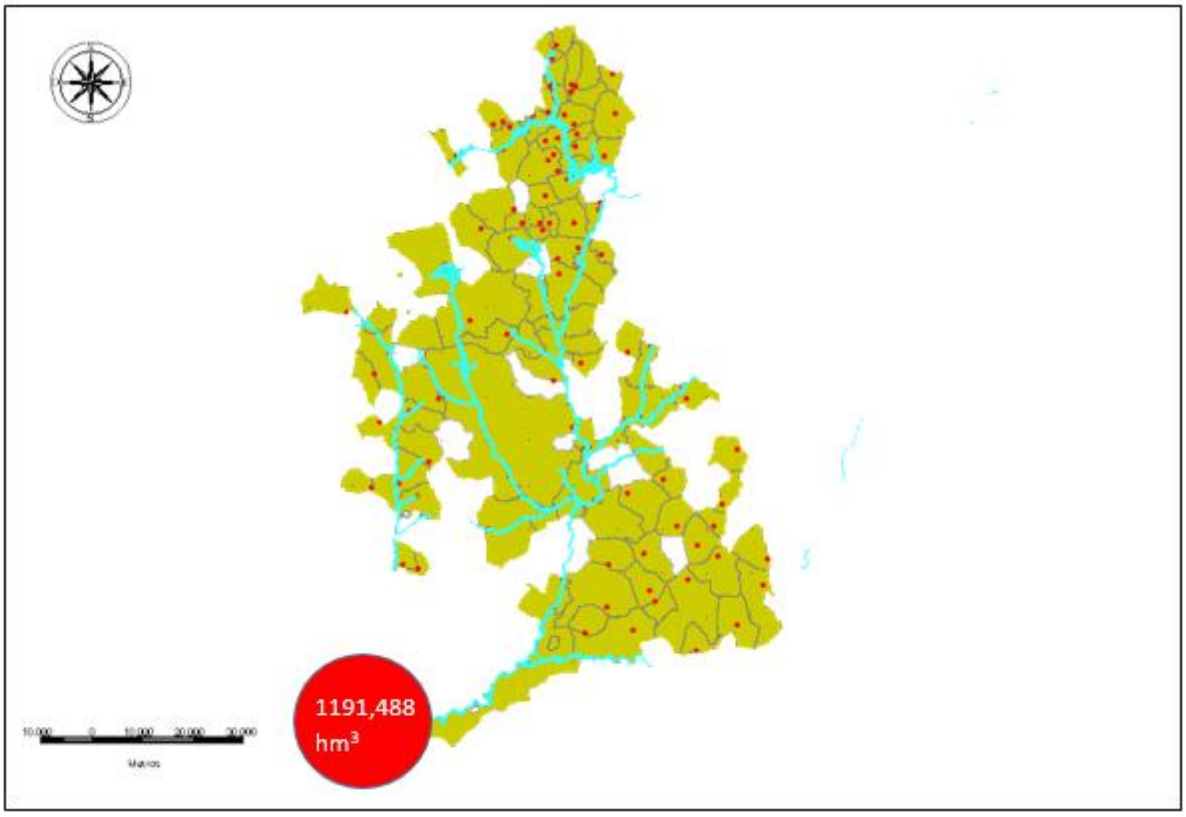


Figura 4: Mapa del censo de vertidos autorizados de todas las cuencas en 2014

Tabla 4: Hectómetros cúbicos procedentes de los vertidos autorizados de las cuencas estudiadas en 2014

Cuenca	**Hm³**
Guadalix	9,066
Guadarrama	132,239
Henares	44,839
Jarama	228,820
Lozoya	5,375
Manzanares	754,792
Tajo	9,44
Tajuña	6,917
Total	1191,488

El resultado que aparece en la Figura 4, tras haber sumado todos los vertidos autorizados realizados en 2014 en las cuencas estudiadas, fue de 1191, 488 hm^3/año.

Al igual que se mencionaba en la Figura 4, en la siguiente Figura se resume el total de vertidos autorizados realizados en las cuencas estudiadas durante 2015.

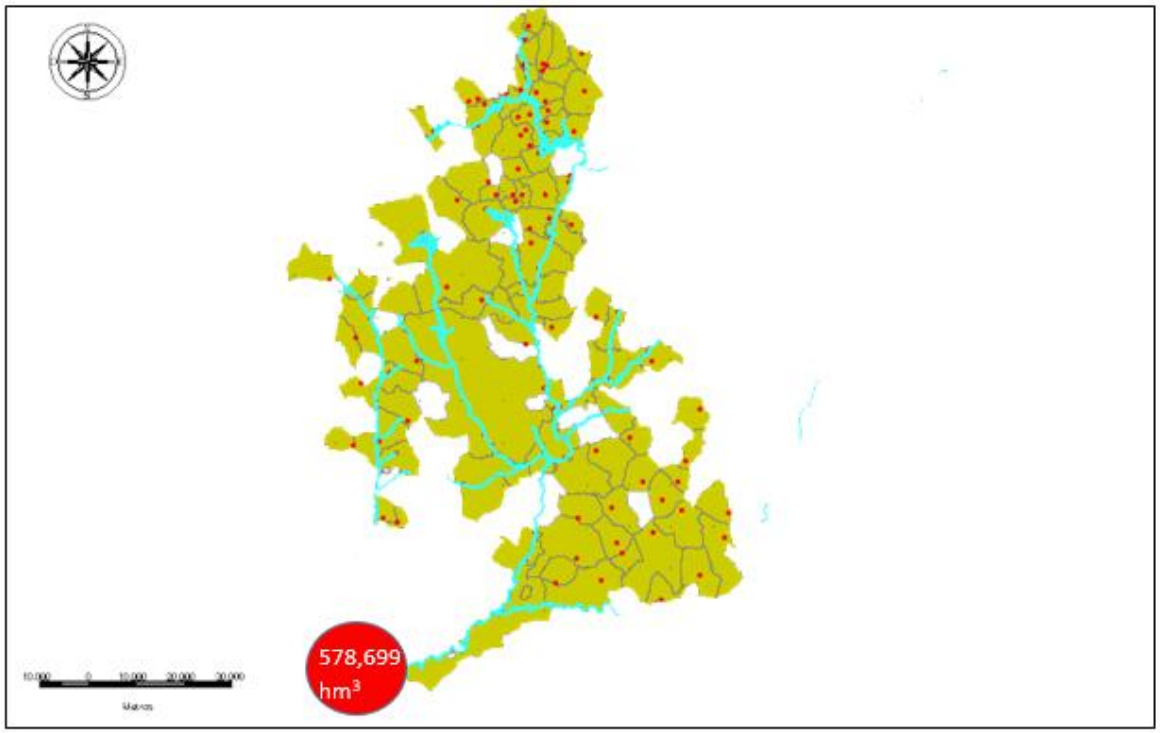


Figura 5: Mapa del censo de vertidos autorizados de todas las cuencas en 2015

Tabla 5: Hectómetros cúbicos procedentes de los vertidos autorizados de las cuencas estudiadas en 2015

Cuenca	**Hm³**
Guadalix	5,527
Guadarrama	65,978
Henares	25,583
Jarama	123,396
Lozoya	4,985
Manzanares	341,98
Tajo	6,283
Tajuña	4,967
Total	578,699

El volumen final que se vertió con autorización en 2015 fue de 578,699 hm^3/año.

A pesar de que el Canal de Isabel II no publique información sobre los valores de calidad de las estaciones de depuración que gestiona, en su último informe anual si se incluyeron los valores obtenidos en los tres últimos años de la calidad media del agua de entrada, del agua depurada, la carga contaminante eliminada para la DBO_5 y sólidos en suspensión, y el rendimiento de la depuración de la DBO_5, sólidos en suspensión, DQO, fósforo y nitrógeno. (Ver Tabla 6)

Tabla 6: Contaminación eliminada por Grupo Canal en 2014 y 2015.

	Canal Gestión		
	2014	**2015**	**Desviación %**
Calidad media del agua de entrada (mg/l)			
DBO_5	310	324	0,32
Sólidos en suspensión	274	282	3,79
Calidad media del agua depurada (mg/l)			
DBO_5	9	10	-10
Sólidos en suspensión	10	12	-16,67
Carga contaminante eliminada (tn/año)			
DBO_5	146,032	147,852	0,68
Sólidos en suspensión	132,777	127,254	5,47
Rendimiento de la depuración (% eliminado)			
DBO_5	97	97	-
Sólidos en suspensión	96	96	1,05
DQO	93	93	-
Fósforo	92	91	1,10
Nitrógeno	56	53	1,82

Fuente: Elaboración propia a partir de Canal Isabel II, 2015.

La calidad media del agua de entrada a las depuradoras en 2014 fue de 310 mg/l de DBO_5 y 274 mg/l de sólidos en suspensión. En 2015, fue de 324 mg/l de DBO_5 y 282 mg/l de sólidos en suspensión.

La calidad media del agua depurada en 2014 fue de 9 mg/l de DBO_5 y 10 mg/l de sólidos en suspensión. En 2015, fue de 10 mg/l de DBO_5 y 12 mg/l de sólidos en suspensión. La carga contaminante eliminada en 2014 fue de 146,032 tn/año de DBO_5 y 132,777 tn/año de sólidos en suspensión. En 2015, fue de 147,852 mg/l de DBO_5 y 127,254 tn/año de sólidos en suspensión.

El rendimiento de la depuración en valores de tanto por ciento eliminado fue en 2014 fue del 97% para la DBO_5, 96% sólidos en suspensión, 93% DQO, 92% fósforo y 56% de nitrógeno. En 2015 fue del 97% para la DBO_5, 95% sólidos en suspensión, 93% DQO, 91% fósforo y 53% de nitrógeno.

De los informes anuales de estos años se ha obtenido el valor del volumen depurado. En 2014 fue de 493,78 hm^3 y en 2015 de 463,82 hm^3. Con estos valores junto con los de calidad media del agua de entrada y la depurada se puede obtener la cantidad en, toneladas al año, que se vierten a las aguas superficiales sin depurar.

En 2014 se tenía una calidad media de entrada de 310 mg/l de DBO_5 y la calidad media del agua depurada fue de 9 mg/l de DBO_5. Multiplicando los mg/l que aún quedan en las aguas por el volumen depurado de ese año y pasándolo a toneladas, se obtiene la cantidad que de DBO_5 en las aguas de salida de las depuradoras. El valor fue de 4444,02 toneladas/año.

En cuanto a los sólidos en suspensión, se partía de una calidad media de entrada de 274 mg/l de sólidos en suspensión y la calidad media del agua depurada fue de 10 mg/l de sólidos en suspensión. Multiplicando esos mg/l que aún quedan en las aguas por el volumen depurado de ese año y pasándolo a toneladas, se obtiene la cantidad de sólidos en suspensión en las aguas de salida de las depuradoras. El valor fue de 4937,8 toneladas/año.

En 2015 se tenía una calidad media de entrada de 324 mg/l de DBO_5 y la calidad media del agua depurada fue de 10 mg/l de DBO_5. Multiplicando los mg/l que aún quedan en las aguas por el volumen depurado de ese año y pasándolo a toneladas, se obtiene la cantidad que de DBO_5 en las aguas de salida de las depuradoras. El valor fue de 4638,2 toneladas/año.

En cuanto a los sólidos en suspensión, se partía de una calidad media de entrada de 282 mg/l de sólidos en suspensión y la calidad media del agua depurada fue de 12 mg/l de sólidos en suspensión. Multiplicando esos mg/l que aún quedan en las aguas por el volumen depurado de ese año y pasándolo a toneladas, se obtiene la cantidad de sólidos en suspensión en las aguas de salida de las depuradoras. El valor fue de 5565,84 toneladas/año.

Conclusión

A lo largo del trabajo se ha observado que existen múltiples vías para que las aguas superficiales ya hubiesen obtenido las condiciones óptimas hace varios años, ya que por parte de los gobiernos y organismos gestores se aplican todos los requerimientos necesarios para que se cumplan con las indicaciones tanto europeas como estatales.

De la información extraída del censo de vertidos autorizados en 2014 y 2015 de las estaciones depuradoras de las cuencas estudiadas se ha comprobado que el volumen de vertido autorizado a las aguas superficiales es superior al volumen depurado que el Canal de Isabel II ha conseguido en esos mismos años. En 2014 el volumen depurado por el Canal fue de 493, 78 hm^3, y para ese mismo año los vertidos autorizados fueron de 1191, 488 hm^3. En 2015 disminuyó el volumen depurado a 463,82 hm^3 y el volumen de vertido autorizado fue de 578,699 hm^3.

En cuanto a la calidad media del agua depurada, en los últimos tres años se ha obtenido que las aguas de salida de las estaciones depuradoras del Canal contenían toneladas de carga de DBO_5 y sólidos en suspensión. En 2013 las aguas poseían una carga de 4934 toneladas de DBO_5 y 5920,8 toneladas de sólidos en suspensión. En 2014 fue de 4444,02 toneladas de DBO_5 y 4937,8 toneladas de sólidos en suspensión. Y en 2015, 4638,2 toneladas de DBO_5 y 5565,84 toneladas de sólidos en suspensión.

Si bien parece que los vertidos cumplen con la normativa de tratamiento de aguas residuales urbanas (Dir. 91/271/CEE), el nivel de calidad no es suficiente para alcanzar los objetivos medioambientales. Por ello, y si bien hasta el momento las autoridades competentes en la materia han realizado grandes inversiones en la mejora del tratamiento en depuración de las aguas residuales, es necesario continuar avanzando en la implantación de tratamientos más avanzados (ETI, 2010).

ANEXO I

Índice del Anexo I

Capítulo AII: Regulación relativa a las aguas y su depuración 37

Tabla A1: Indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico de los ríos 37

Tabla A2: Definición general de la calidad ecológica para ríos 38

Tabla A3: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores biológicos 39

Tabla A4: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores de calidad hidromorfológicos 41

Tabla A5: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores de calidad hidromorfológicos (1) 42

Tabla A6: Definiciones del potencial ecológico (óptimo, bueno, aceptable) de las masas de agua artificiales o muy modificadas 43

Tabla A7: Lista indicativa de los principales contaminantes 44

Tabla A8: Requerimientos de la Directiva 91/271/CEE 45

Tabla A9: Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas sujetos a lo dispuesto en los art. 4 y 5 de la presente Directiva 46

Tabla A10: Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas en zonas sensibles propensas a eutrofización 47

Tabla A11: Frecuencia de muestreo en vertidos de instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas 48

Apartados de la Directiva 91/271/CEE 49

Capítulo AIII: Criterios de calidad del agua 51

Estado ecológico 51

Tabla A12: Condiciones de referencia para la valoración del estado ecológico en cada tipología 52

Tabla A13: Parámetros analizados cada año en la estimación del estado químico 54

Figura A1: Esquema de valoración del estado ecológico 56

Estado químico 24

Capítulo AV: Análisis de los censos de vertidos autorizados en la Comunidad de Madrid 57

Cuenca del río Guadalix 58

Figura A2: Ubicación de la cuenca del río Guadalix 58

Tabla A14: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Guadalix 58

Figura A3: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Guadalix 60

Figura A4: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Guadalix 61

Cuenca del río Guadarrama 62

Figura A5: Ubicación de la cuenca del río Guadarrama 62

Tabla A15: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Guadarrama 62

Figura A6: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Guadarrama 66

Tabla A16: Localización de los vertidos autorizados de las depuradoras en la cuenca del río Guadarrama en 2014 66

Figura A7: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Guadarrama 68

Tabla A17: Localización de los vertidos autorizados de las depuradoras en la cuenca del río Guadarrama en 2015 68

Cuenca del río Henares 69

Figura A8: Ubicación de la cuenca del río Henares 69

Tabla A18: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Henares 69

Figura A9: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Henares 71

Figura A10: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Henares 72

Cuenca del río Jarama 73

Figura A11: Ubicación de la cuenca del río Jarama 73

Tabla A19: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Jarama 73

Figura A12: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Jarama 81

Tabla A20: Localización de los vertidos autorizados de las depuradoras en la cuenca del río Jarama en 2014 82

Figura A13: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Jarama 84

Tabla A21: Localización de los vertidos autorizados de las depuradoras en la cuenca del río Jarama en 2015 85

Cuenca del río Lozoya 86

Figura A14: Ubicación de la cuenca del río Lozoya 86

Tabla A22: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Lozoya 86

Figura A15: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Lozoya 93

Tabla A23: Localización de los vertidos autorizados de las depuradoras en la cuenca del río Lozoya en 2014 94

Figura A16: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Lozoya 96

Tabla A24: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Lozoya en 2015 97

Cuenca del río Manzanares 98

Figura A17: Ubicación de la cuenca del río Manzanares 98

Tabla A25: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Manzanares 98

Figura A18: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Manzanares... 102

Tabla A26: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Manzanares en 2014 102

Figura A19: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Manzanares... 104

Tabla A27: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Manzanares en 2015 104

Cuenca del río Tajo 105

Figura A20: Ubicación de la cuenca del río Tajo 105

Tabla A28: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Tajo 105

Figura A21: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Tajo 107

Tabla A29: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Tajo en 2014 107

Figura A22: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Tajo 108

Tabla A30: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Tajo en 2015 108

Cuenca del río Tajuña 109

Figura A23: Ubicación de la cuenca del río Tajuña 109

Tabla A31: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Tajuña 109

Figura A24: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Tajuña 112

Tabla A32: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Tajuña en 2014 112

Figura A25: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Tajuña 114

Tabla A33: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del río Tajuña en 2015 114

Capítulo AII: Regulación relativa a las aguas y su depuración

Tabla A1: Indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico de los ríos

Indicadores biológicos	
Composición y abundancia de la flora acuática Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados Composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica	
Indicadores hidromorfológicos que afectan a los indicadores biológicos	
Régimen hidrológico: caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas. Conexión con masas de agua subterránea Continuidad del río Condiciones morfológicas: variación de la profundidad y la anchura del río, estructura y sustrato del lecho del río, estructura de la zona de ribereña	
Indicadores químicos y fisicoquímicos que afectan a los indicadores biológicos	
Generales:	Contaminantes específicos:
Condiciones térmicas Condiciones de oxigenación Salinidad Estado de acidificación Condiciones nutricionales	Contaminación producida por todas las sustancias prioritarias cuyo vertido en la masa de agua se haya observado. Contaminación producida por otras sustancias cuyo vertido en cantidades significativas en la masa de agua se haya observado

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

Tabla A2: Definición general de la calidad ecológica para ríos.

	Indicador
Muy buen estado	No existen alteraciones antropogénicas de los valores de los indicadores de calidad fisicoquímica e hidromorfológicas correspondientes al tipo de masa de agua superficial, o existen alteraciones de muy escasa importancia, en comparación con los asociados normalmente con ese tipo en condiciones inalteradas. Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes a la masa de agua superficial reflejan los valores normalmente asociados con dicho tipo en condiciones inalteradas, y no muestran indicios de distorsión, o muestran indicios de escasa importancia.
Buen estado	Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes muestran valores bajos de distorsión causada por la actividad humana, pero sólo se desvían ligeramente de los valores normalmente asociados con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas.
Estado aceptable	Los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes al tipo de masa de agua superficial se desvían moderadamente de los valores normalmente asociados con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas. Los valores muestran signos moderados de distorsión causada por la actividad humana y se encuentran significativamente más perturbados que en las condiciones correspondientes al buen estado.

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

Las aguas que alcancen un estado inferior al aceptable se clasificarán como deficientes o malas:

- Las aguas que muestren indicios de alteraciones importantes de los valores de los indicadores de calidad biológicas correspondientes al tipo de masa de agua superficial y en que las comunidades biológicas pertinentes se desvíen considerablemente de las comunidades normalmente asociadas con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas, se clasificarán como deficientes.
- Las aguas que muestren indicios de alteraciones graves de los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes al tipo de masa de agua superficial y en que estén ausentes amplias proporciones de las comunidades biológicas pertinentes normalmente asociadas con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas, se clasificarán como malas.

Tabla A3: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores biológicos.

	Fitoplancton
Muy buen estado	La composición taxonómica del fitoplancton corresponde totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. La abundancia media de fitoplancton es totalmente coherente con las condiciones fisicoquímicas específicas del tipo y no puede alterar significativamente las condiciones de transparencia específicas del tipo. Las floraciones planctónicas se producen con una frecuencia e intensidad coherentes con las condiciones fisicoquímicas específicas del tipo.
Buen estado	Existen cambios leves en la composición y abundancia de los taxones planctónicos en comparación con las comunidades específicas del tipo. Dichos cambios no indican ningún crecimiento acelerado de algas que ocasione perturbaciones indeseables en el equilibrio de los organismos presentes en la masa de agua o en la calidad fisicoquímica del agua o del sedimento. Se puede producir un ligero incremento de la frecuencia e intensidad de las floraciones planctónicas específicas del tipo. La composición de los taxones planctónicos difiere moderadamente de las comunidades específicas del tipo.
Estado aceptable	La abundancia se encuentra moderadamente perturbada y puede llegar a producir una perturbación significativa indeseable en los valores de otros indicadores de calidad biológicos y fisicoquímicos. Se puede producir un incremento moderado de la frecuencia e intensidad de las floraciones planctónicas específicas del tipo. Durante los meses de verano se pueden producir floraciones persistentes.

	Macrófitos y organismos fitobentónicos
Muy buen estado	No existen cambios perceptibles en la abundancia media de macrófitos y de organismos fitobentónicos.
Buen estado	Existen cambios leves en la composición y abundancia de los taxones de macrófitos y de organismos fitobentónicos en comparación con las comunidades específicas del tipo. Dichos cambios no indican ningún crecimiento acelerado de organismos fitobentónicos.
Estado aceptable	La composición de los taxones de macrófitos y de organismos fitobentónicos difiere moderadamente de la comunidad específica del tipo y se encuentra significativamente más distorsionada que en el buen estado. Existen signos de cambios moderados en la abundancia media de macrófitos y de organismos fitobentónicos.

Fauna bentónica de invertebrados	
Muy buen estado	La composición y abundancia taxonómicas corresponden totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles no muestra ningún signo de alteración en comparación con los valores inalterados. El grado de diversidad de taxones de invertebrados no muestra ningún signo de alteración en comparación con los valores inalterados.
Buen estado	Existen leves cambios en la composición y abundancia de los taxones de invertebrados en comparación con las comunidades específicas del tipo. El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles muestra una leve alteración en comparación con los valores específicos del tipo. El grado de diversidad de taxones de invertebrados muestra signos leves de alteración con respecto a los valores específicos del tipo.
Estado aceptable	La composición y abundancia de los taxones de invertebrados difieren moderadamente de las comunidades específicas del tipo. Están ausentes los grupos taxonómicos principales de la comunidad específica del tipo. El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles y el grado de diversidad son considerablemente inferiores al grado específico del tipo y significativamente inferiores al buen estado.

Fauna ictiológica	
Muy buen estado	La composición y abundancia de especies corresponden totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. Están presentes todas las especies sensibles a las perturbaciones específicas del tipo. Las estructuras de edad de las comunidades ictiológicas muestran pocos signos de perturbaciones antropogénicas y no son indicativas de que una especie concreta no logre reproducirse o desarrollarse.
Buen estado	Existen leves cambios en la composición y abundancia de las especies en comparación con las comunidades específicas del tipo atribuibles a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicas e hidromorfológicas. Las estructuras de edad de las comunidades ictiológicas muestran signos de perturbaciones atribuibles a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicos o hidromorfológicos, y, en algunos casos, son indicativas de que una especie concreta no logra reproducirse o desarrollarse, hasta el punto de que algunos grupos de edad pueden estar ausentes.
Estado aceptable	La composición y abundancia de las especies ictiológicas difieren moderadamente de las comunidades específicas del tipo, lo que se puede atribuir a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicos o hidromorfológicos. La estructura de edad de las comunidades ictiológicas muestra signos importantes de perturbaciones antropogénicas, hasta el punto de que una proporción moderada de especies específicas del tipo esté ausente o muestre una presencia muy escasa.

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

Tabla A4: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores de calidad hidromorfológicos.

	Régimen hidrológico
Muy buen estado	El caudal y la hidrodinámica del río y la conexión resultante a aguas subterráneas reflejan total o casi totalmente las condiciones inalteradas.
Buen estado	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos

	Continuidad de los ríos
Muy buen estado	La continuidad de los ríos no sufre perturbaciones ocasionadas por actividades antropogénicas y permite que no se vean perturbados la migración de organismos acuáticos y el transporte de sedimentos.
Buen estado	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.
	Condiciones morfológicas
Muy buen estado	Los modelos de canales, las variaciones de anchura y de profundidad, las velocidades del flujo, las condiciones del sustrato y la estructura y condición de las zonas ribereñas corresponden totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas.
Buen estado	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

Tabla A5: Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos. Indicadores de calidad fisicoquímicos (1).

	Condiciones generales
Muy buen estado	Los valores de los indicadores fisicoquímicos corresponden totalmente, o casi totalmente, a las condiciones inalteradas. Las concentraciones de nutrientes permanecen dentro de las condiciones inalteradas. Los valores de salinidad, pH, balance de oxígeno, capacidad de neutralización de ácidos y temperatura no muestran signos de perturbaciones antropogénicas y permanecen dentro de las condiciones inalteradas.
Buen estado	La temperatura, el balance de oxígeno, el pH, la capacidad de neutralización de ácidos y la salinidad no alcanzan valores que se encuentren fuera de la gama establecida para garantizar el funcionamiento del ecosistema específico del tipo y la consecución de los valores especificados anteriormente correspondientes a los indicadores de calidad biológicos. Las concentraciones de nutrientes no rebasan los valores establecidos para garantizar el funcionamiento del ecosistema y la consecución de los valores especificados anteriormente correspondientes a los indicadores de calidad biológicos.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.
	Contaminantes específicos sintéticos
Muy buen estado	Concentraciones cercanas a 0 y, al menos, por debajo de los límites de detección de las técnicas analíticas más avanzadas de uso general.
Buen estado	Concentraciones que no rebasan las normas establecidas de conformidad con el procedimiento especificado en la Directiva.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos
	Contaminantes específicos no sintéticos
Muy buen estado	Concentraciones que permanecen dentro de las condiciones inalteradas (valores de base = bgl).
Buen estado	Concentraciones que no rebasan las normas establecidas de conformidad con el procedimiento especificado en la Directiva.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

(1) Se utilizan las siguientes abreviaturas: bgl = nivel de base.

Tabla A6: Definiciones del potencial ecológico (óptimo, bueno, aceptable) de las masas de agua artificiales o muy modificadas.

	Indicadores de calidad biológica
Muy buen estado	Los valores de los indicadores de calidad biológicos pertinentes reflejan, en la medida de lo posible, los correspondientes al tipo de masa de agua superficial más estrechamente comparable, dadas las condiciones físicas resultantes de las características artificiales o muy modificadas de la masa de agua.
Buen estado	Se observan leves cambios en los valores de los indicadores de calidad biológicos pertinentes en comparación con los valores que presenta el óptimo potencial ecológico.
Estado aceptable	Se observan cambios moderados en los valores de los indicadores de calidad biológicos pertinentes en comparación con los valores que presenta el óptimo potencial ecológico. Los valores se encuentran significativamente más alterados que los presentes en las masas de agua en buen estado.
	Indicadores hidromorfológicos
Muy buen estado	Las condiciones hidromorfológicas son coherentes con el hecho de que las únicas incidencias producidas en la masa de agua superficial sean las causadas por las características artificiales o muy modificadas de la masa de agua una vez que se han tomado todas las medidas de atenuación viables para permitir la mejor aproximación a la continuidad ecológica, en particular con respecto a la migración de la fauna y a la existencia de zonas de reproducción y lugares de incubación adecuados.
Buen estado	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.
	Condiciones generales
Muy buen estado	Los indicadores fisicoquímicos corresponden total o casi totalmente a los de condiciones inalteradas correspondientes al tipo de masa de agua superficial más estrechamente comparable a la masa de agua artificial o fuertemente modificada de que se trate. Las concentraciones de nutrientes se mantienen dentro de los márgenes normales correspondientes a condiciones inalteradas. Los valores de temperatura, balance de oxígeno y pH corresponden a los que se observan en los tipos de masa de agua superficial más estrechamente comparables en condiciones inalteradas.
Buen estado	Los valores de los elementos fisicoquímicos se encuentran dentro de los márgenes establecidos de tal manera que garantizan el funcionamiento del ecosistema y la consecución de los valores especificados más arriba para los indicadores de calidad biológicos. Ni la temperatura ni el pH se sitúan fuera de los márgenes establecidos para garantizar el funcionamiento del ecosistema y la observación de los valores especificados más arriba para los indicadores de calidad biológicos. Las concentraciones de nutrientes no exceden los valores establecidos de tal manera que garantizan el funcionamiento del ecosistema y la observación de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.

	Contaminantes sintéticos específicos
Muy buen estado	Concentraciones cercanas a 0 o al menos por debajo de los límites de detección de las técnicas de análisis más avanzadas de uso general.
Buen estado	Concentraciones que no superen las normas establecidas de acuerdo con el procedimiento especificado en la Directiva.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.
	Contaminantes no sintéticos específicos
Muy buen estado	Concentraciones dentro de los márgenes que corresponden normalmente a las condiciones inalteradas encontradas en el tipo de masa de agua superficial más estrechamente comparable a la masa de agua artificial o muy modificada de que se trate (valores de base = bgl).o muy modificadas de la masa de agua una vez que se han tomado todas las medidas de atenuación viables para permitir la mejor aproximación a la continuidad ecológica, en particular con respecto a la migración de la fauna y a la existencia de zonas de reproducción y lugares de incubación adecuados.
Buen estado	Concentraciones que no superen las normas establecidas de acuerdo con el procedimiento especificado en la Directiva.
Estado aceptable	Condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

(1) La aplicación de las normas derivadas de conformidad con el presente protocolo no requerirá la reducción de las concentraciones de contaminantes por debajo de los niveles de base.

Tabla A7: Lista Indicativa de los principales contaminantes.

Compuestos organohalogenados y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático.
Compuestos organofosforados
Compuestos organoestánnicos.
Sustancias y preparados, o productos derivados de ellos, cuyas propiedades cancerígenas, mutágenas o que puedan afectar a la tiroides, esteroidogénica, a la reproducción o a otras funciones endocrinas en el medio acuático o a través del medio acuático estén demostradas.
Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes y bioacumulables.
Cianuros.
Metales y sus compuestos.
Arsénico y sus compuestos
Biocidas y productos fitosanitarios.
Materias en suspensión.
Sustancias que contribuyen a la eutrofización (en particular nitratos y fosfatos).
Sustancias que ejercen una influencia desfavorable sobre el balance de oxígeno (y computables mediante parámetros tales como DBO o DQO).

Fuente: Elaboración propia a partir de Directiva 2000/60/CEE

Tabla A8: Requerimientos de la Directiva 91/271/CEE.

NORMALES	Aguas dulces y estuarios	T. adecuado Dic-05 Art.7	T. secundario (1) Dic-05 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.
	Aguas costeras	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.
SENSIBLES	Aguas dulces y estuarios	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. secundario (1) Dic-05 Art. 4.1.	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.
	Aguas costeras	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.	T. más riguroso (2) Dic. 98 Art. 5.2.
MENOS SENSIBLES	Estuarios	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. menos riguroso (2) Dic-05 Art.5.2	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.
	Aguas costeras	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. adecuado Dic-05 Art. 7	T. menos riguroso (2) Dic-05 Art.5.2	T. menos riguroso (2) Dic-05 Art.5.2	T. secundario (1) Dic-00 Art. 4.1.

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de interpretación y elaboración de informes de la Directiva 91/271/CEE.

(1) Zonas de alta montaña > 1500 m. de altitud. Tratamiento secundario menos riguroso para DBO_5 y Sólidos en suspensión, incluso en caso de requerir tratamiento más riguroso de N y/o P.

(2) El tratamiento menos riguroso, indicado para zonas menos sensibles, deberá ser equivalente como mínimo a un tratamiento primario.

Tabla A9: Requisitos por los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas sujetos a lo dispuesto en los artículos 4 y 5 de la presente Directiva.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5 a 20º C) sin nitrificación. (2)	
Concentración	25 mg/l O_2
Porcentaje mínimo de reducción (1)	70-90 40 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4.
Método de medida de referencia	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de 5 días de incubación a 20º C +- 1 º C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de nitrificación.
Demanda química de oxígeno (DQO)	
Concentración	125 mg/l O_2
Porcentaje mínimo de reducción (1)	75
Método de medida de referencia	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico.
Total de sólidos en suspensión	
Concentración	35 mg/l (3) 35 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 e-h) 60 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 2000 a 10.000 e-h)
Porcentaje mínimo de reducción (1)	90 mg/l (3) 90 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 10.000 e-h) 70 de conformidad con el apartado 2 del artículo 4 (más de 2000 a 10.000 e-h) .
Método de medida de referencia	-Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 º C y pesaje. -Centrifugación de una muestra representativa (durante 5 minutos como mínimo, con una aceleración media de 2800 a 3200 g), secado a 105 º C y pesaje

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de interpretación y elaboración de informes de la Directiva 91/271/CEE.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.
(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO 5 y el parámetro sustitutivo.
(3) Este requisito es optativo.
Los análisis de vertidos procedentes de fosos de fermentación se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, las concentraciones de sólidos totales en suspensión en las muestras de aguas sin filtrar no deberán superar los 150 mg/l.

Tabla A10: Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles propensas a eutrofización.

	Fósforo total
Concentración	2 mg/l (de 10.000 a 100.000 e-h) 1 mg/l (más de 100.000 e-h)
Porcentaje mínimo de reducción (1)	80
Método de medida de referencia	Espectrofotometría de absorción molecular.
	Nitrógeno total (2)
Concentración	15 mg/l (de 10.000 a 100.000 e-h) (3) 10 mg/l (más de 100.000 e-h) (3)
Porcentaje mínimo de reducción (1)	70-80
Método de medida de referencia	Espectrofotometría de absorción molecular.

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de interpretación y elaboración de informes de la Directiva 91/271/CEE.

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.
(2) Nitrógeno total equivale a la suma de nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito.
(3) Estos valores de concentración constituyen medias anuales según el punto D.4.c) del anexo I. No obstante, los requisitos relativos al nitrógeno pueden comprobarse mediante medias diarias cuando se demuestre, de conformidad con el punto D.1 del anexo I, que se obtiene en mismo nivel de protección. En ese caso, la media diaria no deberá superar los 20 mg/l de nitrógeno total para todas las muestras, cuando la temperatura del efluente del reactor biológico sea superior o igual a 12 ºC. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales.

Tabla A11: Frecuencia de muestreo en vertidos de instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas

Tamaño de la instalación	Número mínimo anual de muestras
2000 ≤ h-e < 10.000	12 (a)
10.000 ≤ h-e < 50.000	12
h-e ≥ 50.000	24

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de interpretación y elaboración de informes de la Directiva 91/271/CEE.

(a) Durante el primer año. En años sucesivos 4 muestras/año, siempre que pueda demostrarse que el vertido durante el primer año es conforme a lo establecido en la normativa; si una de las cuatro muestras resultara no conforme, se tomarán 12 muestras el siguiente año.

Apartados de la Directiva 91/271/CEE

Clasificación de zonas de vertido

Zonas sensibles:

a) Ríos, lagos o embalses que sean eutróficos o puedan llegar a serlo en un futuro próximo.
b) Aguas dulces destinadas a la obtención de agua potable.
c) Zonas en las que es necesario un tratamiento adicional para cumplir con las Directivas del consejo.

Estas zonas requieren un mayor control de la contaminación y, por tanto, los vertidos realizados a ellas deben cumplir requisitos adicionales. (Ortega, 2012)

Zonas menos sensibles:

Donde los vertidos no tengan efectos negativos sobre el medio ambiente debido a la morfología, hidrología o condiciones hidráulicas existentes en la zona. Algunos ejemplos son, bahías abiertas, estuarios con un buen intercambio de agua y que no tengan eutrofización o agotamiento de oxígeno, o en las que no se espere que vayan a desarrollarse ambos eventos. (Ortega, 2012).

Zonas normales: El resto.

Clasificación de tratamientos de depuración

En la Tabla A8 (Anexo) se resumen los requerimientos establecidos en la Directiva 91/271/CEE. Como puede apreciarse, en función de la zona en la que se realice el vertido (normal, sensible o menos sensible) y del número de habitantes equivalentes de la aglomeración urbana, se exige un tipo de tratamiento, que debe estar en funcionamiento en la fecha indicada en la Tabla. (Dir. 91/271/CEE, 21 de mayo de 1991).

Tratamientos de depuración en zonas normales

-Tratamiento adecuado: el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias.

-Tratamiento secundario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos (Ver Tabla A9: Anexo)

Tratamientos de depuración en zonas sensibles

-Tratamiento adecuado: el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias.
-Tratamiento secundario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos (Ver Tabla A9: Anexo).
-Tratamiento más riguroso: Proceso que además de eliminar la DBO_5, DQO y sólidos en suspensión, también elimina nutrientes como el nitrógeno (N) y el fósforo (P), o incluso ambos. (Ver Tabla A10: Anexo).

Tratamientos de depuración en zonas menos sensibles

- Tratamiento adecuado: el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias.
-Tratamiento primario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico y/o químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO_5 de las aguas residuales que entren se reduzca por lo menos en un 20 % antes del vertido y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca por lo menos en un 50 %.
-Tratamiento secundario: el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria, u otro proceso en el que se respeten los requisitos (Ver Tabla A9: Anexo).

Capítulo AIII: Criterios de calidad del agua

Estado ecológico

En la mencionada directiva, el estado ecológico se define como una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, que se clasifica con arreglo al anexo V en 5 clases de calidad (Dir. 2000/60/CEE, 23 de octubre de 2000). Existen tres aproximaciones para poder valorar el estado ecológico. Una se basa en las disposiciones incluidas en la DMA, otra se consigue por aproximaciones científicas más amplias que incluyen aspectos diferentes y, por último, la propia apreciación de la sociedad. Las herramientas que se suelen utilizar en las valoraciones son los indicadores de calidad del agua. Estos son valores numéricos que engloban diferentes parámetros de calidad del agua que son indicadores de su contaminación. Hay tres grandes grupos de indicadores, los físico-químicos (oxígeno, conductividad, pH, DBO_5, nitrato, amonio, fósforo total), biológicos (IBMWP, en relación con macroinvertebrados), e hidromorfológicos (QBR, en relación al índice del bosque de ribera).

Para poder obtener el valor numérico se deben realizar muestreos de las condiciones físico químicas, biológicas e hidromorfológicas actuales de la masa de agua de estudio y, una vez obtenidos los datos, se debe obtener la desviación de los índices de calidad respecto a las condiciones de referencia. Para cada tipo de ecosistema acuático existen unas condiciones de referencia, (Ver Tablas A12, A13). Para ello se calcula el cociente de calidad ecológica EQR (Ecological Quality Ratio), también llamado Ratio de Calidad ecológica (RCE) mediante la siguiente fórmula:

$$EQR = \frac{VO}{VR}; 0 < EQR < 1$$

Siendo:

V_O = valor observado del parámetro biológico en una estación

V_R = valor de referencia del parámetro biológico en la tipología al que pertenece la masa en la que se ubica la estación objeto de estudio

Los valores cercanos a 1 indican un muy buen estado del indicador, mientras que los valores próximos a cero corresponden con un mal estado. En algunas ocasiones se han obtenido valores superiores a 1. Esto indica que los resultados obtenidos superan los valores de las condiciones de referencia. A partir de los datos obtenidos, se pueden seguir diagramas de decisión del tipo “one out, all out”, en el que, en función de la respuesta se obtendrá un resultado diferente en la definición del estado ecológico de esa masa de agua, (MAGRAMA, 2012). (Ver Figura A1)

Tabla A12: Condiciones de referencia para la valoración del estado ecológico en cada tipología

ELEMENTO	INDICADOR	CR	Lim MB-B	Lim B-Mo	Lim Mo-D	Lim D-Ma
TIPOLOGÍA 1: RÍOS DE LLANURAS SILÍCEAS DEL TAJO Y DEL GUADIANA						
Organismos fitobentónicos	IPS	13	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	75	--	--	--	--
Condiciones Morfológicas	IHF	61,5	0,91	--	--	--
Condiciones Morfológicas	QBR	80	0,81	--	--	--
Condiciones de oxigenación	Oxígeno (mg/l)	8,8	7,5	6,60	--	--
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	160	< 320	< 600	--	--
Estado acidificación	pH	7,7	6,9 - 8,5	6,2 - 9	--	--
TIPOLOGÍA 5: RÍOS MANCHEGOS						
Organismos fitobentónicos	IPS	14,9	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	90,0	--	--	--	--
Condiciones de oxigenación	Oxígeno (mg/l)	10,2	8,60	7,60	--	--
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	900,0	550 - 1400	400 - 2200	--	--
Estado acidificación	pH	8,4	7,6 - 9	6,7 - 9	--	--
TIPOLOGÍA 8: RÍOS DE BAJA MONTAÑA MEDITERRÁNEA SILÍCEA						
Organismos fitobentónicos	IPS	13	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	171	--	--	--	--
Condiciones Morfológicas	IHF	73	0,93	--	--	--
Condiciones Morfológicas	QBR	100	0,79	--	--	--
Condiciones de oxigenación	Oxígeno (mg/l)	9	7,60	6,70	--	--
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	200	< 400	< 500	--	--
Estado acidificación	pH	7,9	7,1 - 8,7	6,3 - 9	--	--
TIPOLOGÍA 11: RÍOS DE MONTAÑA MEDITERRÁNEA SILÍCEA						
Organismos fitobentónicos	IPS	16,5	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	180	--	--	--	--
Condiciones Morfológicas	IHF	72	0,92	--	--	--
Condiciones Morfológicas	QBR	87,5	0,89	--	--	--
Condiciones de oxigenación	Oxígeno (mg/l)	10	8,50	7,50	--	--
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	80	<250	<400	--	--
Estado acidificación	pH	8,1	7,3-8,9	6,5-9	--	--

TIPOLOGÍA 12: RÍOS DE MONTAÑA MEDITERRÁNEA CALCÁREA						
Organismos fitobentónicos	IPS	17	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	150	--	--	--	--
Condiciones Morfológicas	IHF	74	0,81	--	--	--
Condiciones Morfológicas	QBR	85	0,82	--	--	--
Condiciones de oxigenación	Oxígeno (mg/l)	9,7	8,20	7,20	--	--
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	510	300-1000	250-1500	--	--
Estado acidificación	pH	8,2	7,4-9	6,5-9	--	--
TIPOLOGÍA 24: GARGANTAS DE GREDOS-BÉJAR						
Organismos fitobentónicos	IPS	--	--	--	--	--
Invertebrados bentónicos	IBMWP	210	--	--	--	--
Condiciones Morfológicas	IHF	78	0,78	--	--	--
Condiciones Morfológicas	QBR	80	0,88	--	--	--

CR: condición de referencia; Lim: Límite; MB: muy bueno; B: bueno; Mo: moderado; D: deficiente; Ma: Malo

Fuente: MAGRAMA, 2012.

Tabla A13: Parámetros analizados cada año en la estimación del estado químico.

Parámetro	AÑOS 2007 A 2009
Alacloro	X
Antraceno	X
Atrazina	X
Benceno	X
Difeniléteres bromados	X
Cadmio y sus compuestos	X
Tetracloruro de carbono (Tetraclorometano)	X
Clorfenvinfós	X
Clorpirifós (Clorpirifós etil)	X
Plaguicidas de tipo ciclodieno	X
Aldrín	X
Dieldrín	X
Endrin	X
Isodrín	X
DDT total	X
p,p-DDT	X
1,2 dicloroetano	X
Diclorometano	X
Diurón	X
Endosulfan	X
Fluoranteno	X
Hexaclorobenceno	X
Hexaclorobutadieno	X
Hexaclorociclohexano (Gamma xCH) (Lindano)	X
Isoproturón	X
Plomo y sus compuestos	X
Mercurio y sus compuestos	X
Naftaleno	X
Níquel y sus compuestos	X
Nonilfenol (4-Nonilfenol)	X
Octilfenol ((4-(1,1,3,3- tetrametilbutil)fenol))	X
Pentaclorobenceno	X
Pentaclorofenol	X
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	X

Benzo(a)pireno	X
Benzo(b)fluoranteno	X
Benzo(k)fluoranteno	X
Benzo(g,h,i)perileno	X
Indeno(1,2,3-cd)pireno	X
Simazina	X
Tetracloroetileno	X
Tricloroetileno	X
Comp. de tributilestaño (Catión de tributilestaño)	X
Triclorobencenos	X
Triclorometano (Cloroformo)	X
Trifluralina	X

Fuente: MAGRAMA, 2012.

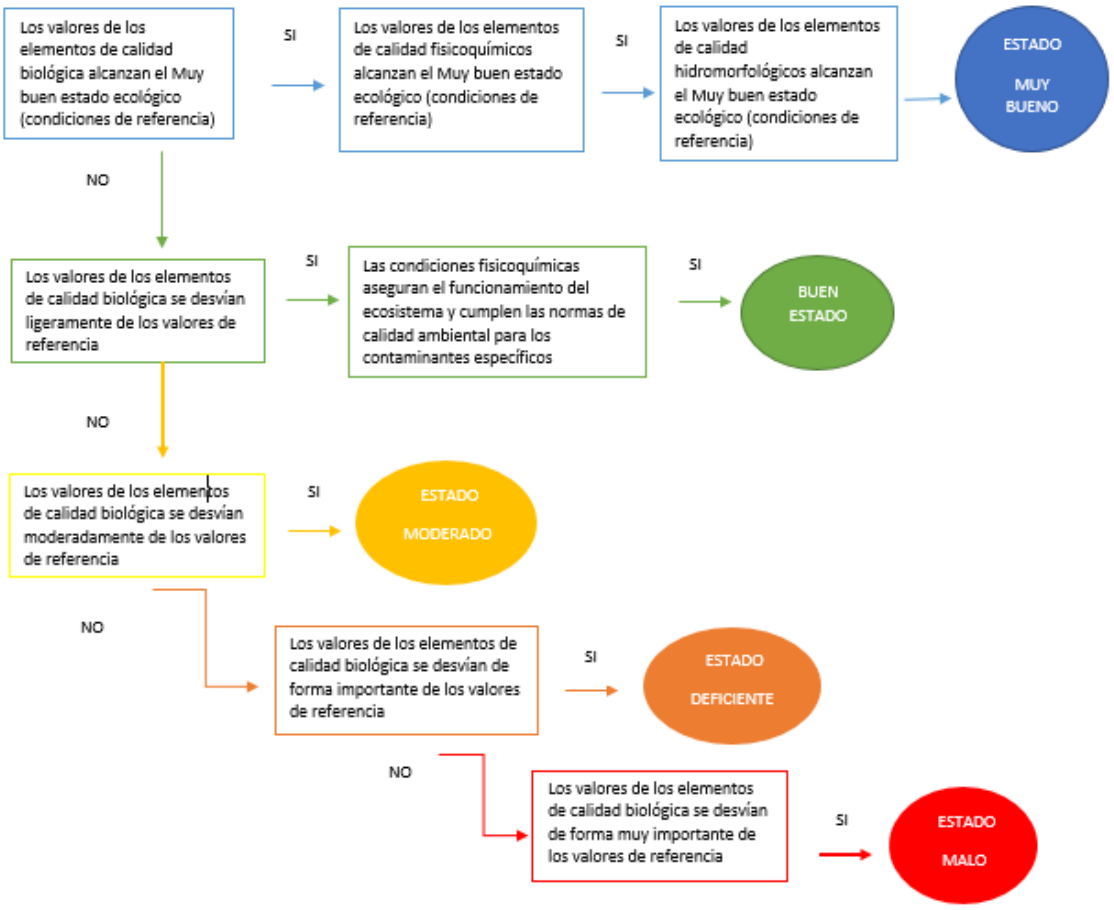


Figura A1: Esquema de valoración del estado ecológico. Fuente: Elaboración propia a partir del Plan Hidrológico, 2016.

Estado químico

De acuerdo con la DMA, el estado químico, es una expresión del grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental establecidas reglamentariamente para los contaminantes presentes en una masa de agua superficial. Así, el estado químico es evaluado en base a las Normas de Calidad Ambiental (NCA), (Dir. 2008/105/CE, 16 de diciembre; RD 60/2011, 21 de enero), aplicables a las concentraciones de sustancias prioritarias en las aguas superficiales, sedimentos y biota, clasificándose como "bueno" o como "no se alcanza el buen estado químico".

Los parámetros analizados, para el control del estado químico, en las estaciones de control que forman parte de la red de sustancias peligrosas son las 33 sustancias prioritarias y "otros contaminantes" incluidos en el Anexo I del RD 60/2011. En la siguiente tabla se muestran los parámetros analizados cada año (Ver Tabla 3: Anexo).

Se considera que una masa de agua no alcanza el buen estado químico cuando en cualquiera de los puntos de muestreo utilizados para representar su calidad, se da alguna de las siguientes circunstancias:

- La media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año en cada punto de control supere la NCA-MA.
- Algún valor puntual esté por encima de la NCA-CMA.
- Si se supera alguna de las NCA para la biota.

Aplicando las NCA del RD 60/2011, se obtiene la clasificación como buen estado químico o no alcanza el buen estado químico. Si no se han medido sustancias peligrosas en otras estaciones de control fisicoquímicas es porque se presupone su inexistencia y, por tanto, el estado químico en bueno. (MAGRAMA, 2012).

Capítulo AV: Análisis de los censos de vertidos autorizados en la Comunidad de Madrid

Cuenca del río Guadalix

Figura A2: Ubicación de la cuenca del río Guadalix

Tabla A14: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Guadalix

Estación cuenca del río Guadalix	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Bustarviejo	Bustarviejo	1993	20.000	1,095	0,92	Arroyo Caragüeña
Guadalix de la Sierra	Guadalix de la Sierra	1979 (ampliación 1993)	17.500	1,277	0,987	Río Guadalix
Miraflores	Miraflores	1992	20.000	3,65	1,496	Río Guadalix
Navalafuente	Navalafuente	1996	6.300	0,22	0,302	Arroyo Caragüeña
San Agustín de Guadalix	San Agustín de Guadalix	1990 (ampliación 2008)	30.000	2,824	1,822	Río Guadalix

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR de Bustarviejo toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1993, su diseño da asistencia a 20.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados en 2014 se vertieron 1,095 hm^3 al Arroyo Caragüeña, en 2015 se redujo la concentración siendo de 0,92 hm^3 al mismo arroyo. La naturaleza del medio receptor es de categoría I, es decir, significa que se produce sobre un medio sensible. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Guadalix de la Sierra, toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1979, siendo la más antigua de esta cuenca, tiempo después se modificaron las instalaciones y se reincorporó de nuevo en 1993. Su diseño da asistencia a 17.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 1,277 hm^3 al río Guadalix, en 2015 se redujo la concentración siendo de 0,987 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación, la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Miraflores se encuentra en el municipio de Miraflores de la Sierra, su entrada en servicio fue en 1992 y su diseño da asistencia a 20.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 3,65 hm^3 al río Guadalix, en 2015 se redujo la concentración siendo de 1,496 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el fisicoquímico con adición de reactivos y biológico de fangos activados convencional, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Navalafuente toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1996 y su diseño da asistencia a 6.300 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,22 hm^3 al arroyo Caragüeña, en 2015 se redujo la concentración siendo de 0,302 hm^3 en el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación y la deshidratación de fangos.

La EDAR San Agustín de Guadalix toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1990, durante un tiempo se realizaron mejoras y fue en 2008 cuando se reincorporó de nuevo. Su diseño da asistencia a 30.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 2,284 hm^3 al río Guadalix, en 2015 se redujo la concentración siendo de 1,822 hm^3 en el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el fisicoquímico con biológico de fangos activados convencional, la digestión de fangos aerobia, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

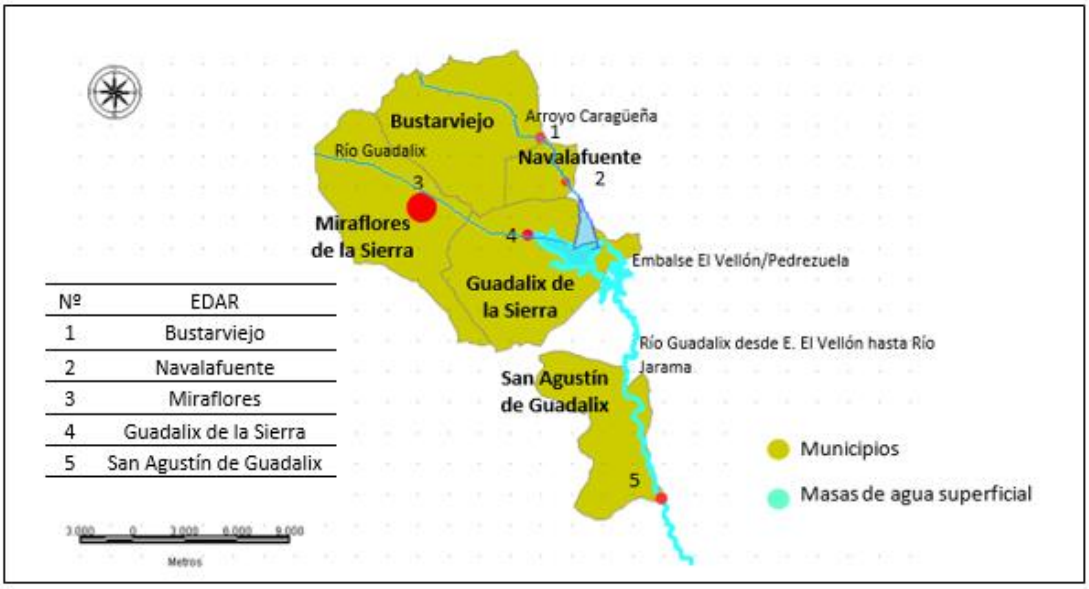


Figura A3: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Guadalix.

Tal y como se ve en la Figura A3, a lo largo de la cuenca del río Guadalix, se realizaron cinco vertidos autorizados de distinta procedencia durante el 2014,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR Bustarviejo en Bustarviejo.
- El vertido número 2 procede de la EDAR Navalafuente en Navalafuente.
- El vertido número 3 procede de la EDAR Miraflores en Miraflores de la Sierra.
- El vertido número 4 procede de la EDAR Guadalix de la Sierra en Guadalix de la Sierra.
- El vertido número 5, procede de la EDAR San Agustín de Guadalix en San Agustín de Guadalix.

El vertido autorizado de mayor volumen fue el número 3 procedente de la EDAR Miraflores, con 3,65 hm^3 al río Guadalix. La EDAR Navalafuente, fue la que menor volumen de vertido realizó, 0,22 hm^3 sobre el Arroyo Caragüeña.

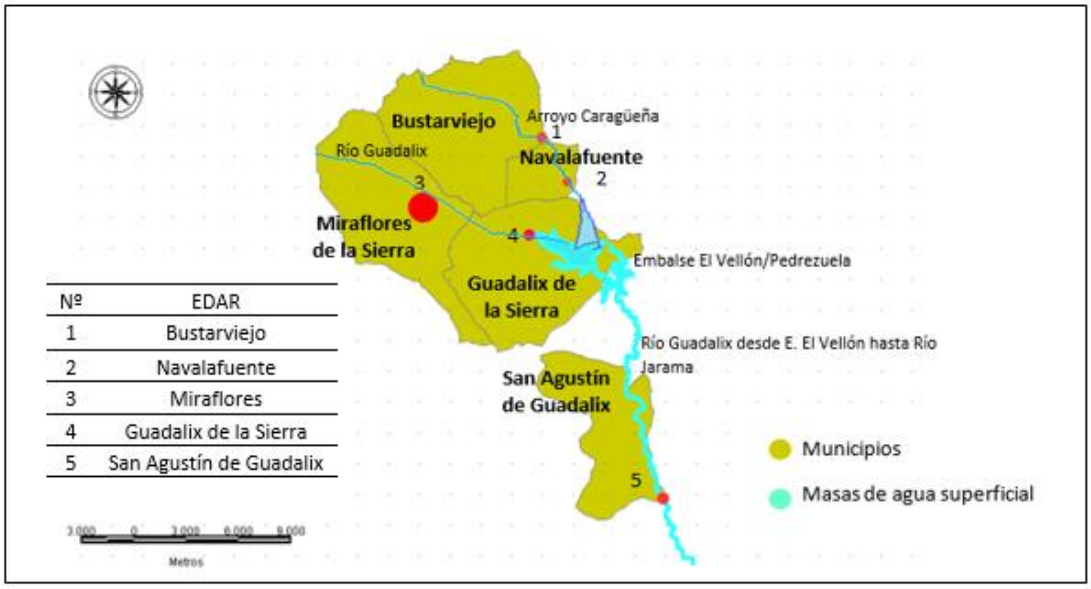


Figura A4: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Guadalix.

En la Figura A4 se representa el mapa del censo de vertidos autorizados de 2015 en la cuenca del Guadalix. En total se produjeron cinco vertidos autorizados. A diferencia de la Figura 5, el volumen de vertido fue inferior en todas las estaciones depuradoras. La procedencia y el municipio dónde se produjeron es el mismo que en el censo de vertidos de 2014.

Continúa destacando la EDAR Miraflores con el mayor volumen de vertido autorizado, esta vez un tanto inferior al año anterior, 1,496 hm^3. En cuanto al volumen de vertido inferior, la EDAR Navalafuente fue la que menos vertió, un tanto superior al año anterior, con 0,302 hm^3.

Cuenca del río Guadarrama

Figura A5: Ubicación de la cuenca del río Guadarrama

Tabla A15: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Guadarrama

Estación cuenca del río Guadarrama	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Arroyo el Soto	Móstoles	1987 (ampliación 2000)	604.800	37,84	12,39	Arroyo del Soto
Arroyo el Plantío	Majadahonda	1988 (ampliación 2000)	87.500	5,475	5,25	Arroyo Plantío
Batres	Batres	2005	2.000	0,149	0,060	Arroyo Sotillo
Boadilla	Boadilla del Monte	2002	80.000	7,3	3,85	Arroyo Majuelos
Colmenarejo Este	Colmenarejo	2003	5.000	0,37	0,3	Arroyo del Membrillo
El Chaparral	Guadarrama	1988	60.000	4,818	4,818	Río Guadarrama
El Endrinal	Collado Villalba	1987	165.400	13,28	13,28	Río Guadarrama
Galapagar-Torrelodones	Galapagar	1988 (ampliación 2002)	87.500	5,475	3,43	Río Guadarrama
Guadarrama medio	Villanueva de la Cañada	1993	70.000	6,387	5,13	Río Guadarrama
La Reguera	Móstoles	2008	272.210	29,17	8,74	Arroyo de los Combos
Navalcarnero	Batres	1993 (ampliación 2001)	70.000	12,775	4,99	Río Guadarrama
Serranillos del Valle	Serranillos del Valle	2005	7.000	1,46	0,45	Arroyo Sotillo
Sevilla la Nueva	Sevilla la Nueva	2004	6.000	0,44	0,44	Arroyo Sacedón
Villaviciosa de Odón	Villaviciosa de Odón	2002	80.000	7,3	2,85	Barranco de la Virgen

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Arroyo el Soto se localiza en Móstoles, su entrada en servicio fue en 1987, tiempo después se amplió para atender a mayor población y se finalizó en el año 2000. Actualmente proporciona asistencia a 604.800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 37,84 hm^3 al Arroyo del Soto, en 2015 se redujo la concentración de vertido siendo 12,39 hm^3 al mismo arroyo. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la digestión anaerobia de fangos, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Arroyo el Plantío se localiza en Majadahonda, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se realizaron mejoras y se reincorporó en el 2000. Actualmente proporciona asistencia a 87.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 5,475 hm^3 al Arroyo el Plantío, en 2015 se redujo la concentración de vertido siendo 5,25 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la digestión aerobia de fangos, la deshidratación de fangos en filtro banda y el tratamiento terciario.

La EDAR Batres toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2005, su diseño da asistencia a 2.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,149 hm^3 al arroyo Sotillo, en 2015 disminuyó la concentración de vertido siendo 0,06 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada con eliminación de nitrógeno.

La EDAR Boadilla se encuentra en Boadilla del Monte, su entrada en servicio fue en 2002 y su diseño da asistencia a 80.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 7,3 hm^3 al arroyo Majuelos, en 2015 se redujo la concentración siendo 3,85 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico con reducción de nutrientes, la digestión anaerobia de fangos, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Colmenarejo Este se encuentra en Colmenarejo, su entrada en servicio fue en 2003 y su diseño da asistencia a 5.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,37 hm^3 al arroyo Membrillo, en 2015 disminuyó la concentración siendo 0,30 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR El Chaparral se encuentra en Guadarrama, su entrada en servicio fue en 1988 y su diseño da asistencia a 60.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 4,818 hm^3 al río Guadarrama. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el fisicoquímico con biológico de fangos activados convencional, la digestión aerobia de fangos y la deshidratación de fangos en filtro banda.

La EDAR El Endrinal se encuentra en Collado Villalba, su entrada en servicio fue en 1987 y su diseño da asistencia a 165.400 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 13,28 hm^3 al río Guadarrama. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la deshidratación de fangos en filtros banda y el tratamiento terciario.

La EDAR Galapagar-Torrelodones se localiza en Galapagar, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se realizaron mejoras y se reincorporó en el 2002. Actualmente proporciona asistencia a 87.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 5,475 hm^3 al río Guadarrama, en 2015 se redujo la concentración siendo 3,43 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico sobre soporte con eliminación de nutrientes (BIOFOR) y estabilización química y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Guadarrama medio se localiza en Villanueva de la Cañada, su entrada en servicio fue en 1993 y proporciona asistencia a 70.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 6,387 hm^3 al río Guadarrama, en 2015 se redujo la concentración siendo 5,13 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la digestión anaerobia de fangos y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR La Reguera se localiza en Móstoles, su entrada en servicio fue en 2008 y proporciona asistencia a 272.210 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 29,17 hm^3 al arroyo de los Combos, en 2015 se redujo la concentración siendo 8,74 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica son los fangos activos con reducción de nutrientes, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Navalcarnero se encuentra en Batres, su entrada en servicio fue en 1993, tiempo después se realizaron mejoras y se reincorporó en el 2001. Actualmente proporciona asistencia a 70.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 12,775 hm^3 al río Guadarrama, en 2015 se redujo la concentración siendo 4,99 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la deshidratación de fangos en centrifugadora y la digestión anaerobia de fangos.

La EDAR Serranillos del Valle toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2005 y proporciona asistencia a 7.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 1,46 hm^3 al arroyo Sotillo, en 2015 se redujo la concentración siendo 0,45 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Sevilla la Nueva toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004 y proporciona asistencia a 6.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,44 hm^3 al arroyo Sacedón. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Villaviciosa de Odón toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2002 y proporciona asistencia a 80.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 7,3 hm^3 al Barranco de la Virgen, en 2015 se redujo la concentración a 2,85 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la aeración prolongada, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

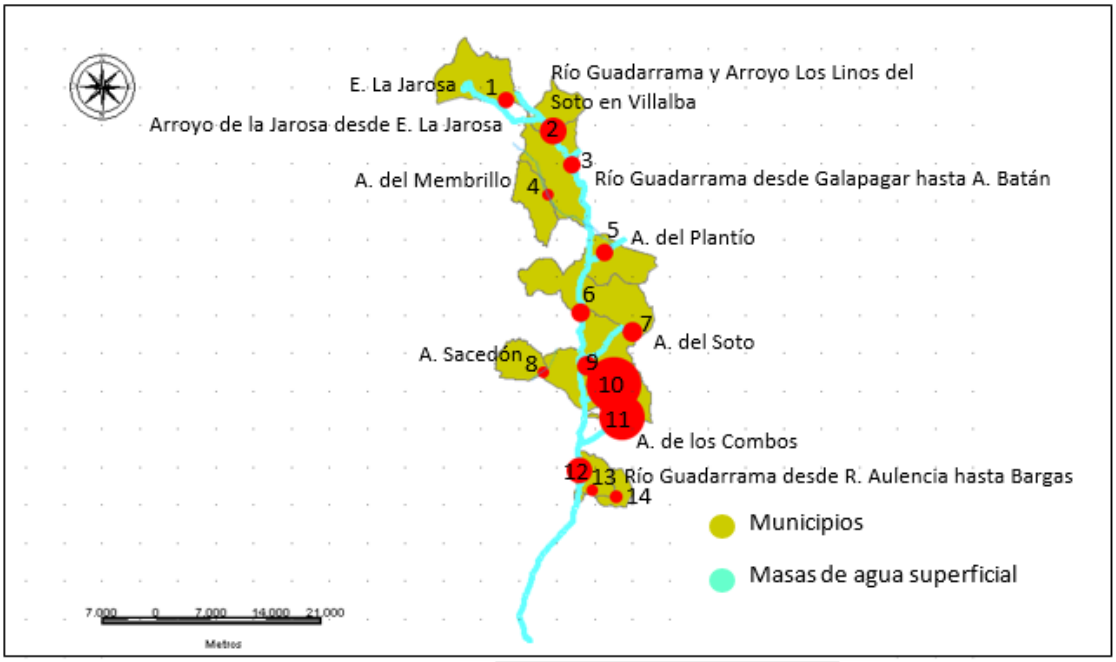


Figura A6: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Guadarrama

Tabla A16: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Guadarrama en 2014

Nº	EDAR
1	El Chaparral
2	El Endrinal
3	Galapagar-Torrelodones
4	Colmenarejo Este
5	Arroyo El Plantío
6	Guadarrama medio
7	Boadilla del Monte

Nº	EDAR
8	Sevilla la Nueva
9	Villaviciosa de Odón
10	Arroyo el Soto
11	Arroyo la Reguera
12	Navalcarnero
13	Batres
14	Serranillos del Valle

Tal y como se ve en la Figura A6, a lo largo de la cuenca del río Guadarrama se produjeron 14 vertidos autorizados de distinta procedencia durante 2014,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR de El Chaparral en Guadarrama.
- El vertido número 2 procede de la EDAR de El Endrinal en Collado Villalba.
- El vertido número 3 procede de la EDAR de Galapagar-Torrelodones en Galapagar.
- El vertido número 4 procede de la EDAR de Colmenarejo Este en Colmenarejo.
- El vertido número 5, procede de la EDAR de Arroyo El Plantío en Majadahonda.
- El vertido número 6, procede de la EDAR de Guadarrama medio en Villanueva de la Cañada.
- El vertido número 7, procede de la EDAR de Boadilla del Monte en Boadilla del Monte.
- El vertido número 8, procede de la EDAR de Sevilla la Nueva en Sevilla la Nueva.

- El vertido número 9, procede de la EDAR de Villaviciosa de Odón en Villaviciosa de Odón.
- El vertido número 10, procede de la EDAR de Arroyo el Soto en Móstoles.
- El vertido número 11, procede de la EDAR de Arroyo La Reguera en Móstoles.
- El vertido número 12, procede de la EDAR de Navalcarnero en Batres.
- El vertido número 13, procede de la EDAR de Batres en Batres.
- El vertido número 14, procede de la EDAR de Serranillos del Valle en Serranillos del Valle.

Destacan los vertidos número 10 y 11, el primero procede de la EDAR Arroyo el Soto, con un volumen de 37,84 hm^3 sobre el Arroyo el Soto, y el segundo de la EDAR La Reguera, con 29,17 hm^3, sobre el Arroyo de los Combos. La EDAR Batres con 0,149 hm^3 sobre el Arroyo Sotillo, fue la que menor volumen vertió.

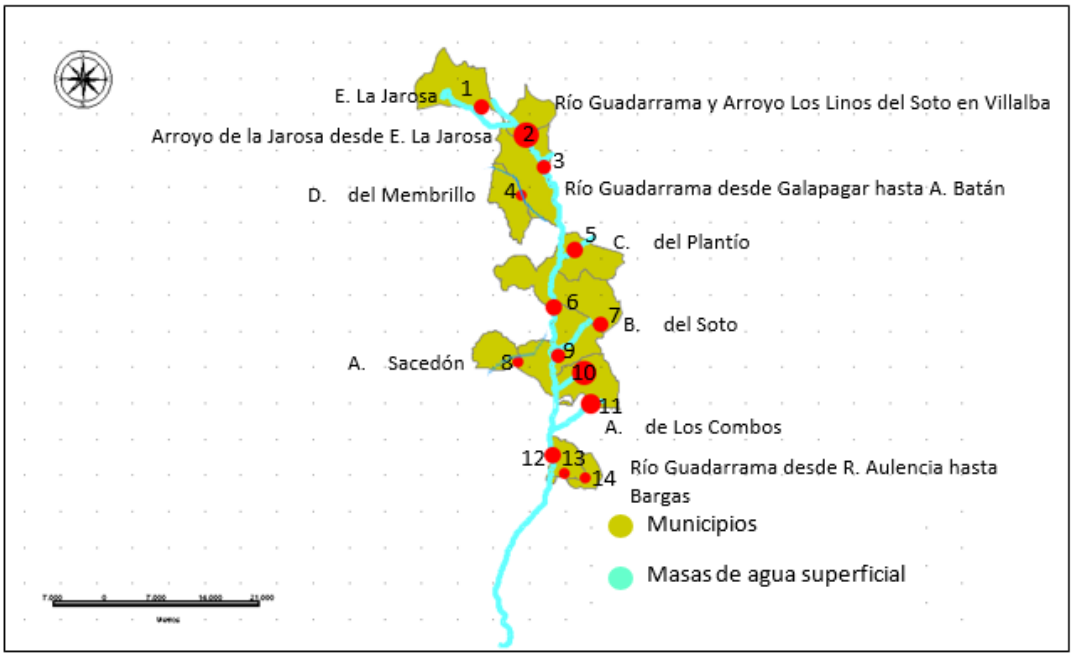


Figura A7: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Guadarrama

Tabla A17: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Guadarrama en 2015

Nº	EDAR
1	El Chaparral
2	El Endrinal
3	Galapagar-Torrelodones
4	Colmenarejo Este
5	Arroyo El Plantío
6	Guadarrama medio
7	Boadilla del Monte

Nº	EDAR
8	Sevilla la Nueva
9	Villaviciosa de Odón
10	Arroyo el Soto
11	Arroyo la Reguera
12	Navalcarnero
13	Batres
14	Serranillos del Valle

La Figura A7 corresponde al mapa del censo de vertidos autorizados durante el 2015 en la cuenca del río Guadarrama. Al igual que se veía en la Figura 8, en ella se produjeron 14 vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de vertidos y el lugar de procedencia es el mismo que en la Figura 8.

Siguen destacando los vertidos 10 y 11, el de la EDAR Arroyo el Soto con un volumen de 12,39 hm^3 y el de la EDAR La Reguera, de 8,74 hm^3. La EDAR Batres, continuó siendo el volumen de vertido menor, 0,06 hm^3.

Cuenca del río Henares

Figura A8: Ubicación de la cuenca del río Henares

Tabla A18: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Henares.

Estación cuenca del río Henares	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Alcalá Este	Alcalá de Henares	1987	103.300	11,315	5,549	Río Henares
Alcalá Oeste	Alcalá de Henares	1989 (ampliación 2000)	374.090	27,308	18,509	Río Henares
Los Santos de la Humosa	Los Santos de la Humosa	2003	3.000	0,225	0,122	Arroyo Pobeda
Meco	Los Santos de la Humosa	2010	58.686	4,943	0,8	Río Henares
Ribatejada-Fresno	Fresno de Torote	2003	10.000	0,748	0,447	Arroyo Torote
Valdeavero	Camarma de Esteruelas	2004	4.000	0,3	0,156	Arroyo Camarmilla

Fuente: Elaboración propia a partir de Canal de Isabel II.

La EDAR Alcalá Este se localiza en Alcalá de Henares, su entrada en servicio fue en 1987, proporciona asistencia a 103.300 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 11,315 hm^3 al río Henares, en 2015 se redujo la concentración de vertido siendo 5,549 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados convencional, la digestión anaerobia de fangos y la deshidratación en centrifugadoras.

La EDAR Alcalá Oeste se localiza en Alcalá de Henares, su entrada en servicio fue en 1989, tiempo después se reformó y se finalizó en el 2000. Actualmente proporciona asistencia a 374.090 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 27,308 hm^3 al río Henares, en 2015 se redujo la concentración siendo 18,509 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la digestión primaria, la deshidratación en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Los Santos de la Humosa toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2003 y proporciona asistencia a 3.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,225 hm^3 al Arroyo Poveda, en 2015 se redujo la concentración a 0,122 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Meco se encuentra en el municipio de Los Santos de la Humosa, su entrada en servicio fue en 2010 y proporciona asistencia a 58.686 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 4,943 hm^3 al río Henares, en 2015 se redujo la concentración a 0,8 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados y digestión anaerobia de fangos, junto con el tratamiento terciario.

La EDAR Ribatejada-Fresno se encuentra en el municipio de Fresno de Torote, su entrada en servicio fue en 2003 y proporciona asistencia a 10.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,748 hm^3 al arroyo Torote, en 2015 se redujo la concentración a 0,447 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos.

La EDAR Valdeavero se encuentra en el municipio de Camarma de Esteruelas, su entrada en servicio fue en 2004 y proporciona asistencia a 4.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,3 hm^3 al arroyo Camarmilla, en 2015 se redujo la concentración a 0,156 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada

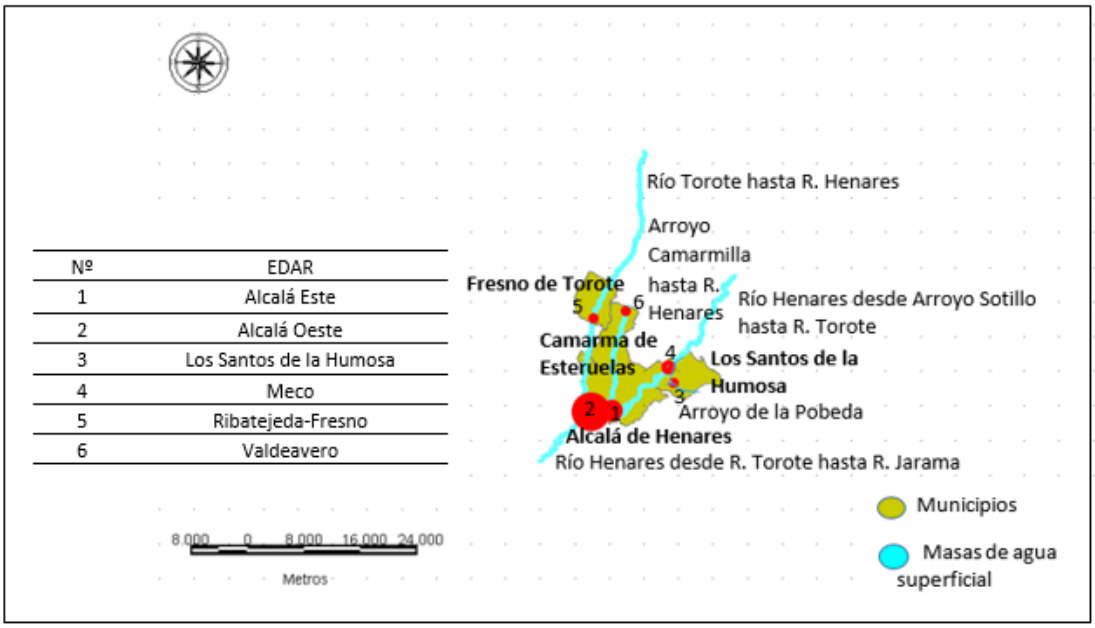


Figura A9: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Henares

Tal y como se ve en la Figura A9, a lo largo de la cuenca del río Henares, se produjeron seis vertidos autorizados de distinta procedencia,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR de Alcalá Este en Alcalá de Henares.
- El vertido número 2 corresponde a la EDAR de Alcalá Oeste en Alcalá de Henares.
- El vertido número 3 procede de la EDAR de Los Santos de la Humosa en Los Santos de la Humosa.
- El vertido número 4 procede de la EDAR de Meco en Los Santos de la Humosa.
- El vertido número 5, procede de la EDAR de Ribatejeda-Fresno en Fresno de Torote.
- El vertido número 6, procede de la EDAR de Valdeavero en Camarma de Esteruelas.

Destaca el vertido número 1, procedente de la EDAR Alcalá Este, con un volumen de 11,315 hm^3 sobre el río Henares y el número 2, con un volumen superior, de la EDAR Alcalá Oeste, con un volumen de 27,308 hm^3 sobre el mismo río. La EDAR Los Santos de la Humosa obtuvo el menor volumen de vertido, 0,225 hm^3 sobre el Arroyo Poveda.

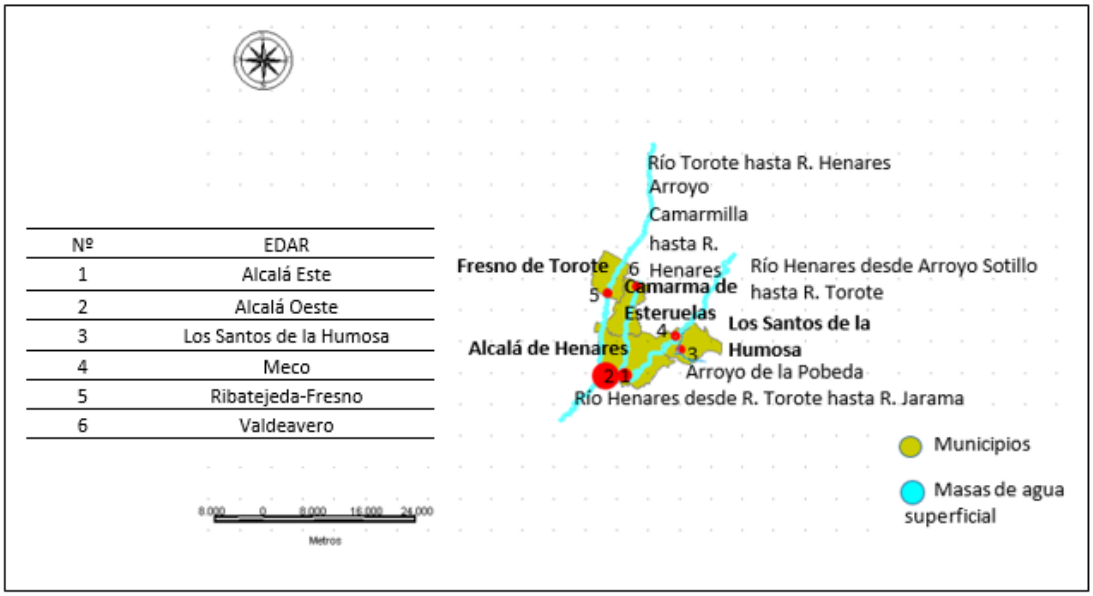


Figura A10: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Henares

La Figura A10 representa el mapa del censo de vertidos autorizados durante el 2015 en la cuenca del río Henares. Al igual que se veía en la Figura 11, en ella se produjeron seis vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar de procedencia es el mismo que la Figura 11.

Siguen destacando los vertidos 1 y 2, el de la EDAR Alcalá Este con un volumen de 5,549 hm^3 y la EDAR Alcalá Oeste, de 18,509 hm^3. La EDAR Los Santos de la Humosa la que menor volumen de vertido obtuvo, 0,122 hm^3.

Cuenca del río Jarama

Figura A11: Ubicación de la cuenca del río Jarama

Tabla A19: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Jarama

Estación cuenca del río Jarama	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Algete	Algete	1988 (ampliación 2000)	43.800	2,55	1,12	Arroyo Cerrada
Aranjuez Norte	Aranjuez	2010	40.000	3,752	0,316	Río Jarama
Arroyo de la Vega	San Sebastián de los Reyes	1986 (ampliación 2009)	541.667	23,725	14,486	Arroyo de la Vega
Arroyo Quiñones	San Sebastián de los Reyes	2012	172.500	16,682	3,664	Río Jarama
Cabanillas	Cabanillas de la Sierra	1988	1.100	0,452	0,025	Arroyo del Sacedón
Campo Real	Campo Real	2003	6.000	0,448	0,489	Barranco de la Vega
Casaquemada	San Fernando de Henares	1987 (ampliación 2000)	505.750	31,645	20,296	Río Jarama
Cobeña	Cobeña	2010	10.000	0,82	0,663	Arroyo Las Quemadas
El Espartal	El Vellón	2012	466	0,033	0,014	Arroyo La Solana
El Vellón	El Vellón	2002	12.000	1,095	0,82	Arroyo Hocecilla
Fuente el Saz	Fuente el Saz de Jarama	1992	40.000	3,212	2,147	Río Jarama
La Cabrera	La Cabrera	1988 (ampliación 2008)	6.000	0,543	0,487	Arroyo del Alfrecho
La Poveda	Arganda del Rey	1987 (ampliación 1994)	100.000	4,745	4,745	Rio Jarama
Las Rejas	Madrid	1987 (ampliación 2000)	685.000	53,611	25,459	Arroyo Rejas
Molar Sur	El Molar	1993	5.000	0,367	0,358	Arroyo del Caño
Patones	Torremocha de Jarama	1993	700	0,029	0,029	Filtro verde
Pozuelo del Rey	Pozuelo del Rey	2004	1.000	0,074	0,074	Arroyo Valdeloeches
Redueña	Redueña	1988	106	0,021	0,021	Filtro verde

Soto-Gutiérrez	Ciempozuelos	1991	119.170	9,49	8,454	Río Jarama
Talamanca de Jarama	Talamanca de Jarama	2013	6.296	0,593	0,426	Río Jarama
Titulcia	Titulcia	2005	1.300	0,097	0,061	Río Jarama
Torrejón de Ardóz	San Fernando de Henares	2009	450.000	27,375	11,421	Río Jarama
Torrelaguna	Torrelaguna	1988	6.000	1,016	0,457	Arroyo de Matachivas
Torremocha de Jarama	Torremocha de Jarama	1987	1.750	0,7957	0,031	Arroyo San Román
Torres de la Alameda	Torres de la Alameda	2015	100.000	9,49	2,52	Arroyo Pantueña
Tres Cantos	Tres Cantos	1988 (ampliación 1991)	44.000	4,818	4,818	Arroyo Viñuelas
Valdebebas	Madrid	1982 (ampliación 2000)	259.200	18,921	11,705	Río Jarama
Valdepiélagos	Valdepiélagos	2013	865	0,082	0,045	Arroyo Seco
Valderrey	-	2003	500	-	-	-
Valdetorres	Valdetorres de Jarama	2013	10.736	0,984	0,728	Río Jarama
Velilla de San Antonio	Velilla de San Antonio	1996 (ampliación 2008)	123.000	10,95	7,256	Río Jarama
Venturada	Venturada	1988 (ampliación 2005)	5.356	0,4	0,26	Arroyo del Sacedón

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Algete, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se reformó y se reincorporó en el 2000. Actualmente proporciona asistencia a 43.800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 2,55 hm^3 al arroyo Cerrada, en 2015 se redujo la concentración siendo 1,12 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Aranjuez Norte, su entrada en servicio fue en 2010 y proporciona asistencia a 40.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 3,752 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 0,316 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Arroyo de la Vega se encuentra en San Sebastián de los Reyes, su entrada en servicio fue en 1986, tiempo después se reformó y se reincorporó en el 2009. Actualmente proporciona asistencia a 541.667 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 23,725 hm^3 al arroyo de la Vega, en 2015 se redujo la concentración siendo 14,486 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la digestión anaerobia de fangos, la deshidratación de fangos con polielectrolito y el tratamiento terciario.

La EDAR Arroyo Quiñones se encuentra en San Sebastián de los Reyes, su entrada en servicio fue en 2012 y proporciona asistencia a 172.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 16,682 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 3,664 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica son los fangos activos con reducción de nutrientes y la deshidratación en centrifugadora.

La EDAR Cabanillas se encuentra en Cabanillas de la Sierra, su entrada en servicio fue en 1988 y proporciona asistencia a 1.100 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,452 hm^3 al arroyo del Sacedón, en 2015 se redujo la concentración a 0,025 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es el de lecho de turba.

La EDAR Campo Real toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2003 y proporciona asistencia a 6.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,448 sobre el arroyo del Sacedón y en 2015 0,489 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos.

La EDAR Casaquemada se encuentra en San Fernando de Henares, su entrada en servicio fue en 1987, tiempo después se reformó y se reincorporó en el 2000. Actualmente proporciona asistencia a 505.750 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 31,645 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración siendo 20,296 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la deshidratación y estabilización química de fangos y el tratamiento terciario.

La EDAR Cobeña toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2010 y proporciona asistencia a 10.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en el 2014 se vertieron 0,82 hm^3 al arroyo Las Quemadas, en 2015 se redujo la concentración a 0,663 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR El Espartal se encuentra en el municipio El Vellón, su entrada en servicio fue en 2012 y proporciona asistencia a 466 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,033 hm^3 al arroyo La Solana, en 2015 se redujo la concentración a 0,014 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR El Vellón toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2002 y proporciona asistencia a 12.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 3,212 hm^3 al arroyo Hocecilla, en 2015 se redujo la concentración a 2,147 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Fuente el Saz se encuentra en Fuente el Saz de Jarama, su entrada en servicio fue en 1992 y proporciona asistencia a 40.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 3,212 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 0,823 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación, la aeración prolongada, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR La Cabrera toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se reformó y se reincorporó en el 2008. Actualmente proporciona asistencia a 6.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,543 hm^3 al arroyo del Alfrecho, en 2015 se redujo la concentración siendo 0,487 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada. Y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR La Poveda se encuentra en Arganda del Rey, su entrada en servicio fue en 1987, tiempo después se reformó y se reincorporó en 1994. Actualmente proporciona asistencia a 100.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 4,745 hm^3 al rio Jarama. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la deshidratación de fangos en filtro banda y el tratamiento terciario.

La EDAR Las Rejas se encuentra en Madrid, su entrada en servicio fue en 1977, tiempo después se reformó y se reincorporó en el 2000. Actualmente proporciona asistencia a 685.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 53,611 hm^3 al arroyo Rejas, en 2015 se redujo la concentración a 25,459 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes y el tratamiento terciario.

La EDAR Molar Sur se encuentra en El Molar, su entrada en servicio fue en 1993, proporciona asistencia a 5.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,367 hm^3al arroyo del Caño, en 2015 se redujo muy poco la concentración a 0,358 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es el lecho de turba.

La EDAR Patones se encuentra en Torremocha de Jarama, su entrada en servicio fue en 1993, proporciona asistencia a 700 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,029 hm^3 a depósitos de filtros verdes de la estación, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es de filtro verde.

La EDAR Pozuelo del Rey toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 1.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,074 hm^3 al arroyo Valdeloeches, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Redueña toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1988, proporciona asistencia a 106 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,029 hm^3 a depósitos de filtros verdes de la estación, este es el tratamiento de depuración que reciben las aguas residuales de esta estación. La naturaleza del medio receptor es de categoría I.

La EDAR Soto-Gutiérrez se encuentra en Ciempozuelos, su entrada en servicio fue en 1991, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2002, actualmente proporciona asistencia a 119.170 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 9,49 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 8,454 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la deshidratación de fangos en centrifugadoras y el tratamiento terciario.

La EDAR Talamanca de Jarama toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2013, proporciona asistencia a 6.296 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,593 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 0,426 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es de filtro verde.

La EDAR Titulcia toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2005, proporciona asistencia a 1.300 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,097 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 0,061 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Torrejón de Ardóz se localiza en San Fernando de Henares, su entrada en servicio fue en 2009, proporciona asistencia a 450.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 27,375 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 11,421 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el de fangos activos con reducción de nutrientes, la digestión anaerobia de fangos, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Torrelaguna toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2008, actualmente proporciona asistencia a 6.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 1,016 hm^3 al arroyo de Matachivas, en 2015 se redujo la concentración a 0,457 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el de fangos activos y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Torremocha de Jarama toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1987, proporciona asistencia a 1.750 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,7957 hm^3 al arroyo San Román, en 2015 se redujo la concentración a 0,031 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es de filtro verde.

La EDAR Torres de la Alameda toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2015, proporciona asistencia a 100.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2015 se vertieron 2,52 hm^3 al arroyo Pantueña. La naturaleza del medio receptor es de categoría I.

La EDAR Tres Cantos toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se reformó y se reincorporó en 1991. Actualmente proporciona asistencia a 44.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 4,818 hm^3 al arroyo Viñuelas, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la deshidratación de fangos en filtro banda y la digestión aerobia.

La EDAR Valdebebas se encuentra en Madrid, su entrada en servicio fue en 1982, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2000. Actualmente proporciona asistencia a 259.200 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en el 2014 se vertieron 18,921 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 11,705 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes.

La EDAR Valdepiélagos toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2013, proporciona asistencia a 865 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,082 hm^3 al arroyo Seco, en 2015 se redujo la concentración a 0,045 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el lecho de turba.

La EDAR Valderrey, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 500 habitantes equivalentes. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Valdetorres se encuentra en el municipio de Valdetorres de Jarama, su entrada en servicio fue en 2013, proporciona asistencia a 10.736 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,984 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 0,728 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el lecho de turba.

La EDAR Velilla de San Antonio toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1996, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2008. Actualmente proporciona asistencia a 123.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 10,95 hm^3 al río Jarama, en 2015 se redujo la concentración a 7,256 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados convencional de doble etapa y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Venturada toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1988, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2005. Actualmente proporciona asistencia a 5.356 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,4 hm^3 al arroyo del Sacedón, en 2015 se redujo la concentración a 0,26 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

a) La Cabrera
b) Cabanillas de la Sierra
c) Venturada
d) Redueña
e) Torrelaguna
f) Torremocha de Jarama
g) El Vellón
h) Talamanca de Jarama
i) Valdepiélagos
j) El Molar
k) Valdetorres de Jarama
l) Fuente el Saz de Jarama
m) Algete
m) Cobeña
n) San Sebastián de los Reyes

Figura A12: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Jarama

Tabla A20: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Jarama en 2014

Nº	EDAR
1	La Cabrera
2	Cabanillas
3	Venturada
4	Redueña
5	Torrelaguna
6	Patones
7	Torremocha de Jarama
8	El Vellón
9	El Espartal
10	Valdepiélagos
11	Molar Sur
12	Talamanca de Jarama
13	Valdetorres de Jarama
14	Fuente el Saz
15	Tres Cantos

Nº	EDAR
16	Arroyo Quiñones
17	Algete
18	Cobeña
19	Arroyo de la Vega
20	Valdebebas
21	Rejas
22	Casaquemada
23	Torrejón de Ardóz
24	Velilla de San Antonio
25	Torres de la Alameda
26	La Poveda
27	Campo Real
28	Pozuelo del Rey
29	Soto-Gutiérrez
30	Titulcia
31	Aranjuez Norte

Tal y como se ve en la Figura A12, a lo largo de la cuenca del río Jarama, se produjeron 31 vertidos autorizados de distinta procedencia,

El vertido número 1 corresponde a la EDAR La Cabrera en La Cabrera. El vertido número 2 corresponde a la EDAR Cabanillas en Cabanillas de la Sierra. El vertido número 3 procede de la EDAR Venturada en Venturada. El vertido número 4 procede de la EDAR Redueña en Redueña. El vertido número 5, procede de la EDAR Torrelaguna en Torrelaguna. El vertido número 6, procede de la EDAR Patones en Torremocha de Jarama. El vertido número 7, procede de la EDAR Torremocha de Jarama en Torremocha de Jarama.

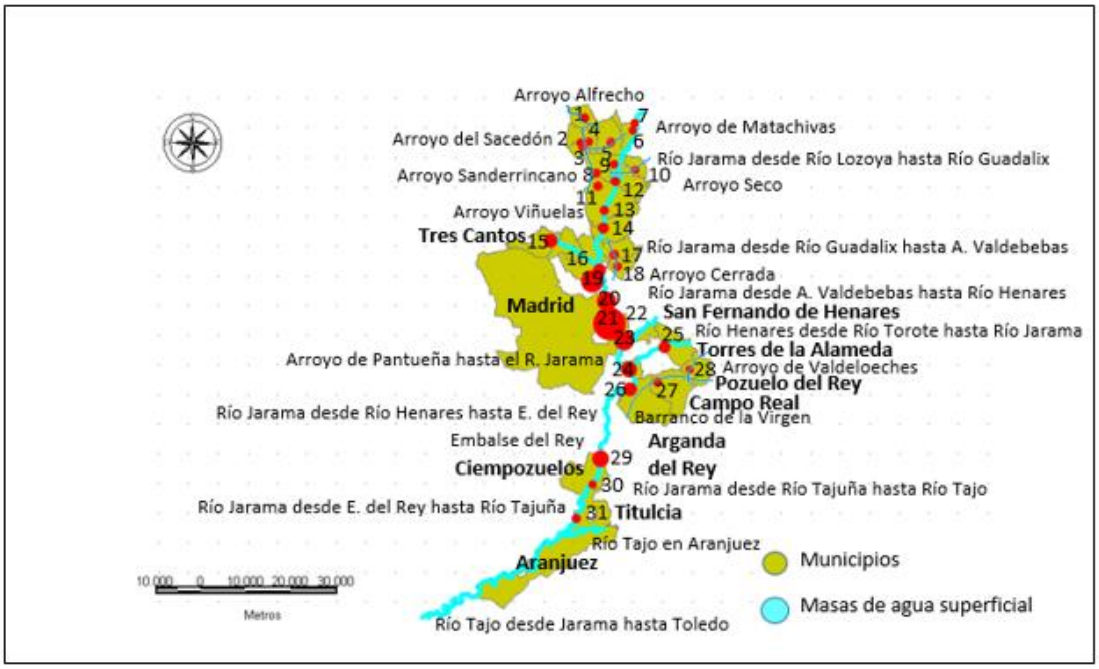
El vertido número 8, procede de la EDAR El Vellón en El Vellón. El vertido número 9, procede de la EDAR El Espartal en El Vellón. El vertido número 10, procede de la EDAR Valdepiélagos en Valdepiélagos. El vertido número 11, procede de la EDAR Molar Sur en El Molar. El vertido número 12, procede de la EDAR Talamanca de Jarama en Talamanca de Jarama. El vertido número 13, procede de la EDAR Valdetorres de Jarama en Valdetorres de Jarama. El vertido número 14, procede de la EDAR Fuente el Saz en Fuente el Saz de Jarama. El vertido número 15, procede de la EDAR Tres Cantos en Tres Cantos.

El vertido número 16, procede de la EDAR Arroyo Quiñones en San Sebastián de los Reyes. El vertido número 17, procede de la EDAR Algete en Algete. El vertido número 18, procede de la EDAR Cobeña en Cobeña. El vertido número 19, procede de la EDAR Arroyo de la Vega en San Sebastián de los Reyes. El vertido número 20, procede de la EDAR Valdebebas en Madrid. El vertido número 21, procede de la EDAR Rejas en Madrid.

El vertido número 22, procede de la EDAR Casaquemada en San Fernando de Henares. El vertido número 23, procede de la EDAR Torrejón de Ardóz en San Fernando de Henares. El vertido número 24, procede de la EDAR Velilla de San Antonio en Velilla de San Antonio. El vertido número 25, procede de la EDAR Torres de la Alameda en Torres de la Alameda. El vertido número 26, procede de la EDAR La Poveda en Arganda del Rey. El vertido número 27, procede de la EDAR Campo Real en Campo Real.

El vertido número 28, procede de la EDAR Pozuelo del Rey en Pozuelo del Rey. El vertido número 29, procede de la EDAR Soto-Gutiérrez en Ciempozuelos. El vertido número 30, procede de la EDAR Titulcia en Titulcia. El vertido número 31, procede de la EDAR Aranjuez Norte en Aranjuez.

Destacan los vertidos número 21 y 22, el primero procede de la EDAR Rejas, con un volumen de 53,611 hm^3 sobre el arroyo Rejas y el 22 de la EDAR Casaquemada, con un volumen de 31,645 hm^3 sobre el río Jarama. La EDAR Redueña con 0,021 hm^3 sobre un filtro verde, fue el menor volumen de vertido.



a) La Cabrera
b) Cabanillas de la Sierra
c) Venturada
d) Redueña
e) Torrelaguna
f) Torremocha de Jarama
g) El Vellón
h) Talamanca de Jarama
i) Valdepiélagos
j) El Molar
k) Valdetorres de Jarama
l) Fuente el Saz de Jarama
m) Algete
m) Cobeña
n) San Sebastián de los Reyes

Figura A13: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Jarama

Tabla A21: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Jarama en 2015

Nº	EDAR
1	La Cabrera
2	Cabanillas
3	Venturada
4	Redueña
5	Torrelaguna
6	Patones
7	Torremocha de Jarama
8	El Vellón
9	El Espartal
10	Valdepiélagos
11	Molar Sur
12	Talamanca de Jarama
13	Valdetorres de Jarama
14	Fuente el Saz
15	Tres Cantos

Nº	EDAR
16	Arroyo Quiñones
17	Algete
18	Cobeña
19	Arroyo de la Vega
20	Valdebebas
21	Rejas
22	Casaquemada
23	Torrejón de Ardóz
24	Velilla de San Antonio
25	Torres de la Alameda
26	La Poveda
27	Campo Real
28	Pozuelo del Rey
29	Soto-Gutiérrez
30	Titulcia
31	Aranjuez Norte

Tal y como se ve en la Figura A13, a lo largo de la cuenca del río Jarama, se produjeron 31 vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar de procedencia es el mismo que el explicado en la Figura 14.

Siguen destacando el 21 y 22 pero con un volumen inferior. La EDAR Rejas con 25,459 hm^3 y la EDAR Casaquemada, de 20,296 hm^3. El resto de vertidos también presentan un volumen inferior. La EDAR El Espartal fue la que menor volumen de vertido realizó, 0,014 hm^3 al arroyo La Solana.

Cuenca del río Lozoya

Figura A14: Ubicación de la cuenca del río Lozoya

Tabla A22: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Lozoya

Estación cuenca del río Lozoya	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año) 2014	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año) 2015	Medio receptor de los vertidos autorizados
Aoslos	Horcajo de la Sierra	2004	400	0,029	0,029	Arroyo Ejido
Berzosa del Lozoya	Berzosa del Lozoya	2012	944	0,097	0,035	Arroyo de la Fuente
Cervera de Buitrago	Cervera de Buitrago	1991	1.000	0,228	0,053	Rio Lozoya
Cincovillas	Puentes Viejas	2004	200	0,014	0,014	Arroyo del Verdinal
Conjunta Gascones	Buitrago del Lozoya	2004	4.500	-	0,33	Arroyo Cigüeñuela
El Atazar	El Atazar	2004	400	0,029	0,0058	Arroyo de los Moros
El Berrueco	El Berrueco	1991	1.600	0,507	0,356	Arroyo del Ejido
Gandullas	Piñuécar-Gandullas	2004	600	0,044	0,044	Afluente del arroyo de los Prados
Horcajo de la Sierra	Horcajo de la Sierra	2004	800	0,059	0,034	Río Madarquillos
Horcajuelo de la Sierra	Horcajuelo de la Sierra	2004	600	0,044	0,044	Arroyo Grande
La Hiruela	La Hiruela	2004	400	0,022	0,01	Arroyo Fuentecilla
Lozoyuela	Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	2004	2.640	0,4	0,198	Arroyo Recombo
Madarcos	Madarcos	2004	400	0,022	0,022	Río Madarquillos
Manjirón	Puentes Viejas	2004	800	0,052	0,052	Arroyo Manjirón
Montejo de la Sierra	Montejo de la Sierra	2004	1.200	0,089	0,089	Arroyo Matacordero
Navarredonda	Navarredonda y San Mamés	2004	600	0,044	0,044	Arroyo de la Nava
Navas de Buitrago	Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	2004	205	0,014	0,014	Arroyo Recombo

Paredes de Buitrago	Puentes Viejas	2004	400	0,026	0,024	Arroyo La Hoz
Pinilla	Pinilla del Valle	1987	7.500	1,843	1,843	Río Lozoya
Pinilla de Buitrago	Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago	2004	400	0,022	0,022	Arroyo del Chorro
Piñuécar	Piñuécar-Gandullas	2004	600	0,044	0,044	Río Madarquillos
Prádena del Rincón	Prádena del Rincón	2004	800	0,056	0,048	Arroyo La Garita
Puebla de la Sierra	Puebla de la Sierra	2004	926	0,069	0,046	Arroyo de la Puebla
Puentes Viejas	Buitrago del Lozoya	1987	6.300	0,438	0,438	Río Lozoya
Riosequillo	Garganta de los Montes	1990	14.083	0,949	0,949	Arroyo de la Pajarilla
Robledillo de la Jara	Robledillo de la Jara	2012	1.081	0,107	0,022	Arroyo de la Dehesa
Robregordo	Robregordo	2004	800	-	0,052	Afluente del arroyo Cerrada
San Mamés	Navarredonda y San Mamés	2004	600	0,044	0,044	Arroyo del Chorro
Serrada de la Fuente	Puentes Viejas	2004	400	0,02	0,016	Arroyo del Pozo Arroyo Hitos
Sieteiglesias	Puentes Viejas	2003	550	0,041	0,041	Arroyo Jovalo
Somosierra	Somosierra	2004	400	0,022	0,022	Arroyo Merderos

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Aoslos se encuentra en el municipio de Horcajo de la Sierra, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,029 hm^3 al arroyo Ejido. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Berzosa del Lozoya toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2012, proporciona asistencia a 944 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,097 hm^3 al arroyo de la Fuente, en 2015 se redujo la concentración a 0,035 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Cervera de Buitrago toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1991, proporciona asistencia a 1.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,228 hm^3 al rio Lozoya, en 2015 se redujo la concentración a 0,053 hm^3 sobre el mismo punto. la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el lecho bacteriano.

La EDAR Cincovillas se localiza en el municipio de Puentes Viejas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 200 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,014 hm^3 al arroyo del Verdinal. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Conjunta Gascones se localiza en el municipio de Buitrago del Lozoya, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 4.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2015 se vertieron 0,33 hm^3 al arroyo Cigüeñuela, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR El Atazar toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,029 hm^3 al arroyo de los Moros, en 2015 se redujo la concentración a 0,0058 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR El Berrueco toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1991, proporciona asistencia a 1.600 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,507 hm^3 al arroyo del Ejido, en 2015 se redujo la concentración a 0,356 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el lecho bacteriano.

La EDAR Gandullas da servicio a los municipios de Piñuécar-Gandullas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 600 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,044 hm^3 al afluente del arroyo de los Prados. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Horcajo de la Sierra toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,059 hm^3 al río Madarquillos, en 2015 aumentó la concentración a 0,034 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Horcajuelo de la Sierra toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 600 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,044 hm^3 al arroyo Grande, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR La Hiruela toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,022 hm^3 al arroyo Fuentecilla, en 2015 se redujo la concentración a 0,01 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Lozoyuela da servicio a los municipios de Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 2.640 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,4 hm^3 al arroyo Recombo, en 2015 se redujo la concentración a 0,198 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Madarcos toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,022 hm^3 al río Madarquillos. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Manjirón se localiza en el municipio de Puentes Viejas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 800 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,052 hm^3 al arroyo Manjirón. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Montejo de la Sierra toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 1.200 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,089 hm^3 al arroyo Matacordero. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Navarredonda da servicio a los municipios de Navarredonda y San Mamés, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 600 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,044 hm^3 al arroyo de la Nava. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Navas de Buitrago da servicio a los municipios de Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 205 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,014 hm^3 al arroyo Recombo. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Paredes de Buitrago se localiza en el municipio de Puentes Viejas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,026 hm^3 al arroyo La Hoz, en 2015 se redujo la concentración a 0,024 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Pinilla se localiza en el municipio de Pinilla del Valle, su entrada en servicio fue en 1987, proporciona asistencia a 7.500 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 1,843 hm^3 al río Lozoya. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con adición de reactivos y biológico de fangos activados convencional y el secado mecánico de fangos.

La EDAR Pinilla de Buitrago da servicio a los municipios de Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,022 hm^3 al arroyo del Chorro. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Piñuécar da servicio a los municipios de Piñuécar y Gandullas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 600 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,044 hm^3 al río Madarquillos. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Prádena del Rincón toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,056 hm^3 al arroyo La Garita, en 2015 se redujo la concentración a 0,048 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Puebla de la Sierra toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 926 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,069 hm^3 al arroyo de la Puebla, en 2015 se redujo la concentración a 0,046 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Puentes Viejas se encuentra en el municipio de Buitrago del Lozoya, su entrada en servicio fue en 1987, proporciona asistencia a 6.300 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,438 hm^3 al río Lozoya. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el fisicoquímico con adición de reactivos y biológico de fangos activados convencional y el secado mecánico de fangos.

La EDAR Riosequillo se encuentra en el municipio de Garganta de los Montes, su entrada en servicio fue en 1990, proporciona asistencia a 14.083 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,949 hm^3 al arroyo de la Pajarilla. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes en canales de oxidación y la deshidratación de fangos en filtro banda.

La EDAR Robledillo de la Jara toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2012 y proporciona asistencia a 1.081 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,107 hm^3 al arroyo de la Dehesa, en 2015 se redujo la concentración a 0,022 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

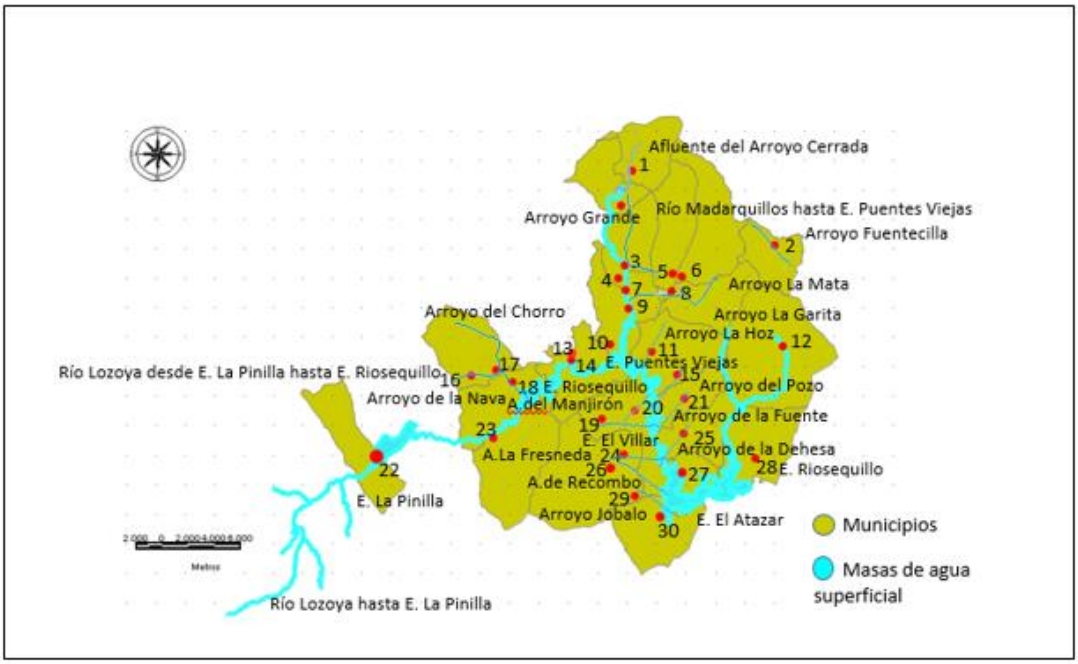
La EDAR Robregordo toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2015 se vertieron 0,052 hm^3 al afluente del arroyo Cerrada. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

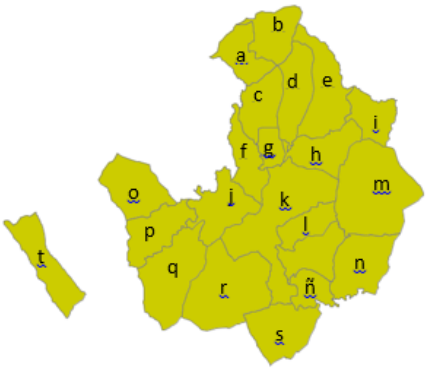
La EDAR San Mamés da servicio a los municipios de Navarredonda y San Mamés, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 600 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,044 hm^3 al arroyo del Chorro, la naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Serrada de la Fuente se encuentra en el municipio de Puentes Viejas, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,02 hm^3 al Arroyo del Pozo, en 2015 se redujo la concentración a 0,016 hm^3 al arroyo Hitos. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Sieteiglesias se encuentra en el municipio de Puentes Viejas, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 550 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,041 hm^3 al arroyo Jovalo. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Somosierra toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 400 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,022 hm^3 al arroyo Merderos. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.





a) Robregordo	k) Puentes Viejas
b) Somosierra	l) Berzosa del Lozoya
c) Horcajo de la Sierra	m) Puebla de la Sierra
d) Horcajuelo de la Sierra	n) El Atazar
e) Montejo de la Sierra	ñ) Cervera de Buitrago
f) Piñuécar-Gandullas	o) Navarredonda y San Mamés
g) Madarcos	p) Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago
h) Prádena del Rincón	q) Garganta de los Montes
i) La Hiruela	r) Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias
j) Buitrago del Lozoya	s) El Berrueco
	t) Pinilla del Valle

Figura A15: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Lozoya

Tabla A23: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Lozoya en 2014

Nº	EDAR
1	Robregordo
2	La Hiruela
3	Horcajo de la Sierra
4	Aoslos
5	Horcajuelo de la Sierra
6	Montejo de la Sierra
7	Madarcos
8	Prádena del Rincón
9	Piñuécar
10	Gandullas
11	Paredes de Buitrago
12	Puebla de la Sierra
13	Conjunta Gascones
14	Puentes Viejas
15	Serrada de la Fuente

Nº	EDAR
16	Navarredonda
17	San Mamés
18	Pinilla de Buitrago
19	Cinco Villas
20	Manjirón
21	Berzosa del Lozoya
22	Pinilla del Valle
23	Riosequillo
24	Navas de Buitrago
25	Robledillo de la Jara
26	Lozoyuela
27	Cervera de Buitrago
28	El Atazar
29	Sieteiglesias
30	El Berrueco

Tal y como se ve en la Figura A15, a lo largo de la cuenca del río Lozoya, se produjeron 30 vertidos autorizados de distinta procedencia,

El vertido número 1 corresponde a la EDAR Robregordo en Robregordo. El vertido número 2 corresponde a la EDAR La Hiruela en La Hiruela. El vertido número 3 procede de la EDAR Horcajo de la Sierra en Horcajo de la Sierra. El vertido número 4 procede de la EDAR Aoslos en Horcajo de la Sierra. El vertido número 5, procede de la EDAR Horcajuelo de la Sierra en Horcajuelo de la Sierra. El vertido número 6, procede de la EDAR Montejo de la Sierra en Montejo de la Sierra. El vertido número 7, procede de la EDAR Madarcos en Madarcos.

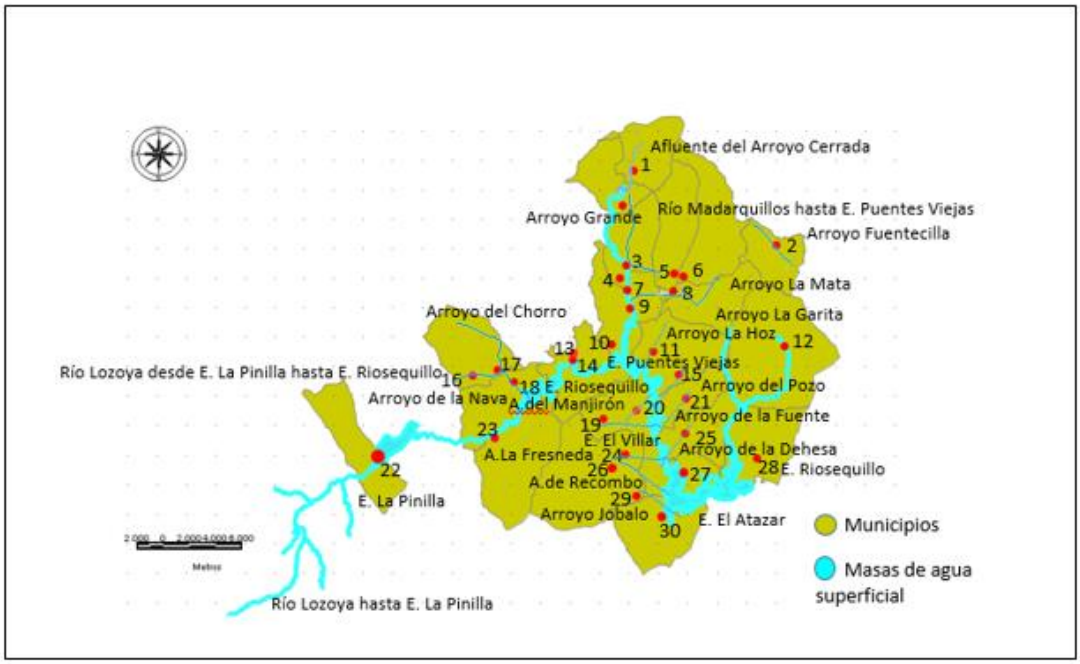
El vertido número 8, procede de la EDAR Prádena del Rincón en Prádena del Rincón. El vertido número 9, procede de la EDAR Piñuécar en Piñuécar-Gandullas. El vertido número 10, procede de la EDAR Gandullas en Piñuécar-Gandullas. El vertido número 11, procede de la EDAR Paredes de Buitrago en Puentes Viejas. El vertido número 12, procede de la EDAR Puebla de la Sierra en Puebla de la Sierra. El vertido número 13, procede de la EDAR Conjunta Gascones en Buitrago del Lozoya. El vertido número 14, procede de la EDAR Puentes Viejas en Buitrago del Lozoya. El vertido número 15, procede de la EDAR Serrada de la Fuente en Puentes Viejas.

El vertido número 16, procede de la EDAR Navarredonda en Navarredonda-San Mamés. El vertido número 17, procede de la EDAR San Mamés en Navarredonda-San Mamés. El vertido número 18, procede de la EDAR Pinilla de Buitrago en Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago. El vertido número 19, procede de la EDAR Cinco Villas en Puentes Viejas. El vertido número 20, procede de la EDAR Manjirón en Puentes Viejas. El vertido número 21, procede de la EDAR Berzosa del Lozoya en Berzosa del Lozoya.

El vertido número 22, procede de la EDAR Pinilla del Valle en Pinilla del Valle. El vertido número 23, procede de la EDAR Riosequillo en Garganta de los Montes. El vertido número 24, procede de la EDAR Navas de Buitrago en Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias. El vertido número 25, procede de la EDAR Robledillo de la Jara en Robledillo de la Jara.

El vertido número 26, procede de la EDAR Lozoyuela en Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias. El vertido número 27, procede de la EDAR Cervera de Buitrago en Cervera de Buitrago. El vertido número 28, procede de la EDAR El Atazar en El Atazar. El vertido número 29, procede de la EDAR Sieteiglesias en Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias. El vertido número 30, procede de la EDAR El Berrueco en El Berrueco.

Destaca el vertido número 22 que procede de la EDAR Pinilla del Valle, con un volumen de 1,8434 hm^3 sobre el río Lozoya. Las EDAR Cinco Villas y EDAR Navas de Buitrago, ambos con 0,014 hm^3, el primero vertiendo al arroyo del Verdinal y el segundo al arroyo Recombo, fueron los que menor volumen vertieron.



a) Robregordo	k) Puentes Viejas
b) Somosierra	l) Berzosa del Lozoya
c) Horcajo de la Sierra	m) Puebla de la Sierra
d) Horcajuelo de la Sierra	n) El Atazar
e) Montejo de la Sierra	ñ) Cervera de Buitrago
f) Piñuécar-Gandullas	o) Navarredonda y San Mamés
g) Madarcos	p) Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago
h) Prádena del Rincón	q) Garganta de los Montes
i) La Hiruela	r) Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias
j) Buitrago del Lozoya	s) El Berrueco
	t) Pinilla del Valle

Figura A16: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Lozoya

Tabla A24: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Lozoya en 2015

Nº	EDAR
1	Robregordo
2	La Hiruela
3	Horcajo de la Sierra
4	Aoslos
5	Horcajuelo de la Sierra
6	Montejo de la Sierra
7	Madarcos
8	Prádena del Rincón
9	Piñuécar
10	Gandullas
11	Paredes de Buitrago
12	Puebla de la Sierra
13	Conjunta Gascones
14	Puentes Viejas
15	Serrada de la Fuente

Nº	EDAR
16	Navarredonda
17	San Mamés
18	Pinilla de Buitrago
19	Cinco Villas
20	Manjirón
21	Berzosa del Lozoya
22	Pinilla del Valle
23	Riosequillo
24	Navas de Buitrago
25	Robledillo de la Jara
26	Lozoyuela
27	Cervera de Buitrago
28	El Atazar
29	Sieteiglesias
30	El Berrueco

La Figura A16 corresponde al mapa del censo de vertidos autorizados durante el 2015 en la cuenca del río Lozoya. Al igual que se veía en la Figura 17 en ella se produjeron 30 vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar dónde se producen es el mismo que el explicado en la Figura 17.

Sigue destacando el vertido 22, con el mismo volumen. La EDAR La Hiruela fue la que menor volumen de vertido obtuvo, 0,010 hm^3 al arroyo Fuentecilla.

Cuenca del río Manzanares

Figura A17: Ubicación de la cuenca del río Manzanares

Tabla A25: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Manzanares

Estación cuenca del río Manzanares	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm³/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Academia de Ingenieros	Hoyo de Manzanares	1997	1.750	0,12	0,12	Arroyo Manina
Arroyo Culebro Cuenca Baja	Getafe	2008	1.353.600	63,072	25,344	Arroyo Culebro
Arroyo Culebro Cuenca Media Alta	Pinto	2007	1.224.720	47,304	20,961	Arroyo Culebro
Butarque	Madrid	1983	1.612.800	111,887	42,9	Río Manzanares
Hoyo de Manzanares	Hoyo de Manzanares	1986	9.000	0,985	0,97	Arroyo de la Trofa
La China	Madrid	1981	1.335.000	117,477	58,528	Río Manzanares
La Gavia	Madrid	2008	1.353.600	63,072	28,904	Río Manzanares
La Mina	-	1997	4.167	-	-	-
Las Matas-Peñascales	Rozas de Madrid	1993	10.000	1,16	1,16	Arroyo Valcaminero
Las Rozas	Rozas de Madrid	1992	21.000	2,044	0,449	Arroyo Tomillarón
Navarrosillos	Colmenar Viejo	1987	113.333	5,84	5,05	Arroyo Navarrosillo
Patentes Talgo	-	2002	1.000	-	-	-
Santillana	Manzanares el Real	1988	86.390	6,464	6,464	Río Manzanares
Sur	Getafe	1983	2.937.600	240,769	107,251	Río Manzanares
Sur Oriental	Rivas-Vaciamadrid	1983	288.000	25,228	11,399	Arroyo Migueles
Viveros de la Villa	Madrid	1983 (Ampliación 2001)	700.000	69,37	32,48	Rio Manzanares

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Academia de Ingenieros, se encuentra en el municipio de Hoyo de Manzanares, su entrada en servicio fue en 1997, proporciona asistencia a 1.750 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,12 hm^3 al Arroyo Manina. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Arroyo Culebro Cuenca Baja se encuentra en el municipio de Getafe, su entrada en servicio fue en 2008, proporciona asistencia a 1.353.600 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 63,072 hm^3 al Arroyo Culebro, en 2015 se redujo la concentración a 25,344 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico en dos etapas, la digestión anaerobia de fangos y la deshidratación de fangos.

La EDAR Arroyo Culebro Cuenca Media Alta se encuentra en el municipio de Pinto, su entrada en servicio fue en 2007, proporciona asistencia a 1.224.720 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 47,304 hm^3 al Arroyo Culebro, en 2015 se redujo la concentración a 20,961 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico en dos etapas, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario

La EDAR Butarque se encuentra en Madrid, su entrada en servicio fue en 1983, proporciona asistencia a 1.612.800 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 111,887 hm^3 al río Manzanares, en 2015 se redujo la concentración a 42,9 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes.

La EDAR Hoyo de Manzanares toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 1986, proporciona asistencia a 9.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,985 hm^3 al arroyo de la Trofa, en 2015 se redujo la concentración a 0,97 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en eras de secado

La EDAR La China se localiza en Madrid, su entrada en servicio fue en 1981, proporciona asistencia a 1.335.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 117,477 hm^3 al río Manzanares, en 2015 se redujo la concentración a 58,528 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes y el tratamiento terciario.

La EDAR La Gavia se localiza en Madrid, su entrada en servicio fue en 2008, proporciona asistencia a 1.353.600 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 63,072 hm^3 al río Manzanares, en 2015 se redujo la concentración a 28,904 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes.

La EDAR La Mina, comenzó entrada en servicio en 1997, proporciona asistencia a 4.167 habitantes equivalentes. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Las Matas-Peñascales se localiza en las Rozas de Madrid, su entrada en servicio fue en 1993, proporciona asistencia a 10.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 1,16 hm^3 al arroyo Valcaminero. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Las Rozas se localiza en las Rozas de Madrid, su entrada en servicio fue en 1992, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2008, actualmente proporciona asistencia a 21.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 2,044 hm^3 al arroyo Tomillarón, en 2015 se redujo la concentración a 0,449 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadoras.

La EDAR Navarrosillos se localiza en el municipio de Colmenar Viejo, su entrada en servicio fue en 1987, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2008, actualmente proporciona asistencia a 113.333 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 5,84 hm^3 al arroyo Navarrosillo, en 2015 se redujo la concentración a 5,05 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Patentes Talgo, comenzó su entrada en servicio en 2002, proporciona asistencia a 1.000 habitantes equivalentes.

La EDAR Santillana se localiza en el municipio de Manzanares el Real, su entrada en servicio fue en 1988, proporciona asistencia a 86.390 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 6,464 hm^3 al río Manzanares. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el físico-químico con biológico de fangos activados convencional, la digestión de fangos aerobia y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Sur se localiza en Getafe, su entrada en servicio fue en 1983, proporciona asistencia a 2.937.600 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 240,769 hm^3 al río Manzanares, en 2015 se redujo la concentración a 107,251 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con selectores.

La EDAR Sur Oriental se localiza en Rivas-Vaciamadrid, su entrada en servicio fue en 1983, proporciona asistencia a 288.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 25,228 hm^3 al arroyo Migueles, en 2015 se redujo la concentración a 11,399 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes.

La EDAR Viveros de la Villa se localiza en Madrid, su entrada en servicio fue en 1983, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2001, actualmente proporciona asistencia a 700.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 69,37 hm^3 al rio Manzanares, en 2015 se redujo la concentración a 32,48 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados zonificados y el tratamiento terciario.

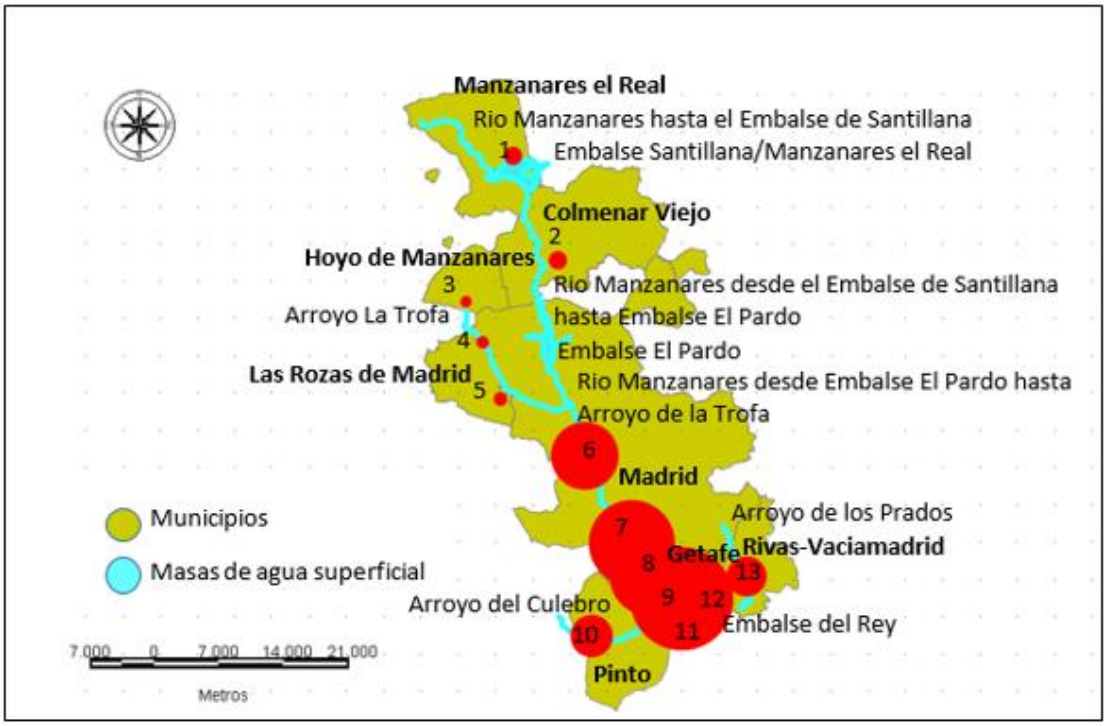


Figura A18: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Manzanares

Tabla A26: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Manzanares en 2014

Nº	EDAR
1	Santillana
2	Navarrosillos
3	Hoyo de Manzanares
4	Las Matas-Peñascales
5	Las Rozas Este
6	Viveros
7	La China
8	La Gavia
9	Butarque
10	Arroyo Culebro Cuenca Media Alta
11	Sur
12	Arroyo Culebro Cuenca Baja
13	Sur Oriental

Tal y como se ve en la Figura A18, a lo largo de la cuenca del río Manzanares, se produjeron 13 vertidos autorizados de distinta procedencia,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR Santillana en Manzanares el Real.
- El vertido número 2 corresponde a la EDAR Navarrosillos en Colmenar Viejo.
- El vertido número 3 procede de la EDAR Hoyo de Manzanares en Hoyo de Manzanares.
- El vertido número 4 procede de la EDAR Las Matas-Peñascales en Las Rozas de Madrid.
- El vertido número 5, procede de la EDAR Las Rozas Este en Las Rozas de Madrid.

- El vertido número 6, procede de la EDAR Viveros en Madrid.
- El vertido número 7, procede de la EDAR La China en Madrid.
- El vertido número 8, procede de la EDAR La Gavia en Madrid.
- El vertido número 9, procede de la EDAR Butarque en Madrid.
- El vertido número 10, procede de la EDAR Arroyo Culebro Cuenca Media Alta en Pinto.
- El vertido número 11, procede de la EDAR Sur en Getafe.
- El vertido número 12, procede de la EDAR Arroyo Culebro Cuenca Baja en Getafe.
- El vertido número 13, procede de la EDAR Sur Oriental en Rivas-Vaciamadrid.

Destacan los vertidos número 7, 9 y 11, los cuales, el primero procede de la EDAR La China, con un volumen de 117,477 hm^3, el siguiente de la EDAR Butarque, con 111,887 hm^3 y el último de la EDAR Sur con 240,769 hm^3, todos ellos sobre el río Manzanares. La EDAR Academia de Ingenieros con 0,12 hm^3 al arroyo Manina, fue el de menor volumen de vertido.

Figura A19: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Manzanares

Tabla A27: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Manzanares en 2015

Nº	EDAR
1	Santillana
2	Navarrosillos
3	Hoyo de Manzanares
4	Las Matas-Peñascales
5	Las Rozas Este
6	Viveros
7	La China
8	La Gavia
9	Butarque
10	Arroyo Culebro Cuenca Media Alta
11	Sur
12	Arroyo Culebro Cuenca Baja
13	Sur Oriental

La Figura A19 corresponde al mapa del censo de vertidos autorizados del 2015 en la cuenca del río Manzanares. Al igual que se veía en la Figura 20 en ella se produjeron 13 vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar dónde se produjeron es el mismo que el explicado en la Figura 20.

El volumen de los vertidos varía con respecto al 2014, los valores fueron inferiores. Siguen destacando los vertidos 7, 9 y 13. La EDAR La China con 58,528 hm^3, EDAR Butarque con 42,90 hm^3 y EDAR Sur con 107,251 hm^3. La EDAR Academia de Ingenieros siguió siendo la que menor volumen de vertido realizó, 0,12 hm^3.

Cuenca del río Tajo

Figura A20: Ubicación de la cuenca del río Taio

Tabla A28: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Tajo

Estación cuenca del río Tajo	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Aranjuez	Aranjuez	1989 (ampliación 2000)	157.500	7,665	4,796	Rio Tajo
Brea de Tajo	Brea de Tajo	2003	2.000	0,149	0,086	Arroyo de Brea
Colmenar de Oreja	Colmenar de Oreja	2004	5.500	0,411	0,411	Arroyo Estaca
Estremera	Estremera	2003	3.000	0,224	0,224	Arroyo Sepulcro
Fuentidueña de Tajo	Fuentidueña de Tajo	2004	5.000	0,374	0,182	Rio Tajo
Villaconejos	Villaconejos	2000	4.000	0,543	0,543	Cañada del Pastor
Villamanrique de Tajo	Villamanrique de Tajo	2004	1.000	0,074	0,042	Rio Tajo

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Aranjuez toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 1989, tiempo después se reformó y se reincorporó en 2000. Actualmente proporciona asistencia a 157.500 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 7,665 hm^3 al rio Tajo, en 2015 se redujo la concentración a 4,796 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es el biológico de fangos activados con reducción de nutrientes, la digestión aerobia de fangos, la deshidratación de fangos en centrifugadora y el tratamiento terciario.

La EDAR Brea de Tajo toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 2.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,149 hm^3 al arroyo de Brea, en 2015 se redujo la concentración a 0,086 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Colmenar de Oreja toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 5.500 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,411 hm^3 al arroyo Estaca. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Estremera toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 3.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,224 hm^3 al arroyo Sepulcro. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Fuentidueña de Tajo toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 5.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,374 hm^3 al rio Tajo, en 2015 se redujo la concentración a 0,182 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Villaconejos toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2000, proporciona asistencia a 4.000 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,543 hm^3 de la Cañada del Pastor. La naturaleza del medio receptor es de categoría III. El tratamiento de depuración que se aplica son los biodiscos.

La EDAR Villamanrique de Tajo toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 1.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,074 hm^3 al rio Tajo, en 2015 se redujo la concentración a 0,042 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

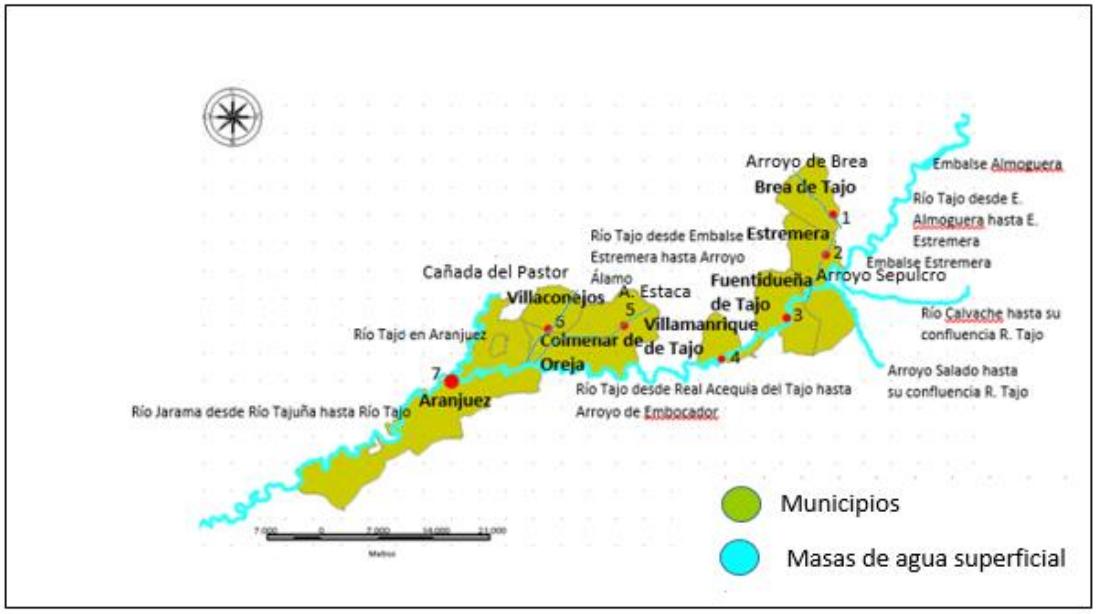


Figura A21: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Tajo

Tabla A29: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Tajo en 2014

Nº	EDAR
1	Brea de Tajo
2	Estremera
3	Fuentidueña de Tajo
4	Villamanrique de Tajo
5	Colmenar de Oreja
6	Villaconejos
7	Aranjuez

Tal y como se ve en la Figura A21, a lo largo de la cuenca del río Tajo, se produjeron siete vertidos autorizados de distinta procedencia,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR Brea de Tajo en Brea de Tajo.
- El vertido número 2 corresponde a la EDAR Estremera en Estremera.
- El vertido número 3 procede de la EDAR Fuentidueña de Tajo en Fuentidueña de Tajo.
- El vertido número 4 procede de la EDAR Villamanrique de Tajo en Villamanrique de Tajo.
- El vertido número 5 procede de la EDAR Colmenar de Oreja en Colmenar de Oreja.
- El vertido número 6, procede de la EDAR Villaconejos en Villaconejos.
- El vertido número 7, procede de la EDAR Aranjuez en Aranjuez.

Destaca sobre el resto el vertido número 7 el cual procede de la EDAR Aranjuez, con un volumen de 7,665 hm^3, sobre el río Tajo. La EDAR Villamanrique de Tajo con 0,074 hm^3 al río Tajo, fue la que menor volumen realizó.

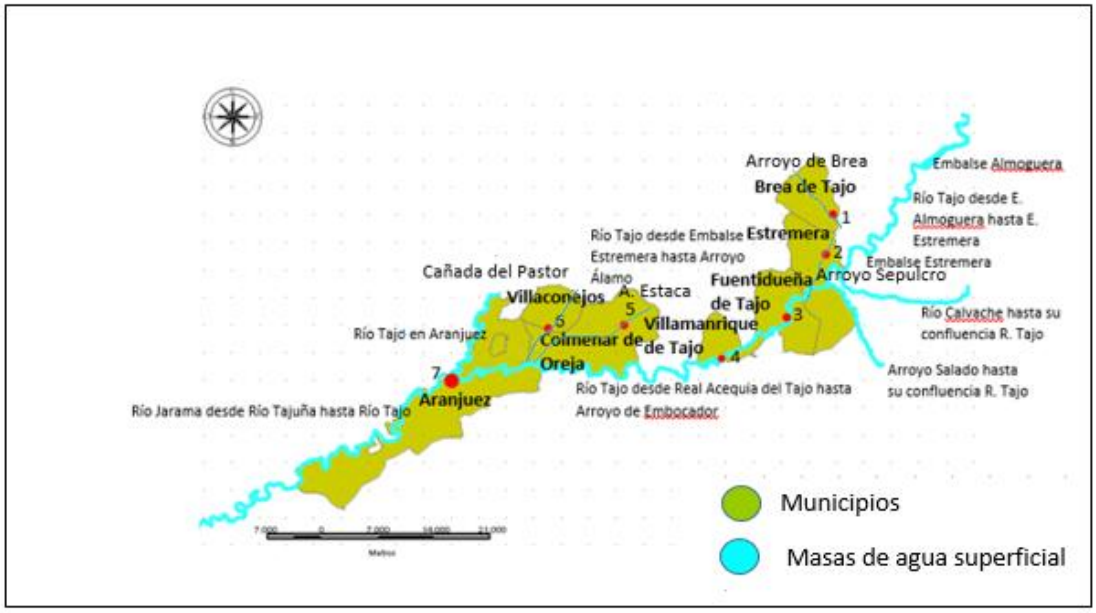


Figura A22: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Tajo

Tabla A30: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Tajo en 2015

Nº	EDAR
1	Brea de Tajo
2	Estremera
3	Fuentidueña de Tajo
4	Villamanrique de Tajo
5	Colmenar de Oreja
6	Villaconejos
7	Aranjuez

La Figura A22 corresponde al mapa del censo de vertidos autorizados del 2015 en la cuenca del río Tajo. Al igual que se veía en la Figura 23 en ella se producen siete vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar dónde se producen es el mismo que en la Figura 23.

Sigue destacando el vertido 7, esta vez con 4,796 hm^3. La EDAR Villamanrique de Tajo fue la que menor volumen de vertido realizó, 0,042 hm^3.

Cuenca del río Tajuña

Figura A23: Ubicación de la cuenca del río Tajuña

Tabla A31: Estaciones depuradoras de aguas residuales de la cuenca del río Tajuña

Estación cuenca del río Tajuña	Municipio	Fecha de entrada en servicio	Habitantes equivalentes de diseño	Censo de vertidos autorizados (hm^3/año)		Medio receptor de los vertidos autorizados
				2014	2015	
Belmonte de Tajo	Belmonte de Tajo	2004	1.600	0,119	0,085	Arroyo Valderrobledo
Carabaña	Carabaña	2003	6.200	0,463	0,289	Río Tajuña
Chinchón	Chinchón	2003	15.260	1,144	0,505	Arroyo Carcabillas
Conjunta de Ambite	Ambite	2004	18.412	1,38	1,051	Río Tajuña
Morata de Tajuña	Morata de Tajuña	2005	12.000	0,89	0,42	Río Tajuña
Orusco de Tajuña	Orusco de Tajuña	2004	3.300	0,24	0,24	Río Tajuña
Perales de Tajuña y Tielmes	Perales de Tajuña	2004	13.200	0,98	0,98	Río Tajuña
Pezuela de las Torres	Pezuela de las Torres	2004	2.000	0,149	0,146	Arroyo Pezuela
Valdaracete	Valdaracete	2004	700	0,052	0,052	Arroyo Valdemartín
Valdelaguna	Valdelaguna	2004	3.750	0,28	0,099	Arroyo Veguilla
Valdilecha	Valdilecha	2003	6.500	0,48	0,48	Arroyo de la Vega
Villarejo de Salvanés	Villarejo de Salvanés	2004	10.000	0,74	0,62	Arroyo de Carabaña

Fuente: Elaboración propia a partir del Canal de Isabel II

La EDAR Belmonte de Tajo toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 1.600 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,119 hm^3 al arroyo Valderrobledo, en 2015 se redujo la concentración a 0,085 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Carabaña toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 6.200 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,463 hm^3 al río Tajuña, en 2015 se redujo la concentración a 0,289 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Chinchón toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 15.260 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 1,144 hm^3 al arroyo Carcabillas, en 2015 se redujo la concentración a 0,505 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Conjunta de Ambite se encuentra en el municipio de Ambite, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 18.412 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 1,38 hm^3 al río Tajuña, en 2015 se redujo la concentración a 1,051 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Morata de Tajuña toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2005, proporciona asistencia a 12.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,89 hm^3 al río Tajuña, en 2015 se redujo la concentración a 0,42 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Orusco de Tajuña toma el nombre del municipio en el que se encuentra, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 3.300 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,24 hm^3 al río Tajuña. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Perales de Tajuña y Tielmes se encuentra en el municipio de Perales de Tajuña, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 13.200 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,98 hm^3 al río Tajuña. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

La EDAR Pezuela de las Torres toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 2.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,149 hm^3 al arroyo Pezuela, en 2015 se redujo la concentración a 0,146 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Valdaracete toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 700 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,052 hm^3 al arroyo Valdemartín. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Valdelaguna toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 3.750 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,28 hm^3 al arroyo Veguilla, en 2015 se redujo la concentración a 0,099 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Valdilecha toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2003, proporciona asistencia a 6.500 habitantes equivalentes. Según los registros del censo de vertidos autorizados, en 2014 y 2015 se vertieron 0,48 hm^3 al arroyo de la Vega. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada.

La EDAR Villarejo de Salvanés toma el nombre del municipio al que pertenece, su entrada en servicio fue en 2004, proporciona asistencia a 10.000 habitantes equivalentes. Según el registro del censo de vertidos autorizados, en 2014 se vertieron 0,74 hm^3 al arroyo de Carabaña, en 2015 se redujo la concentración a 0,62 hm^3 sobre el mismo punto. La naturaleza del medio receptor es de categoría I. El tratamiento de depuración que se aplica es la aeración prolongada y la deshidratación de fangos en centrifugadora.

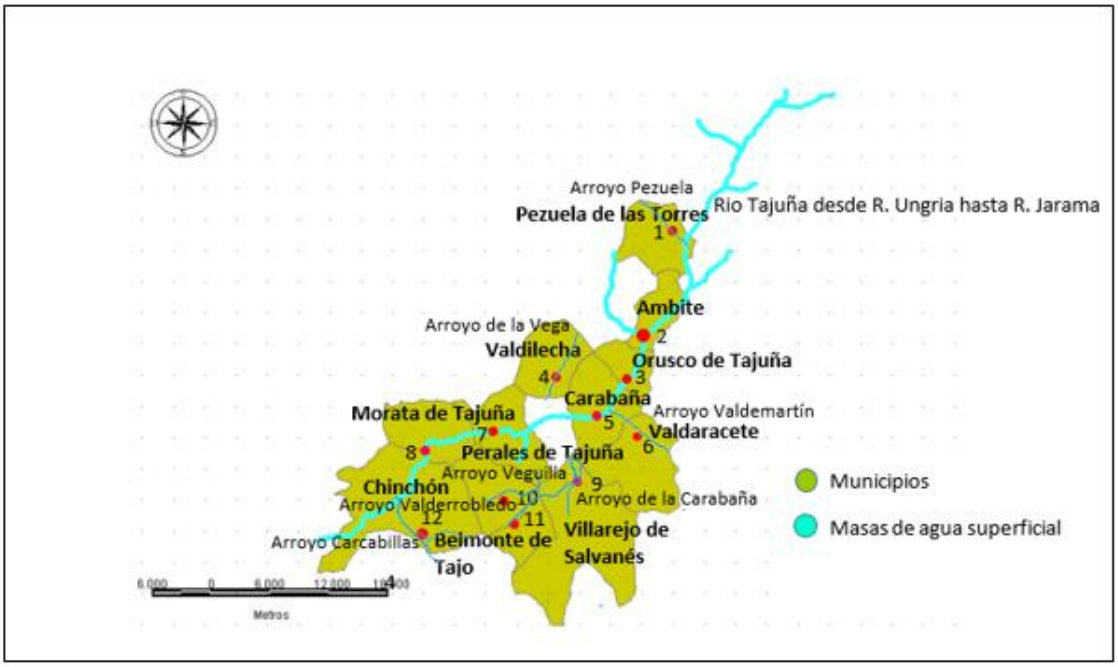


Figura A24: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2014 de la cuenca del río Tajuña

Tabla A32: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Tajuña en 2014

Nº	EDAR
1	Pezuela de las Torres
2	Conjunta Ambite
3	Orusco
4	Valdilecha
5	Carabaña
6	Valdaracete
7	Perales de Tajuña-Tielmes
8	Morata de Tajuña
9	Villarejo de Salvanés
10	Valdelaguna
11	Belmonte de Tajo
12	Chinchón

Tal y como se ve en la Figura A24, a lo largo de la cuenca del río Tajuña, se produjeron 12 vertidos autorizados de distinta procedencia,

- El vertido número 1 corresponde a la EDAR Pezuela de las Torres en Pezuela de las Torres.
- El vertido número 2 corresponde a la EDAR Conjunta Ambite en Ambite.
- El vertido número 3 procede de la EDAR Orusco en Orusco de Tajuña.
- El vertido número 4 procede de la EDAR Valdilecha en Valdilecha.
- El vertido número 5 procede de la EDAR Carabaña en Carabaña.

- El vertido número 6, procede de la EDAR Valdaracete en Valdaracete.
- El vertido número 7, procede de la EDAR Perales de Tajuña-Tielmes en Perales de Tajuña.
- El vertido número 8, procede de la EDAR Morata de Tajuña en Morata de Tajuña.
- El vertido número 9, procede de la EDAR Villarejo de Salvanés en Villarejo de Salvanés.
- El vertido número 10, procede de la EDAR Valdelaguna en Valdelaguna.
- El vertido número 11, procede de la EDAR Belmonte de Tajo en Belmonte de Tajo.
- El vertido número 12, procede de la EDAR Chinchón en Chinchón.

Destacan sobre el resto los vertidos número 2 y 12, el primero procede de la EDAR Conjunta Ambite, con un volumen de 1,38 hm^3, sobre el río Tajuña y el segundo, la EDAR Chinchón con 1,144 hm^3 al arroyo Carcabillas. La EDAR Valdaracete con 0,052 hm^3 al arroyo Valdemartín, fue la que menor volumen realizó.

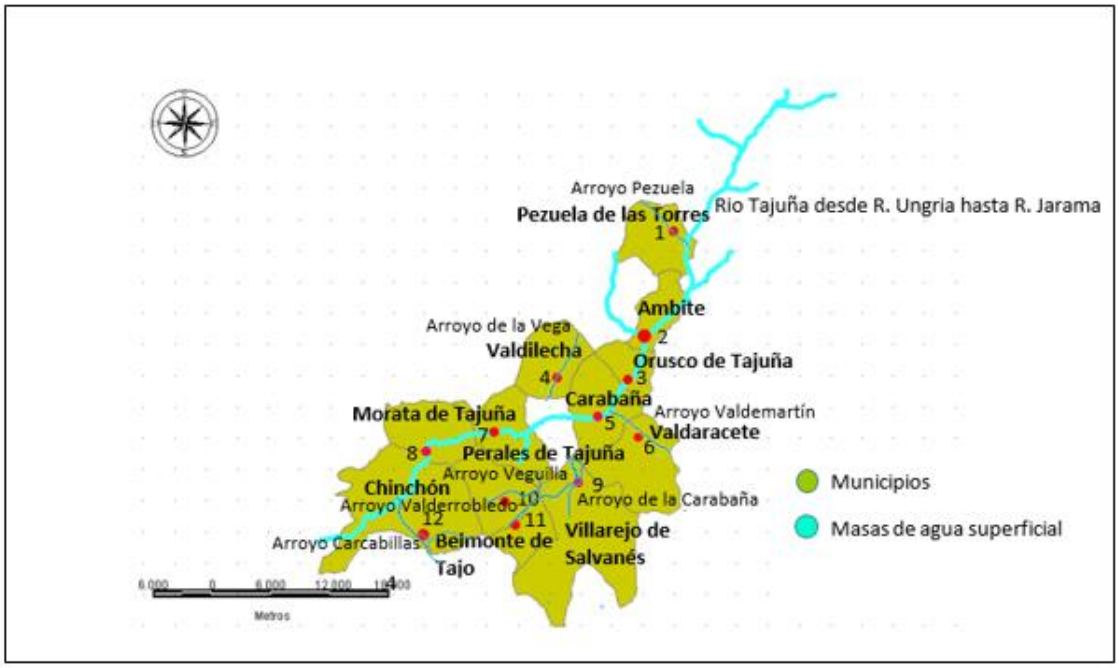


Figura A25: Mapa del censo de vertidos autorizados en 2015 de la cuenca del río Tajuña

Tabla A33: Localización del vertido autorizado de las depuradoras en la cuenca del Tajuña en 2015

Nº	EDAR
1	Pezuela de las Torres
2	Conjunta Ambite
3	Orusco
4	Valdilecha
5	Carabaña
6	Valdaracete
7	Perales de Tajuña-Tielmes
8	Morata de Tajuña
9	Villarejo de Salvanés
10	Valdelaguna
11	Belmonte de Tajo
12	Chinchón

La Figura A25 corresponde al mapa del censo de vertidos autorizados del 2015 en la cuenca del río Tajuña. Al igual que se veía en la Figura anterior en ella se producen 12 vertidos autorizados de distinta procedencia. El orden de los vertidos y el lugar dónde se producen es el mismo que el explicado en la Figura 26.

Esta vez destaca por encima del resto el vertido 2, con 1,051 hm^3. La EDAR Valdaracete mantiene con el mismo valor, realizó el menor volumen de vertido.

Referencias bibliográficas

BOE-Núm. 189-8 de agosto 1985-25123-Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

BOE-Núm. 312-30 de diciembre 1995-27963-Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

BOE-Núm. 77-29 de marzo 1996-7159-Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

BOE-Núm. 298-14 de diciembre 1999-23751-Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

BOE-Núm. 176-24 de julio 2001-14276-Real Decreto Legislativo 1/2001, 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

BOE-Núm. 313-31 de diciembre 2003-23936-Ley 62/2003, 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social.

BOE-Núm. 162-7 de julio 2007-13182-Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

BOE-Núm. 19-22 de enero 2011-1139-Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

Canal de Isabel II Gestión, (2013). Ciclo Integral del agua. Depuración del agua residual.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas-L 135/40 de septiembre de 1991-Directiva 91/271/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas-L 327/1 de diciembre de 2000-Directiva 2000/60/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas-L 348/84 de diciembre de 2008-Directiva 2008/105/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas-L 201/36 de agosto de 2009-Directiva 2009/90/CEE de la Comisión de 31 de julio de 2009 por la que se establecen, de conformidad con la Directiva 2000/60/CEE del Parlamento europeo y del Consejo, las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas.

Dirección General del Agua, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, (2012).

Esquema Provisional de temas importantes (ETI) del segundo ciclo de planificación hidrológica 2015-2021. Demarcación Hidrográfica del Tajo, (2010).

Informe Anual Grupo Canal de Isabel II Gestión, (2015).

HENRY, J.G. y HEINKE, G.W., (1999). Ingeniería ambiental, Editorial Prentice Hall

METCALF & EDDY, (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill, Tercera edición, Madrid.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA. Confederación Hidrográfica del Tajo. Evaluación del estado ecológico y químico de las masas de agua, categoría: ríos. 2007-2011, (2012).

OROZCO, C., PÉREZ, A., GONZÁLEZ, M. N., RODRÍGUEZ, F. J. y ALFAYATE, J. M., (2004). Contaminación ambiental: Una visión desde la Química, Thomson Ed. Spain.

OROZCO, C., PÉREZ, A., GONZÁLEZ, M. N., RODRÍGUEZ, F. J. y ALFAYATE, J. M., (2008). Contaminación ambiental: Una visión desde la Química, Thomson Ed. Spain. 1º Edición, 5º Reimpresión.

ORTEGA, E. B., (2012): Estado de la depuración de aguas en España: Entre ríos anda el juego, Madrid. Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021. Anejo 8 de la Memoria de los Objetivos Medioambientales y Excepciones. Parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo.