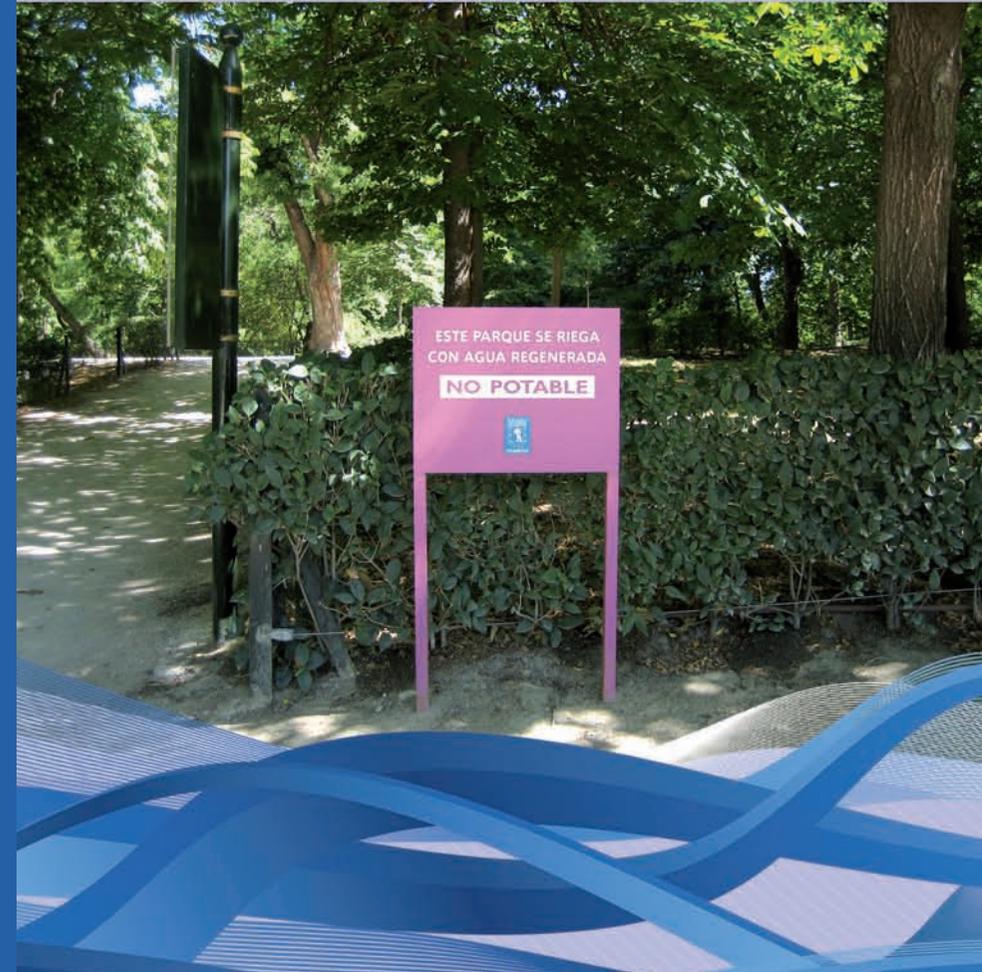


Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas

Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas



ISBN 978-84-491-0998-0



9 788449 109980



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CENTRO DE PUBLICACIONES
Paseo de la Infanta Isabel, 1 - 28014 Madrid

Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas

Agradecimientos

A Jesús Yagüe y Cristina Danés por el apoyo y colaboración prestados, sin los cuales no hubiera sido posible la elaboración de esta guía.

A Lluís Sala i Genóher (Consortio de la Costa Brava) y Carlos Lardín Mifsut (Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia) por las inestimables aportaciones que han realizado.

A los autores de las imágenes que han permitido ilustrar la guía:
Lluís Sala i Genóher (páginas 2, 39, 40, 76 y 77)
y Mónica Fernández Moreno (página 49)



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

2010



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Secretaría General Técnica: Alicia Camacho García. Subdirector General de Información al ciudadano, Documentación y Publicaciones: José Abellán Gómez. Director del Centro de Publicaciones: Juan Carlos Palacios López. Jefa del Servicio de Producción y Edición: M^a Dolores López Hernández. Coordinadora: Alejandra Puig Infante. Foto de portada: Parque del Retiro de Madrid (María Teresa del Pozo Ramos). Asistencia Técnica: Infraestructura y Ecología, S.L. Cualquier comentario sobre este documento debe remitirse a: apinfante@mma.es

Edita:

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta

Paseo de la Infanta Isabel, 1
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Plaza San Juan de la Cruz, s/n
Teléfono: 91 597 61 87
Fax: 91 597 61 86

Maquetación: Infraestructura y Ecología, S.L.

Impresión y Encuadernación: V.A. Impresores, S.A.

Tienda virtual: www.marm.es

e-mail: centropublicaciones@marm.es

NIPO: 770-10-141-8

ISBN: 978-84-491-0998-0

Depósito Legal: M-33291-2010

Catálogo General de publicaciones oficiales:

www.060.es (servicios en línea / oficina virtual/Publicaciones)

Datos técnicos: Formato: 17 x 24 cm. Caja de texto: 14,4 x 21,3 cm. Composición: una columna. Tipografía: Helvetica Neue LT Std a cuerpo 10. Papel: Interior en estucado con certificación FSC (Material de Crédito) de 115 g. Cubierta en Symbol Card de 300 g. con certificación FSC (Material de Crédito). Tintas: 4/4. Encuadernación: Rústica, cosido con hilo vegetal.

El certificado FSC (Forest Stewardship Council) asegura que la fibra virgen utilizada en la fabricación de este papel procede de masas certificadas con las máximas garantías de una gestión forestal social y ambientalmente responsable y de otras fuentes controladas. Consumiendo papel FSC promovemos la conservación de los bosques del planeta y su uso responsable.



PRESENTACIÓN

La Directiva Marco del Agua supone un reto para la gestión del agua, ya que obliga a proteger y conservar los ecosistemas acuáticos promoviendo un uso sostenible del agua. Este objetivo se materializa en el compromiso de los Estados Miembros de alcanzar el buen estado de las aguas antes del 2015, lo que resulta complejo en países como España donde se suceden periodos de sequías prolongados.

Una gestión sostenible del agua implica, por tanto, no sólo atender las demandas de agua sino también proteger las aguas superficiales y subterráneas de modo que alcancen el buen estado, así como conseguir el equilibrio y la armonización del desarrollo regional y sectorial. Para ello, es preciso cambiar el modelo de gestión de forma que fomente el ahorro y la eficiencia del uso buscando fuentes alternativas de agua como la reutilización de las aguas.

Desde hace varios años, y especialmente desde la aprobación del Real Decreto 1620/2007 sobre reutilización de las aguas, usuarios, gestores y planificadores consideran el agua regenerada como un recurso adicional ordinario con el que pueden contar ya que ofrece garantías de cantidad y calidad.

Paulatinamente, esta mentalidad va calando en la sociedad ya que se observa una aceptación social cada vez mayor sobre la no utilización de agua potable o prepotable para el riego de cultivos, parques y jardines, limpieza de calles u otros usos que requieren niveles de calidad inferior de dichas aguas. Esta tendencia permite prever que el uso de aguas regeneradas aumentará año tras año.

El beneficio más importante en el ámbito social derivado de la reutilización de las aguas es la posibilidad de reservar el agua de mejor calidad para los usos más exigentes tales como la producción de agua potable. Disponer de agua potable es un objetivo prioritario que no siempre es fácil de asegurar, especialmente en países como España que sufre un déficit de agua acusado.

Además, con carácter general disponer de agua regenerada garantiza un suministro que no está sometido a los vaivenes climáticos ni entra en competencia con usos prioritarios como el abastecimiento. Dicha garantía es importante para sectores especialmente sensibles al déficit hídrico como son la agricultura o la industria.

Los beneficios medioambientales de la reutilización son especialmente relevantes cuando la utilización de un determinado volumen de agua regenerada sustituye a la utilización de un volumen procedente de cauces o acuíferos. Por ejemplo, si un acuífero se encuentra en riesgo de sobreexplotación el uso de agua regenerada puede reducir las extracciones del mismo y con ello recuperar el equilibrio entre recarga y extracción.

El rápido avance en el desarrollo de las tecnologías de regeneración de las aguas y el importante aumento del número de sistemas de reutilización, tanto en el ámbito nacional como internacional, permiten garantizar una calidad del agua sin riesgos para el medio ambiente y la salud pública. En consecuencia, las inversiones en infraestructuras de reutilización se hacen cada vez más rentables y los precios de obtención del metro cúbico de agua regenerada disminuyen.

En conclusión, la reutilización de las aguas es una medida de gestión y planificación hidrológica que comporta beneficios sociales y ambientales, y resuelve parte de los problemas derivados del déficit hídrico tan comunes en nuestro país. Por tanto, es aconsejable el desarrollo y fomento del uso del agua regenerada. Esta guía es una herramienta a disposición de los agentes con responsabilidades en materia de aguas para alcanzar dichos objetivos.

Marta Morén Abat
Directora General del Agua
Ministerio de Medio Ambiente
y Medio Rural y Marino

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivo de la guía..... | 1 |
| 1.2. Necesidad de la reutilización de las aguas..... | 2 |
| 1.3. Marco Legislativo | 3 |
| 1.4. Terminología..... | 4 |
| 2. APLICACIÓN DEL REAL DECRETO DE REUTILIZACIÓN..... | 9 |
| 2.1. Aspectos clave del Real Decreto | 9 |
| 2.2. Procedimiento para obtener el permiso de reutilización de aguas..... | 11 |
| 2.3. Cuestiones más frecuentes sobre la aplicación del Real Decreto..... | 14 |
| 3. CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS | 21 |
| 3.1. Programa de control de la calidad del agua regenerada | 21 |
| 3.2. Mantenimiento de la calidad de las aguas regeneradas | 29 |
| 3.3. Evaluación de la calidad de las aguas regeneradas | 32 |
| 3.4. Distribución de responsabilidades en la calidad y en la inspección ... | 34 |
| 4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN..... | 39 |
| 4.1. Prescripciones técnicas para el tratamiento de regeneración..... | 39 |
| 4.2. Prescripciones técnicas para la red de transporte | 47 |
| 4.3. Mantenimiento y control de las instalaciones | 71 |
| 5. NORMAS DE USO DEL AGUA REGENERADA..... | 75 |
| 5.1. Normas para la seguridad del público | 75 |
| 5.2. Normas de seguridad para trabajadores y usuarios..... | 80 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1: Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas..... | 83 |
| ANEXO 2: Relación del Real Decreto con la normativa vigente | 107 |
| ANEXO 3: Ordenanzas municipales relativas a la reutilización de aguas regeneradas | 117 |
| ANEXO 4: Modelo de ordenanza municipal relativa a la reutilización de aguas regeneradas..... | 121 |
| ANEXO 5: Fuentes de información | 123 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Procedimiento para la obtención de la autorización o concesión de reutilización de aguas | 13 |
| Figura 2. Captación de agua regeneradora en la industria | 14 |
| Figura 3. Reciclaje de aguas en la industria | 15 |
| Figura 4. Reutilización de aguas industriales..... | 15 |
| Figura 5. Reutilización de aguas por parte del titular de la autorización de vertido | 17 |
| Figura 6. Reutilización de aguas procedentes de una EDAR urbana para el riego de campos de golf | 17 |
| Figura 7. Orden de preferencias en la solicitud | 18 |
| Figura 8. Uso del agua en estaciones depuradoras | 20 |
| Figura 9. Ejemplo de sistema de macrofitas flotantes | 32 |
| Figura 10. Criterios de conformidad del sistema de reutilización con el RD de reutilización..... | 34 |
| Figura 11. Distribución de responsabilidades en la calidad y la inspección.. | 37 |
| Figura 12. Tecnologías de regeneración más empleadas..... | 40 |
| Figura 13. Tratamientos de regeneración propuestos sin desalación | 42 |
| Figura 14. Tratamientos de regeneración propuestos con desalación..... | 43 |
| Figura 15. Tratamientos de regeneración propuestos según las calidades del RD de reutilización | 46 |
| Figura 16. Tratamientos de regeneración propuestos según las calidades del RD de reutilización | 47 |
| Figura 17. Disposición en alzado de las diferentes redes de distribución . | 49 |
| Figura 18. Distancia mínima en planta respecto a las redes de agua potable y saneamiento..... | 51 |
| Figura 19. Sección tipo del dominio público hidráulico | 52 |

| | |
|---|----|
| Figura 20. Sección tipo del dominio público de una carretera..... | 53 |
| Figura 21. Sección tipo del dominio público de un ferrocarril | 54 |
| Figura 22. Pendientes mínimas de las conducciones de saneamiento..... | 56 |
| Figura 23. Panel de señalización en zonas regables | 58 |
| Figura 24. Panel de señalización en estanques y masas de agua ornamentales..... | 59 |
| Figura 25. Caso de reflujo por sifonamiento..... | 67 |
| Figura 26. Ejemplo de Air Gap y bomba. | 69 |
| Figura 27. Sistema diseñado con dispositivos de prevención del reflujo .. | 69 |
| Figura 28. Ejemplo de Air Gap en balsa de riego con doble alimentación de agua potable y agua regenerada. | 70 |
| Figura 29. Riesgo de sifonamiento en el vaciado de tanques | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Métodos de referencia para el análisis de parámetros microbiológicos | 24 |
| Tabla 2. Helmintos de mayor interés en el ámbito de la reutilización | 25 |
| Tabla 3. Problemas de degradación de la calidad del agua regenerada almacenada..... | 30 |
| Tabla 4. Rendimientos de depuración del sistema de macrofitas flotantes. | 32 |
| Tabla 5. Valores del límite de desviación máxima por parámetro..... | 33 |
| Tabla 6. Tipos de calidad según los límites bacteriológicos del RD de reutilización..... | 41 |
| Tabla 7. Distancias en planta de la red de reutilización respecto a otras redes de servicios..... | 51 |
| Tabla 8. Distancias en alzado de la red de reutilización respecto a otras redes de servicios..... | 57 |
| Tabla 9. Predimensionamiento de la inclinación de taludes de balsas..... | 61 |
| Tabla 10. Puntos de contaminación por episodios de reflujo | 68 |
| Tabla 11. Dispositivos de prevención del reflujo..... | 68 |
| Tabla 12. Ensayos en materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos de la red de reutilización | 72 |
| Tabla 13. Distancias de seguridad del riego con aerosolización a núcleos habitados y áreas accesibles al público | 78 |
| Tabla 14. Distancias de seguridad respecto a pozos de suministro de agua potable | 80 |
| Tabla 15. Relación de normativas internacionales | 108 |
| Tabla 16. Usos contemplados en el RD de reutilización, en la OMS y en la USEPA..... | 112 |
| Tabla 17. Criterios de calidad según el RD de reutilización, la OMS y la USEPA..... | 113 |

1

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DE LA GUÍA

El 7 de diciembre de 2007 se aprueba en Consejo de Ministros el Real Decreto 1620/2007 por el que se regula el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas (en adelante RD de reutilización).

La complejidad y relevancia de la norma hacen necesario un esfuerzo desde todas las administraciones y sectores implicados para conocer e interpretar correctamente la misma.

El objetivo de esta guía es orientar y proponer procedimientos y criterios para la aplicación del RD de reutilización a los distintos agentes involucrados, facilitando el trabajo de comprensión e interpretación del mismo. Su fin último es garantizar los niveles de calidad y el buen uso de las aguas regeneradas exigidos por dicho RD.

A lo largo de la guía se define el sistema de responsabilidades, se exponen los aspectos clave del RD de reutilización, se analizan las relaciones con otras normas europeas y nacionales, se contestan una serie de preguntas frecuentes, se presentan algunas prescripciones técnicas básicas para un sistema de reutilización y se indican diferentes normas de uso del agua regenerada que, junto a un glosario de terminología relativa a la reutilización de aguas regeneradas, facilitan la aplicación del RD de reutilización.

Para la elaboración de la presente guía se han tenido en cuenta las experiencias existentes en España y pretende recoger las buenas prácticas de reutilización de las aguas regeneradas.

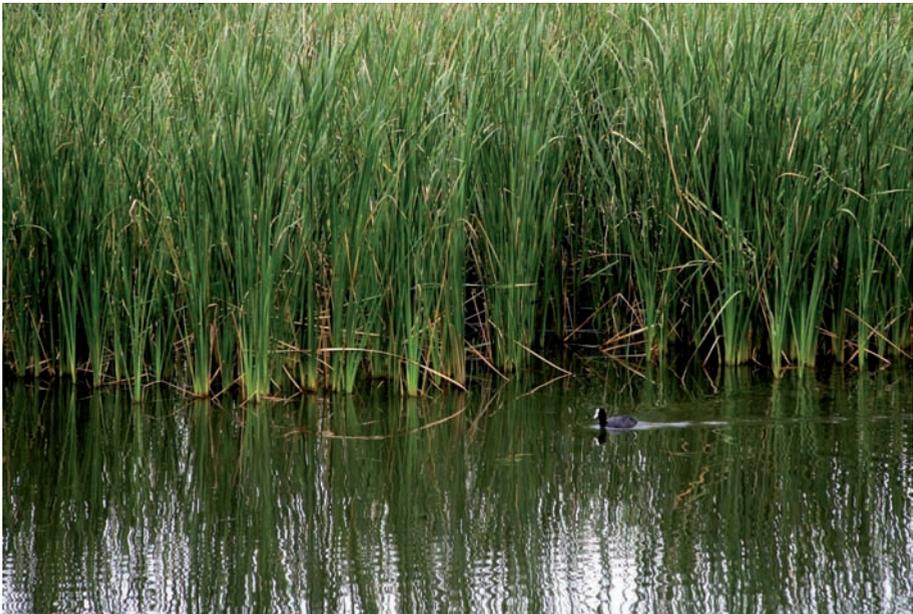
1.2. NECESIDAD DE LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS

Numerosos organismos internacionales proponen la reutilización del agua como un recurso adicional que debe utilizarse e incluirse en los planes de gestión del agua.

En la Cumbre de las Naciones Unidas, celebrada en septiembre de 2000, se aprobó la Declaración del Milenio en la que se incluyen 8 ambiciosos objetivos a alcanzar en 2015 (los Objetivos de Desarrollo del Milenio). En el séptimo objetivo “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” se establece como meta “reducir a la mitad la proporción de población sin un acceso sostenible al agua potable segura en 2015”.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su documento “*WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*” relaciona los Objetivos de Desarrollo del Milenio con la reutilización del agua. Considera la reutilización del agua como un recurso estratégico y de especial valor en zonas donde existe estrés hídrico, siempre y cuando se asegure la salud pública y la protección del medio ambiente. Y señala como ventajas:

- la reducción de las presiones sobre el recurso,
- la reducción de los riesgos sobre la salud para los usuarios aguas abajo, y
- el mantenimiento de la calidad de los ecosistemas.



En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, celebrada en 2002, el agua y el saneamiento fueron dos de los grandes temas a tratar. La gestión integral del agua fue incluida en el marco de la política internacional. En ella la reutilización juega un papel importante, especialmente en regiones susceptibles de experimentar períodos de sequía.

A nivel comunitario, en la Directiva Marco de Aguas (DMA) se incluye la reutilización del agua entre las medidas complementarias que se pueden incluir en el programa de medidas a aplicar en cada demarcación hidrográfica con el fin de cumplir los objetivos establecidos en el artículo 4 de la DMA.

La climatología en España, donde existen zonas de baja pluviometría y largos períodos de sequía, obliga a racionalizar y optimizar la gestión del recurso. Esta condición, junto con el aumento de la demanda, provoca la necesidad de buscar nuevos recursos complementarios o alternativos. Las aguas residuales depuradas y regeneradas son un recurso viable y óptimo.

En zonas costeras la reutilización permite un incremento neto del recurso en los casos en los que el agua depurada se vierte al mar o se pierde a través de la evaporación. En zonas de interior permite sustituir al agua potable en los usos que requieren una calidad menos exigente reservando la de mayor calidad para el abastecimiento.

Una de las mayores ventajas de la reutilización directa del agua es la garantía tanto de la calidad como del caudal de agua disponible, no dependiendo de la estacionalidad del recurso ni de las épocas de sequía.

1.3. MARCO LEGISLATIVO

1.3.1. Ley de Aguas

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

El artículo 109 establece que el Gobierno debe desarrollar las condiciones básicas de la reutilización y precisar la calidad exigible a las aguas regeneradas según los usos previstos. Asimismo, establece que el titular de la concesión debe sufragar los costes necesarios para tratar el agua y obtener el nivel de calidad exigido.

Por otra parte, establece la obligación de obtener una concesión administrativa para la reutilización de aguas regeneradas salvo que sea solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas ya depuradas, el cual necesitará solamente una autorización administrativa.

1.3.2. Real Decreto de Reutilización 1620/2007

El 7 de diciembre de 2007 se aprobó el RD de reutilización (Anexo I del presente documento) y se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril mediante la derogación de los artículos 272 y 273 del RDPH que regulaban la reutilización de las aguas.

El RD de reutilización establece una serie de definiciones que facilitan la comprensión del texto destacándose la definición del concepto de reutilización y la introducción del concepto de agua regenerada. Trata también de los aspectos relativos al régimen jurídico, tales como el título requerido para su uso, los procedimientos de obtención de la concesión y/o autorización, y los contratos de cesión de derechos. Finalmente establece las condiciones de calidad que debe cumplir el agua regenerada para su uso indicando los usos permitidos y prohibidos y el régimen de responsabilidades en relación al mantenimiento de la calidad.

El Anexo I del RD fija los valores máximos admisibles de los parámetros en función de los usos a los que está destinada el agua regenerada distinguiendo cinco grandes tipos de usos: urbano, agrícola, industrial, recreativo y ambiental. Establece además la frecuencia y método de análisis de los parámetros. Para valorar el cumplimiento de los requerimientos de calidad establece los criterios de conformidad y las medidas de gestión frente a incumplimientos.

El Anexo II del RD incluye el modelo de solicitud de concesión o autorización que recoge toda la documentación requerida para poder reutilizar este agua.

El Anexo II del presente documento analiza la relación del RD de reutilización con la normativa vigente a nivel internacional, de la Unión Europea, nacional, autonómica y municipal. Asimismo compara los criterios de calidad del RD con las recomendaciones de la OMS y la USEPA (United States Environmental Protection Agency).

1.4. TERMINOLOGÍA

1.4.1. Glosario

A efectos de aplicación de esta guía, se entiende por:

Acequia: zanja o canal por donde se conducen las aguas para regar u otros fines.

Aguas depuradas: aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.

Aguas de proceso: aguas que sirven en cualquier nivel del proceso de fabricación de un producto.

Aguas recicladas: aguas utilizadas más de una vez en el mismo lugar antes de ser vertidas al ciclo hídrico.

Aguas regeneradas: aguas residuales depuradas que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

Aguas residuales: aguas que han sido utilizadas habiendo incorporado a las mismas una determinada carga contaminante.

Aguas reutilizadas: aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida para un nuevo uso privativo, en función de los usos a que se van a destinar antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre.

Autocontrol: programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas.

Autorización de vertido: resolución del organismo de cuenca por la que se autoriza al titular del vertido a verter en las condiciones establecidas en la misma.

Azarbe: cauce artificial adonde van a parar las aguas sobrantes o filtraciones de los riegos.

Canal de riego: cauce artificial por donde se conduce el agua desde la captación hasta el lugar donde será aplicada.

Contaminante: cualquier sustancia que pueda causar contaminación. En particular las sustancias enumeradas en el Anexo II del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Depuración de aguas: tratamiento al que se someten las aguas residuales para adecuar su calidad a la normativa de vertidos.

Estación depuradora de aguas residuales (EDAR): conjunto de instalaciones donde las aguas residuales se someten a procesos de tratamiento que permiten adecuar su calidad a la normativa de vertidos.

Estación regeneradora de aguas (ERA): conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a los procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto.

Filtro verde: técnica de tratamiento no convencional basada en la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos. Se pueden emplear desde especies arbóreas, como los chopos, a macrofitas en flotación.

Infraestructuras de almacenamiento y distribución: conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados.

Límite de desviación máxima: diferencia entre el valor medido y el Valor Máximo Admisible (VMA).

Lugar de uso del agua regenerada: zona o instalación donde se utiliza el agua regenerada suministrada.

Norma de Calidad Ambiental: la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, en los sedimentos o en la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Primer usuario: persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas.

Punto de entrega de las aguas depuradas (PEAD): lugar donde el titular de la autorización de vertido de aguas residuales entrega las aguas depuradas en las condiciones de calidad exigidas en la autorización de vertido para su regeneración.

Punto de entrega de las aguas regeneradas (PEAR): lugar donde el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas entrega a un usuario las aguas regeneradas, en las condiciones de calidad según su uso previstas en el RD de reutilización.

Regeneración de aguas: tratamiento adicional al que se someten las aguas depuradas para adecuar su calidad a la normativa de reutilización de aguas.

Retorno de riego: agua empleada para riego que no es consumida, evaporada ni percolada a un acuífero subterráneo, y que se integra nuevamente al ciclo hídrico.

Reutilización de las aguas: aplicación antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

Sistema de reutilización: conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

Tercer usuario: persona física o jurídica que presenta la solicitud de concesión para reutilización y que no ostenta la condición de concesionario para la primera utilización, ni la de titular de la autorización de vertido de las aguas residuales.

Titular de la Autorización de vertido: persona física o jurídica o entidad pública o privada que es el titular de la autorización de vertido de aguas depuradas.

Usuario de agua regenerada: persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto.

Valor Máximo Admisible (VMA): cantidad o concentración de cada uno de los parámetros de calidad incluidos en el Anexo I.A del RD de reutilización cuyo valor no debe superarse por el agua regenerada, dentro de un periodo de tiempo determinado.

1.4.2. Terminología inglesa habitual

Treated wastewater: véase la definición de aguas depuradas en el apartado anterior.

Reclaimed water/recycled water: término utilizado exclusivamente en la legislación del estado de California (EEUU) cuya definición coincide con la de aguas regeneradas del apartado anterior.

Wastewater: véase la definición de aguas residuales del apartado anterior.

Reused water: véase la definición de aguas reutilizadas del apartado anterior.

Water reuse: véase la definición de reutilización de las aguas del apartado anterior.

Direct reuse: se traduce como reutilización directa. Terminología en desuso en España por la publicación del RD de reutilización y utilizada en países anglosajones que se define como el tipo de reutilización en el cual el agua es destinada a un nuevo uso, siendo transportada a su lugar de aplicación mediante infraestructuras de transporte ejecutadas al efecto, sin mediar para ello una dilución en un curso de agua o acuífero de aguas subterráneas.

Restricted irrigation: término utilizado exclusivamente en la legislación del estado de California (EEUU) cuya definición es la siguiente: riego agrícola para productos que no van a ser consumidos en crudo.

Unrestricted irrigation: término utilizado exclusivamente en la legislación del estado de California (EEUU) cuya definición es la siguiente: riego agrícola para productos que no pueden ser consumidos en crudo.

2

APLICACIÓN DEL REAL DECRETO DE REUTILIZACIÓN

2.1. ASPECTOS CLAVE DEL REAL DECRETO

2.1.1. Régimen jurídico de la reutilización

En el artículo 3 del Capítulo I del RD de reutilización, se obliga a la obtención de una concesión administrativa para poder reutilizar aguas regeneradas. Si el solicitante es el titular de una autorización de vertido de aguas residuales, entonces será necesaria solamente una autorización administrativa.

Asimismo, establece un orden de preferencias en la obtención del título para poder reutilizar dependiendo de quién lo solicite: cuando el solicitante es el titular de la autorización de vertido tendrá prioridad frente al primer usuario de las aguas, y éste frente a terceros.

2.1.1. Usos del agua regenerada

Las calidades del agua regenerada contempladas en el Anexo I.A del RD de reutilización son un total de 14, agrupadas en cinco tipos de usos: urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales.

Esta norma también contempla en su Capítulo II los usos prohibidos que son: el consumo humano, salvo en situaciones catastróficas; usos propios de la industria alimentaria excepto para aguas de proceso y limpieza; uso en instalaciones hospitalarias; para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura; uso recreativo como aguas de baño; uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos excepto lo previsto en este uso industrial en la norma; uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos;

y cualquier otro uso que las autoridades consideren que conlleva riesgos para la salud o perjuicio para el medio ambiente.

2.1.3. Calidades del agua regenerada

El RD de reutilización cumple con lo establecido en la Ley de Aguas donde insta al Gobierno al desarrollo de las condiciones básicas de la reutilización. El Anexo I.A incluye los criterios de calidad exigidos en función de cada uno de los usos posibles.

Los parámetros que siempre hay que controlar son: Nematodos intestinales, *Escherichia coli*, sólidos en suspensión y turbidez. Los dos primeros como indicadores microbiológicos y los otros dos como físico-químicos.

Asimismo, y dependiendo del tipo de aplicación o destino del agua regenerada, el RD de reutilización exige controlar otro tipo de parámetros, como por ejemplo, la *Legionella spp.* en caso de que se produzca aerosolización, o el nitrógeno y el fósforo total en el caso de recarga de acuíferos o llenado de estanques con riesgo de eutrofización.

Según la autorización de vertido será necesario controlar el resto de parámetros que en ella se limiten. Cuando se trate de sustancias peligrosas, se deberá asegurar el respeto de las Normas de Calidad Ambiental.

2.1.4. Cesión de derechos

En el Capítulo III del RD de reutilización se contempla la posibilidad de que se suscriban contratos de cesión de derechos de uso de agua entre el titular de la concesión de reutilización o de la autorización para la reutilización y otro concesionario o titular de derechos de igual rango.

2.1.5. Iniciativas o planes de las administraciones públicas

Con el objetivo de fomentar la reutilización del agua y el uso más eficiente de los recursos hidráulicos, las Administraciones Públicas estatal, autonómica o local, dentro de sus respectivas competencias, podrán llevar a cabo planes y programas de reutilización de aguas, tal y como se recoge en el artículo 7 del capítulo IV del RD de reutilización. En estos planes se establecerán las infraestructuras que permitan llevar a cabo la reutilización de los recursos hídricos obtenidos para su aplicación a los usos admitidos. En dichos planes se especificará el análisis económico-financiero realizado y el sistema tarifario que corresponda aplicar en cada caso.

2.2. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER EL PERMISO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

Como señala el RD de reutilización, el procedimiento para obtener la concesión de reutilización sigue la tramitación ordinaria de cualquier concesión de aguas públicas. Es preciso que este procedimiento esté acompañado de un informe vinculante de la autoridad sanitaria.

Los procedimientos para obtener una concesión son 3 en función de quién sea el solicitante:

El solicitante es primer usuario de la concesión de aguas

El artículo 8 contempla el caso de quien es ya concesionario de la primera utilización y solicita concesión de reutilización, sin competencia de proyectos. Es conveniente subrayar que en el caso de uso agrícola es necesario acreditar la titularidad de las tierras a regar.

El solicitante es titular de autorización de vertido

El artículo 9 está dedicado a peticiones formuladas por quien es titular de una autorización de vertido, en cuyo caso solo se precisa una modificación de autorización de vertido. Como ocurre en el caso anterior, el peticionario deberá presentar el modelo de solicitud incluido en el Anexo II del RD y acreditar la titularidad de las tierras a regar, en caso de que sea necesario.

El solicitante es un tercero que no es concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido

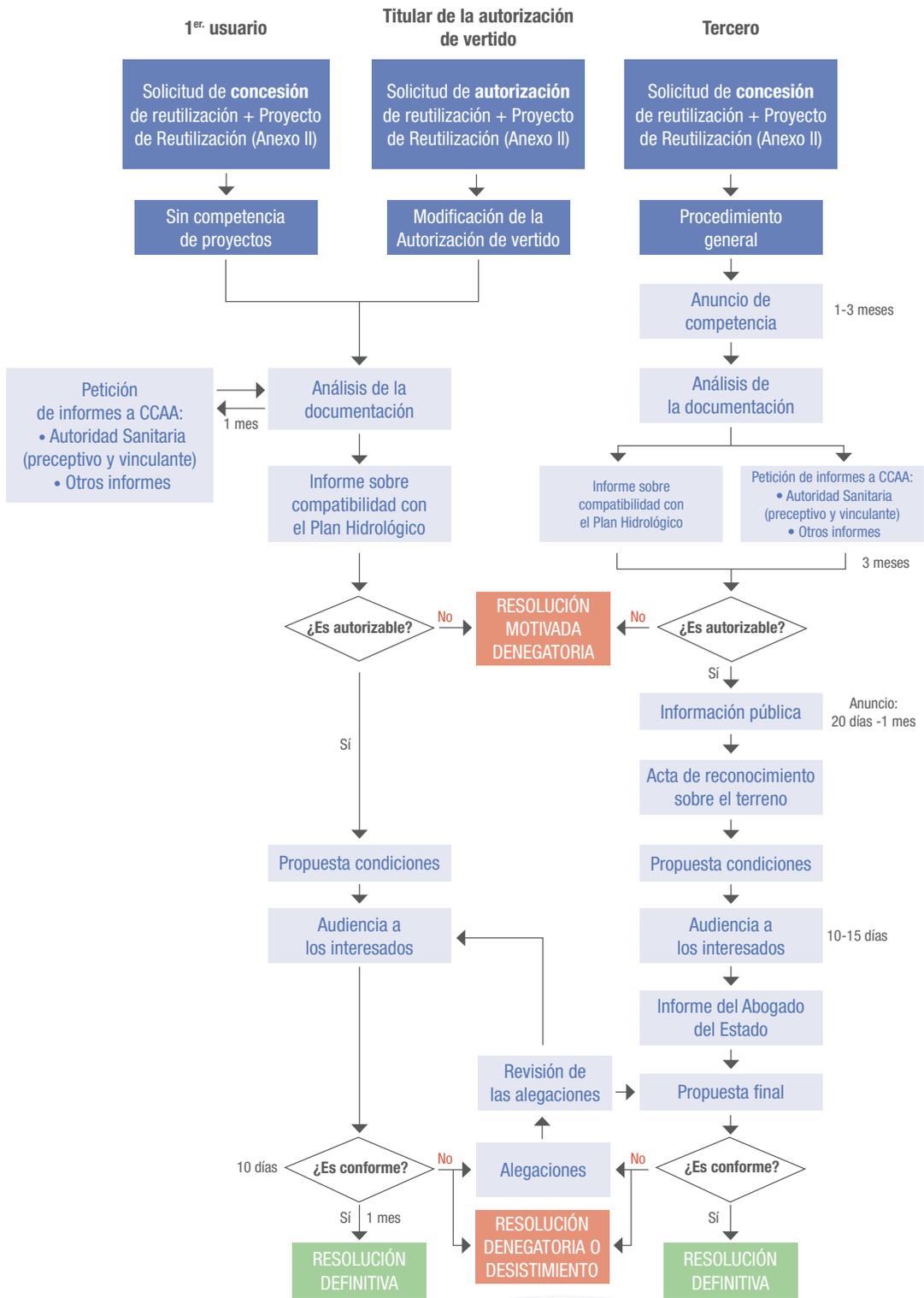
Finalmente, en el artículo 10 del RD de reutilización se recoge el caso de quien no es ni concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido, remitiéndose al procedimiento general de tramitación de concesiones establecido en el RDPH. Este procedimiento implica, por tanto, presentar el proyecto de reutilización de aguas cuyo resumen se recogerá en la solicitud según el modelo normalizado del Anexo II del RD de reutilización.

En este caso se incluyen todos aquellos generadores de aguas residuales que reciben su agua de la red municipal, en cuanto que no son titulares de concesión administrativa y, por tanto, no pueden acogerse a la vía excepcional de tramitación sin competencia que establece el artículo 8.

Junto a la solicitud, cuyo modelo normalizado se recoge en el Anexo II del RD de reutilización, el peticionario deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas.

Los plazos de los procedimientos son de 18 y 6 meses, respectivamente, según lo establecido en la Ley de Aguas y el RDPH para las concesiones o autorizaciones. Una vez transcurrido el plazo correspondiente el solicitante deberá considerar desestimada su petición, ya que en ningún caso se entenderá otorgada la concesión por silencio administrativo.

En la siguiente figura se recoge el procedimiento que deben seguir los solicitantes para obtener el permiso de reutilización.



Plazo total: 18 meses (concesión), 6 meses (autorización)

Figura 1. Procedimiento para la obtención de la autorización o concesión de reutilización de aguas

2.3. CUESTIONES MÁS FRECUENTES SOBRE LA APLICACIÓN DEL REAL DECRETO

Con frecuencia existen dudas sobre el ámbito de aplicación del RD de reutilización. En primer lugar hay que señalar que el Real Decreto se aplica exclusivamente cuando el destino de las aguas depuradas es el dominio público hidráulico o dominio público marítimo-terrestre y su vertido está regulado conforme a una concesión o autorización de vertido con los requisitos previstos en el texto refundido de la Ley de Aguas.

2.3.1. Cuestiones sobre el ámbito de aplicación del RD de reutilización

2.3.1.1. Uso del agua regenerada en la industria

Con carácter general quedan excluidos del ámbito del RD de reutilización los vertidos al sistema de saneamiento que se regulan a través de las ordenanzas municipales.

Consideremos, asimismo, los siguientes casos:

- **Una estación de aguas regeneradas suministra agua a una industria**

En la siguiente figura se puede observar el esquema de este uso.

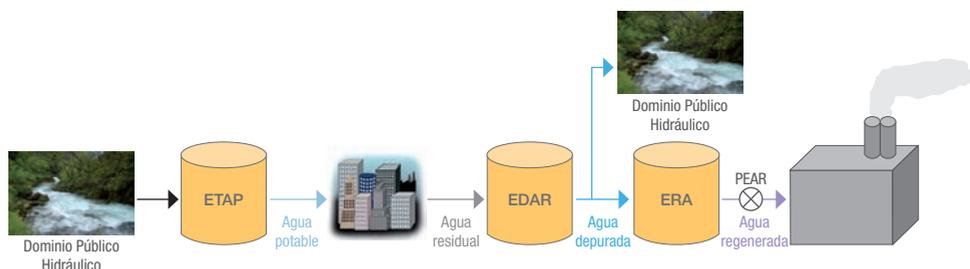


Figura 2. Captación de agua regenerada en la industria

El punto de entrega de las aguas regeneradas se representa como PEAR.

En este caso, el agua suministrada debe cumplir con el RD de reutilización y la calidad exigible es la señalada en el Anexo I.A.3.

- **Reciclaje de aguas en la industria**

En esta guía se entiende por agua reciclada al agua utilizada más de una vez en el mismo lugar antes de ser vertida al ciclo hídrico.

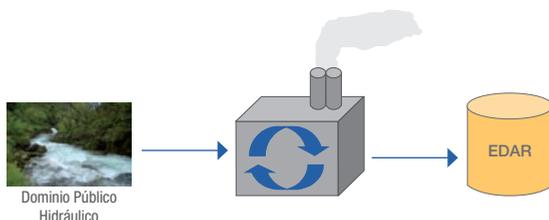


Figura 3. Reciclaje de aguas en la industria

El esquema de este uso viene dado por la Figura 3. Como se puede observar, el agua se recicla dentro del mismo proceso. No se trata de un vertido de aguas depuradas ni están sometidas a la autorización de vertido, por lo tanto, su uso no se regula en el RD de reutilización.

- **Uso del agua industrial regenerada**

La industria pretende reutilizar las aguas depuradas procedentes de su propia depuradora, por ejemplo, para el riego de sus jardines.

El esquema de este uso viene en la Figura 4:

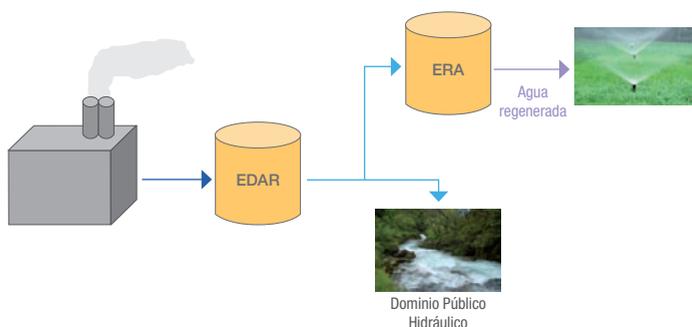


Figura 4. Reutilización de aguas industriales

En este caso el agua regenerada debe cumplir los requerimientos del RD de reutilización.

2.3.1.2. **Uso del agua regenerada en agricultura**

- ***Retornos de riego***

En esta guía se entiende por retornos de riego al agua empleada para riego que no es consumida, evaporada ni percolada a un acuífero subterráneo, y se integra nuevamente al ciclo hídrico tanto en su parte superficial como subterránea.

Los retornos de riego no son vertidos de aguas residuales que deban tratarse en una estación depuradora o que estén sometidas a una autorización de vertido, por lo tanto, su utilización queda fuera del ámbito de aplicación del RD de reutilización.

- ***Reutilización de aguas residuales no depuradas para riego***

En este caso el origen del agua reutilizada para riego no es agua depurada, por lo que en primer lugar se deberá aplicar la normativa vigente relativa a la depuración de aguas residuales, para después regular la reutilización de las aguas regeneradas mediante el RD de reutilización.

2.3.1.3. **Filtros verdes**

El uso de las choperas como filtro verde es una técnica de tratamiento de aguas en desuso debido a la rápida colmatación de sus raíces y está superada por las técnicas actuales.

En este caso se trata de una técnica de depuración del agua residual y, por tanto, no está sometida al RD de reutilización. Sin embargo, si el riego de choperas se realiza con fines productivos será de aplicación lo indicado en el RD de reutilización respecto al uso del agua regenerada para riego de cultivos leñosos.

2.3.2. **Cuestiones sobre el permiso requerido**

2.3.2.1. **Título requerido: concesión vs autorización.**

- ***Un Ayuntamiento que es titular de la concesión de aguas quiere reutilizar las aguas para regar las zonas verdes de la ciudad.***

El Ayuntamiento que es el primer usuario deberá solicitar una concesión de reutilización. Para ello deberá presentar una solicitud que incluya el proyecto de regeneración conforme al procedimiento previsto en el artículo 8 del RD de reutilización.

Este procedimiento se tramita sin competencia de proyectos.

- *El titular de la autorización de vertido quiere regar las zonas verdes de sus instalaciones.*

Deberá solicitar una autorización complementaria a la autorización de vertido conforme al procedimiento previsto en el artículo 9 del RD de reutilización.

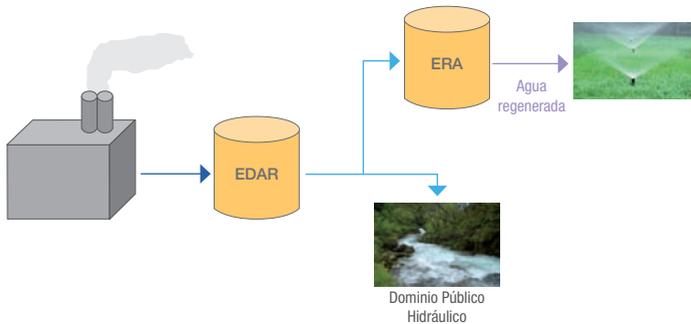


Figura 5. Reutilización de aguas por parte del titular de la autorización de vertido

- *El propietario de un campo de golf pretende reutilizar las aguas procedentes de una depuradora urbana.*

Para ello construirá una estación regeneradora de aguas en sus instalaciones que le permitan cumplir con los requisitos del RD de reutilización. El propietario es un tercero distinto del primer usuario de las aguas y del titular de la autorización de vertido, por tanto, deberá solicitar una concesión de reutilización conforme al procedimiento previsto en el artículo 10 del RD de reutilización.

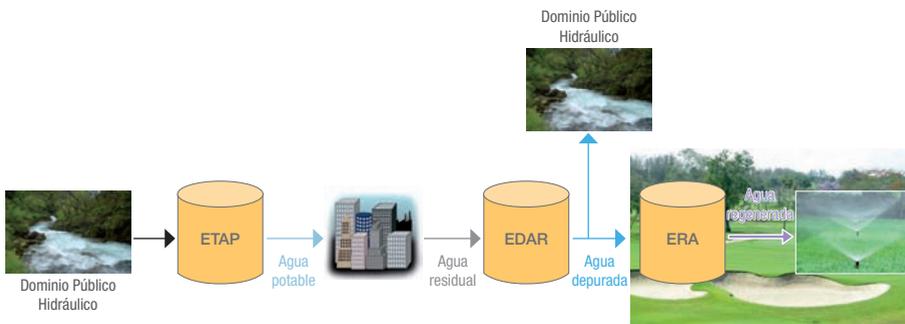


Figura 6. Reutilización de aguas procedentes de una EDAR urbana para el riego de campos de golf

2.3.2.2. Cuestiones sobre el orden de preferencias.

Cuando la reutilización es solicitada por más de un petionario el RD de reutilización establece la preferencia para la reutilización de aguas del titular de vertido frente al primer usuario de las aguas derivadas y frente a terceros usuarios que no coincidan con la figura del primer usuario.

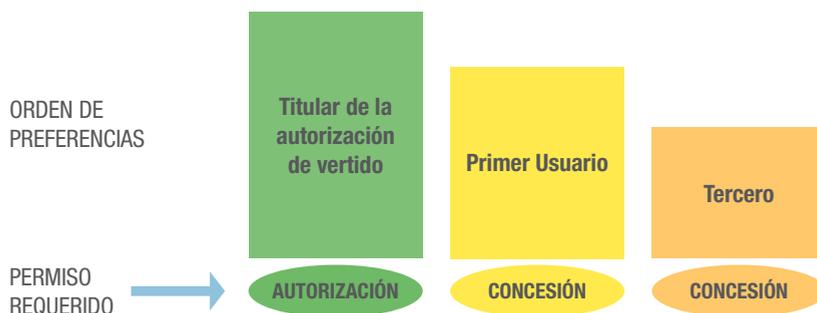


Figura 7. Orden de preferencias en la solicitud

En el caso de que exista más de un solicitante como tercer usuario y no fueran peticionarios de la concesión ni el titular de la autorización de vertido, ni el primer usuario, la preferencia se determinará en función de los establecido en el plan hidrológico de cuenca correspondiente y, en su defecto, se seguirá el criterio establecido en el Artículo 48.3 de la Ley de Aguas.

Por ejemplo, la solicitud la cursan el titular de la autorización de vertido, un propietario de un campo de golf y el ayuntamiento para el riego de las zonas verdes.

En este caso, tiene prioridad el titular de la autorización de vertido, en segundo lugar el ayuntamiento como primer usuario del agua y, por último, el campo de golf como tercer usuario. Esta distribución no impide que se reparta proporcionalmente el agua entre los distintos solicitantes.

2.3.2.3. Títulos concedidos o en tramitación antes de publicar el RD

- **Títulos concedidos antes de la publicación del RD de reutilización**

Desde la entrada en vigor del RD de reutilización, los titulares de concesiones o autorizaciones de reutilización de aguas tienen dos años para el cumplimiento de las condiciones básicas y las obligaciones impuestas en la norma.

- **Títulos en tramitación a la entrada en vigor del RD de reutilización**

En el supuesto de que los trámites para la concesión o autorización de reutilización estén iniciados y no resueltos a la entrada en vigor del RD de reutilización, se resolverán conforme a la legislación vigente en el momento de su solicitud. En el plazo de dos años desde el otorgamiento de la autorización deberá realizar las adaptaciones que resulten necesarias para poder cumplir las condiciones básicas de la reutilización y las obligaciones impuestas en el RD de reutilización.

2.3.3. Cuestiones sobre el contrato de cesión de derechos

Los titulares de la concesión de reutilización así como los titulares de la autorización complementaria para reutilización de las aguas regeneradas para un uso determinado podrán ceder los derechos con carácter temporal a otro concesionario o titular de igual rango, de acuerdo con lo establecido en los artículos 67 y 68 del texto refundido de la Ley de Aguas.

En el artículo 67 se establece que la cesión se hará según el orden de preferencia establecido en el Plan Hidrológico de la cuenca correspondiente y que los concesionarios o titulares de derechos de usos privativos de carácter no consuntivo no podrán ceder sus derechos para usos que no tengan tal consideración.

En el artículo 68, por su parte, se establece que los contratos de cesión deberán ser formalizados por escrito y puestos en conocimiento del organismo de cuenca y de las comunidades de usuarios a las que pertenezcan el cedente y el cesionario. Asimismo, establece que los contratos de cesión de derechos de uso del agua deben ser inscritos en el Registro de Aguas.

Un ejemplo de este caso podría ser el siguiente: una entidad gestora que sea el titular de la autorización de vertido y solicite una modificación de la misma para la reutilización de aguas regeneradas, podrá ceder sus derechos a terceros usuarios, como campos de golf o industrias, mediante un contrato de cesión de derechos.

2.3.4. Cuestiones referentes a la calidad de las aguas

- *Vertidos de depuradoras a acequias o azarbes de riego*

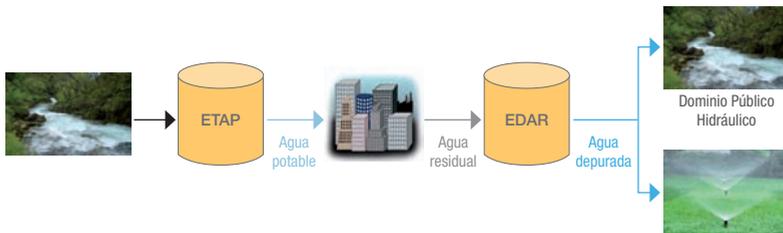
Cuando el agua depurada es vertida a un azarbe o acequia de riego que transporta aguas de otro origen se recomienda la instalación de un tratamiento de regeneración que regenere las aguas depuradas y así cumpla los requisitos de calidad exigidos en el RD de reutilización. No obstante, dicho uso no está sujeto a la aplicación del mismo.

- *Usos del agua depurada en EDARs*

En las estaciones depuradoras en las que se empleen las aguas depuradas como aguas de proceso y servicios (limpieza o riego de jardines), se deberá instalar un tratamiento de regeneración. Esta acción contribuirá al aumento de la seguridad de los operarios que manipulan esta agua.

El apartado 5 recoge las normas que se deben cumplir para asegurar el uso adecuado del agua regenerada, que a su vez deben estar contempladas dentro del Plan de Seguridad en el marco de la prevención de riesgos laborales.

El siguiente gráfico muestra el procedimiento habitual de consumo de agua depurada en las estaciones depuradoras.



ETAP: Estación de Tratamiento de Agua Potable.

Figura 8. Uso del agua en estaciones depuradoras

3

CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

El presente apartado aborda los distintos aspectos relacionados con la calidad de las aguas regeneradas desde el control, el mantenimiento y la evaluación de la misma, pasando por la distribución de las responsabilidades y hasta la inspección por parte de las Administraciones competentes.

3.1. PROGRAMA DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA REGENERADA

Con el fin de comprobar que el tratamiento de regeneración cumple con los objetivos de calidad exigidos por el RD de reutilización, el titular llevará a cabo el programa de control analítico o Autocontrol. Dicho programa consiste en la realización de una serie de mediciones de los distintos parámetros, con las frecuencias establecidas para cada uno de ellos y en cada uno de los puntos de control.

Los puntos de control establecidos por el RD de reutilización se sitúan en la salida de la estación regeneradora y en cada uno de los puntos de entrega al usuario. De esta forma se comprueba que el efluente regenerado no ha sufrido ningún cambio durante su distribución respecto a la calidad inicial.

La realización del control en la salida de la estación regeneradora y en los puntos de entrega al usuario permite identificar si un incumplimiento de la calidad del agua se debe al tratamiento de regeneración o bien ha sido generado durante la distribución del agua. De esta forma se pueden determinar las medidas más adecuadas para solucionarlo.

3.1.1. Frecuencias mínimas de muestreo

Las frecuencias mínimas de análisis de cada uno de los parámetros y su posible modificación, según el uso al que se destine el agua regenerada, se detallan a continuación:

Nematodos intestinales

Se establece una frecuencia quincenal en la mayoría de usos, excepto para el uso industrial 3.2 y el uso ambiental 5.2 que es semanal. Para el uso industrial 3.1, el uso recreativo 4.2, y los usos ambientales 5.1, 5.3 y 5.4, no se establece frecuencia de muestreo porque no se fija el límite del parámetro.

Escherichia coli

Se establece una frecuencia semanal en la mayoría de usos excepto para los usos urbanos 1.1 y 1.2, el uso recreativo 4.1 y el uso ambiental 5.1 cuya frecuencia es dos veces por semana; y para el uso industrial 3.2 y uso ambiental 5.2 que es tres veces por semana. Para el uso ambiental 5.3 no se establece frecuencia de análisis porque no se fija el límite del parámetro.

Sólidos en suspensión

En el caso de los sólidos en suspensión, la frecuencia mínima de análisis es semanal excepto para el uso industrial 3.2 y el ambiental 5.2 que es diaria.

Turbidez

Para los usos urbanos 1.1 y 1.2, y el uso recreativo 4.1, la frecuencia mínima de análisis es dos veces por semana. Para el uso agrario 2.1 y el industrial 3.1 la frecuencia es semanal y para el uso industrial 3.2 y el ambiental 5.2, diaria. En el resto de usos al no tener fijado el límite del parámetro no se establece frecuencia de análisis.

Nitrógeno Total y Fósforo Total

Solamente se establece una frecuencia de análisis semanal para los usos ambientales 5.1 y 5.2, excepto para el uso recreativo 4.2 para el que la frecuencia es mensual. El resto de usos no tiene fijado el límite del parámetro, por tanto, no tiene establecida la frecuencia de análisis.

Legionella spp., Taenia spp., Salmonella spp.

La frecuencia mínima de análisis es mensual para los usos urbanos 1.1 y 1.2, el uso agrario 2.1 y el industrial 3.1, para el uso agrícola 2.2 es quincenal y para el uso ambiental 5.2 es semanal. Para el uso industrial 3.2 la frecuencia mínima de análisis será de 3 veces por semana y para el uso ambiental 5.4 igual a la frecuencia del uso más similar.

Otros contaminantes

En el caso de otros contaminantes, será el organismo de cuenca el que valorará la frecuencia de análisis en función de la autorización de vertido y del tratamiento de regeneración.

3.1.1.1. Supuestos de modificación de la frecuencia

En el Anexo I.B del RD de reutilización se recogen tres supuestos por los que se puede modificar la frecuencia de análisis, uno de ellos para reducirla y dos para aumentarla.

Tras un año de control, si el titular presenta una solicitud motivada que justifique que su presencia en las aguas no es probable, el organismo de cuenca correspondiente puede reducir la frecuencia de análisis de un parámetro hasta un 50%.

Tras un trimestre o fracción, en caso de períodos de explotación inferiores, si el número de muestras con concentración inferior al VMA del Anexo I.A. del RD de reutilización es inferior al 90% de las muestras, se duplicará la frecuencia de muestreo para el período siguiente.

Si un control supera, al menos en uno de los parámetros, los rangos de desviación, se duplicará durante el resto de este período y el siguiente.

3.1.1.2. Detección de patógenos

Para los usos agrícolas 2.1 y 2.2 y el uso industrial 3.1, el RD de reutilización obliga a realizar la detección de patógenos “Presencia/Ausencia”, tras obtener los resultados del muestreo a 3 clases. Como patógeno pone por ejemplo la *Salmonella*, dejando el campo abierto a cualquier otro tipo de microorganismo y, por tanto, a la realización de otras técnicas que se propongan.

Según fuentes consultadas los patógenos pueden determinarse a través de los indicadores “*Colifagos*” y “*Clostridium perfringes*”.

En el apartado 3.1.4 aparece una explicación detallada de estos indicadores.

3.1.2. Métodos analíticos de muestreo

En el Anexo I.C. del RD de reutilización se proponen los métodos o técnicas analíticas de referencia a emplear para la determinación de los parámetros microbiológicos y contaminantes. Sin embargo, se podrán emplear métodos alternativos siempre que estén validados y den resultados comparables a los

obtenidos por el de referencia. Para el análisis de contaminantes se deberán cumplir los valores de incertidumbre y límite de cuantificación especificados en dicho Anexo.

En principio, para validar y demostrar la comparabilidad de métodos alternativos convendrá seguir las especificaciones contenidas en la Norma ISO 17994:2004-*Calidad del agua – Criterios para establecer la equivalencia de dos métodos microbiológicos*.

Los métodos o técnicas analíticas de referencia de los parámetros microbiológicos son los siguientes:

| PARÁMETRO | MÉTODOS O TÉCNICAS ANALÍTICAS DE REFERENCIA |
|-------------------------|--|
| Nematodos intestinales | Método Bailinger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod. “Analysis of wastewater for use in agriculture” Ayres & Mara OMS (1996) |
| <i>Escherichia coli</i> | Recuento de Bacterias <i>Escherichia Coli</i> β- Glucuronidasa positiva |
| <i>Legionella spp.</i> | Norma ISO 11731 parte 1:1998 Calidad del Agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> . |
| <i>Taenia saginata</i> | --- |
| <i>Taenia solium</i> | --- |

Tabla 1. Métodos de referencia para el análisis de parámetros microbiológicos

Recientemente se ha publicado la Orden SCO/778/2009, de 17 de marzo, sobre métodos alternativos para el análisis microbiológico en aguas de consumo humano. Los métodos ensayados como alternativos para el análisis de bacterias coliformes y *Escherichia coli* fueron el método de Número Más Probable (NMP) en medio líquido utilizando la tecnología de sustrato definido y el método del agar cromogénico para coliformes. Evidentemente, estos métodos pueden ser utilizados para la determinación del parámetro en aguas regeneradas. Si en el futuro se publican otras normas de este tipo que afecten a otros parámetros de calidad del agua regenerada, de la misma forma podrán ser empleados los métodos validados en las mismas en lugar de los establecidos en el RD de reutilización.

El Método Bailinger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod indicado para controlar los huevos de nematodos es una técnica que permite identificar todos los organismos helmintos presentes en la muestra, entre los que se encuentran los nematodos. Con el fin de amortizar el esfuerzo analítico, y en aras de un mejor conocimiento de la composición de la muestra, es aconsejable tratar de identificar todos los helmintos visualizados en el análisis y no sólo los nematodos.

Los helmintos son gusanos de cuerpo largo y blando que infestan el organismo de otras especies. Según su morfología se diferencian 3 familias de helmintos. En la Tabla 2 se muestran, dentro de estas tres familias, los helmintos que resultan de mayor interés por su posible afección al hombre a través del agua regenerada:

| HELMINTOS | | |
|--|---|--|
| Cestodos | Nematodos | Trematodos |
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>Taenia saginata</i> - <i>Taenia solium</i> | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Ascaris lumbricoides</i> - <i>Trichuris trichiura</i> - <i>Ancylostoma duodenale</i> | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fasciola hepatica</i> - <i>Schistosoma mansoni</i> |

Tabla 2. Helmintos de mayor interés en el ámbito de la reutilización

3.1.3. Mecanismos de control automáticos

Complementando los análisis en el laboratorio que se han explicado en el apartado anterior, pueden instalarse sistemas automáticos de control en continuo de los procesos de regeneración. Estos equipos permiten prevenir en tiempo real el deterioro de la calidad del agua regenerada, así como del influente. Estos medidores suelen ser equipos robustos y fiables y no excesivamente caros por lo que son eficaces y baratos.

Normalmente, estos mecanismos de control están conectados a un dispositivo automático, como una electroválvula programada, de manera que este sistema puede mandar señales de cierre automático o hacer saltar una alarma en el caso de que se detectara una anomalía.

Los parámetros que se miden pueden ser exactamente los que figuran en las condiciones del título de regeneración como la turbidez, o bien indicadores de calidad que proporcionan de modo indirecto información sobre los parámetros de control, o bien de la eficacia de la desinfección, como la materia orgánica, la transmitancia, etc.

Turbidez

La turbidez es un parámetro que debe regularse en el condicionado del título de reutilización. Los valores máximos admisibles oscilan entre 2 y 15 UNT según el uso del agua regenerada. Este parámetro refleja el contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, donde suelen alojarse los microorganismos. Una turbidez excesiva puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección aplicada en el tratamiento de regeneración, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro a lo largo del sistema de distribución.

Los efectos sanitarios de la turbidez en el agua regenerada justifican la implantación de un medidor en continuo o turbidímetro a la salida de la planta de regeneración.

Asimismo, es muy útil disponer de un turbidímetro a la entrada de la estación regeneradora del agua con el fin de impedir que agua residual depurada con valores inadecuados –que luego no cumplirían con los criterios de suministro– puedan entrar en el tratamiento de regeneración. De esta manera, se protege el sistema de posibles perturbaciones del tratamiento biológico.

Carbono orgánico total (o disuelto)

El carbono orgánico total (TOC) no figura en el RD de reutilización pero es un indicador de la eficacia del tratamiento. Permite conocer la cantidad de materia orgánica presente en la muestra. Suele relacionarse con el contenido de materia de origen natural como los ácidos húmicos y fúlvicos, aunque otros compuestos orgánicos sintéticos puedan ser sensibles a este medidor. Por ello, el valor está relacionado con la Demanda Bioquímica de Oxígeno medida a los 5 días (DBO_5) y es posible establecer correlaciones entre ambos parámetros específicos para cada planta de tratamiento.

Los medidores comercializados se denominan analizadores de carbono orgánico total (Analizadores TOC) y funcionan a partir de técnicas espectroscópicas como absorción molecular, normalmente a 254 nm, o radiación infrarroja.

Cloro residual

El cloro residual (libre o combinado) asegura el mantenimiento de un nivel de desinfección adecuado en las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas así como a la salida de la ERA. Por ello, es interesante disponer de medidores en continuo de este elemento. El medidor detecta, en el caso de que se produzcan, bajadas significativas del cloro residual, lo que permitiría tomar las medidas necesarias para impedir que el agua incumpla los criterios de calidad exigidos por el RD de reutilización.

Existen distintos medidores del cloro residual que se basan generalmente en métodos amperométricos. También es posible emplear mediciones indirectas como el potencial REDOX.

Transmitancia a 254 nm

La transmitancia a una longitud de onda de 254 nm es una medida física relacionada con la absorción de la luz UV y, por tanto, de la eficacia de la desinfección. Las características del agua residual o regenerada que afectan a la transmitancia son la presencia de elementos inorgánicos (cobre, hierro, etc.), sustancias

orgánicas (especialmente si contienen anillos bencénicos como los ácidos húmicos, colorantes orgánicos, etc.) y las partículas coloidales ($\leq 0,45 \mu\text{m}$).

La experiencia en la explotación de una planta de regeneración permite determinar los valores de transmitancia propios del efluente generado en cada etapa de tratamiento y especialmente el valor deseable a la salida del proceso de desinfección.

3.1.4. Organismos indicadores

El tratamiento de regeneración debe alcanzar un grado de protección máximo para la salud pública, lo que se asegura con una desinfección de amplio espectro. El número posible de patógenos presentes es muy elevado y la caracterización de cada uno de ellos es compleja, costosa y requiere demasiado tiempo. Por ello, para valorar la calidad microbiológica de los efluentes y la eficacia de la desinfección suelen utilizarse indicadores o índices de organismos.

La OMS diferencia entre organismo indicador e índice de organismos. Un índice de organismos indica la existencia de patógenos en una muestra, mientras que un indicador se utiliza para medir la eficacia de un tratamiento por ejemplo de la desinfección. La medición de *E. coli* se considera el índice más adecuado para determinar la contaminación fecal, y es el parámetro que figura en el RD de reutilización.

La Organización Mundial de la Salud, en "*Guidelines for drinking-water quality. 3rd Edition, Vol 1. Recommendations (WHO 2004)*" señala que un buen indicador no puede ser nunca un organismo patógeno: debe estar presente en las heces de un número elevado de especies animales y en los hombres; no puede multiplicarse en aguas naturales, debe persistir de manera similar a los patógenos fecales y ser más numeroso; además frente al tratamiento del agua debe responder de modo similar a los patógenos fecales; finalmente debe detectarse de forma rápida y con un método barato.

Además de controlar los parámetros señalados en el RD de reutilización puede ser conveniente medir indicadores de la desinfección. Según las opiniones de distintos gestores de aguas regeneradas, son buenos indicadores de tratamiento los Colifagos y *Clostridium perfringes* que se han citado ya en el apartado 3.1.1.2.

Colifagos

Los bacteriófagos son virus que requieren de las bacterias para replicarse. Por ello son indicadores de contaminación bacteriana, ya que son incapaces de

reproducirse fuera del huésped bacteriano. Su presencia implica directamente que hay bacterias. Entre el grupo de bacteriófagos, destacan los colifagos por ser huésped de la bacteria *E. coli* y otras especies cercanas.

Dado que los colifagos se reproducen en el tracto intestinal de humanos y de animales de sangre caliente, su presencia señala la existencia de contaminación fecal que puede ser tanto bacteriana como de virus u otros patógenos. Según la OMS pueden utilizarse como índice de contaminación fecal.

Además, es un indicador de mala desinfección, aunque la ausencia de colifagos no asegura la ausencia de virus entéricos o protozoos parásitos. La determinación de los colifagos es sencilla y rápida (menos de 24h) además de barata. Por ello, puede ser interesante medirlos como indicadores de la buena desinfección.

Clostridium perfringens

La bacteria *Clostridium perfringens* es de morfología bacilar, Gram positivas, anaerobias estrictas, capaces de formar esporas y con actividad sulfito reductora. Por ser bacterias esporuladas son más resistentes a condiciones adversas que los coliformes fecales. De hecho resisten la luz UV y otros procesos de desinfección como la cloración. También son resistentes a condiciones extremas de pH y temperatura.

Las esporas de *Clostridium perfringens* son indicadoras del proceso de filtración, la OMS recomienda que se utilicen para validar este proceso más que para una medida de rutina. Su presencia refleja la existencia de contaminación fecal intermitente. Pueden utilizarse además como índice de virus entéricos y protozoos en aguas tratadas.

Las esporas de *Clostridium perfringens* se determinan a través del recuento del número de colonias de esporas con capacidad sulfito-reductora, desarrolladas en un medio específico, incubadas en condiciones anaeróbicas durante un tiempo y a una temperatura determinada.

Además este indicador ofrece la máxima protección frente a los ooquistes infecciosos de *Cryptosporidium spp.* y los enterovirus.

3.1.5. Buenas Prácticas en la explotación de una planta de regeneración

En los puntos anteriores se han expuesto una serie de medidas y recomendaciones que permiten asegurar el cumplimiento del RD de reutilización y la protección de la salud pública en el marco de la reutilización. Por tanto, estas prácticas son, en conjunto, una serie de buenas prácticas para la gestión de las plantas de reutilización. La demostración de que en la actividad de regeneración se están aplicando estas prácticas u otras semejantes puede ser motivo sufi-

ciente para que se justifique la reducción del programa de autocontrol obligado en el RD de reutilización. Todo ello sin perjuicio de la potestad de supervisión y control de las autoridades ambientales y sanitarias que tendrán siempre la decisión final.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se recogen a continuación las buenas prácticas para la gestión de una planta de regeneración:

- Disponer de una instalación debidamente diseñada de modo que los elementos existentes, filtros, depósitos, sistemas desinfectantes, etc., aseguren la calidad del agua regenerada. Cuando sea posible, deberá demostrarse mediante las acreditaciones correspondientes.
- Contar con protocolos de explotación específicos para el sistema de reutilización y, si es posible, que hayan sido validados.
- Instalar equipos de medición en continuo para el seguimiento de la calidad de los efluentes de las distintas fases de depuración y regeneración.
- Asegurar la desinfección del efluente mediante un buen sistema germicida por ejemplo, combinando luz UV y cloración.
- Controlar la desinfección a través de indicadores como los Colifagos o *Clostridium perfringens*.
- Realizar mediciones de los parámetros no sólo a la salida del tratamiento de regeneración y en los puntos de entrega del agua regenerada, si no también en otros puntos del sistema de distribución desde la salida de la planta hasta el punto de entrega del agua regenerada.
- Complementar el control de los patógenos presentes, por ejemplo, ampliando el seguimiento de nematodos con otros microorganismos helmintos patógenos.

Esta lista podrá ser ampliada en el futuro a medida que surjan mejoras en la gestión y funcionamiento de los sistemas de reutilización y, especialmente, en los aspectos que afectan al aseguramiento de la calidad del agua regenerada.

3.2. MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

El RD de reutilización señala que *“El usuario del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad desde el punto de entrega del agua regenerada hasta los lugares de uso”*. El usuario debe velar para que el agua suministrada no sufra cambios relevantes que pongan en riesgo la salud humana y el medio ambiente. De ahí que el mantenimiento de la calidad del agua durante la distribución y el almacenaje sea una preocupación para los suministradores y usuarios del agua regenerada.

En este apartado se pretende proponer medidas que pueden paliar la posible disminución de la calidad del agua regenerada.

3.2.1. Degradación de la calidad

El agua potable está sujeta a cambios de la calidad del agua durante la distribución y el almacenaje, generalmente bajo la forma de concentraciones residuales de desinfectantes, formación bacteriana de nuevo crecimiento y de limo en la tubería de distribución. Estos cambios aumentan cuando el agua es regenerada debido a que las concentraciones de nutrientes disueltos y de materia orgánica residual son generalmente más altas que para el agua potable.

Los cambios en la calidad del agua regenerada pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Físicos: temperatura, turbidez, sólidos en suspensión.
- Químicos: cambios de pH, disminución del oxígeno disuelto, nitrificación.
- Biológicos: crecimientos de bacterias, algas, etc.
- Organolépticos: olor, color, turbidez.

Debe señalarse que la temperatura no afecta directamente a la calidad del agua pero puede acelerar otros cambios en la misma.

La degradación de la calidad del agua depende de si el sistema de almacenamiento está abierto o cerrado. En la siguiente Tabla se recoge una relación de problemas de deterioro en relación al tipo de sistema instalado. Se marca con "XX" si el riesgo es importante y con "X" si el riesgo es menor.

| PROBLEMAS DE DEGRADACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA REGENERADA ALMACENADA | SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO | |
|---|----------------------------|----------|
| | ABIERTOS | CERRADOS |
| Olores | XX | X |
| Estratificación de la temperatura | X | - |
| Bajo oxígeno disuelto | X | XX |
| Crecimiento de algas y fitoplancton | XX | X |
| Turbidez y color | XX | X |
| Reproducción de microorganismos | X | X |
| Pájaros y roedores | X | - |
| Estancamiento | X | X |
| Pérdida de cloro residual | XX | X |

XX: mayor riesgo; X: menor riesgo

Tabla 3. Problemas de degradación de la calidad del agua regenerada almacenada

En la Tabla anterior se observa que generalmente los sistemas abiertos tienen mayor riesgo de deterioro que los cerrados, ya que se agudizan los problemas derivados de los olores, del crecimiento de las algas y del fitoplancton, así como del aumento de la turbidez y el color. Además es más fácil que experimenten aportes externos que supongan un aumento de la materia orgánica y, por ello, de la turbidez. Asimismo, la fauna natural de la zona puede ser causa de aumento de todo tipo de microorganismos patógenos o no.

Hay que tener en cuenta que en el depósito de almacenamiento la concentración de desinfectantes, especialmente el cloro, disminuye al aumentar el tiempo de residencia del agua. Lógicamente este efecto es mayor en los sistemas abiertos.

Por lo tanto, el usuario debe prestar especial atención a la calidad del agua en el punto de aplicación ya que sus características han podido cambiar, especialmente si el agua llevaba almacenada bastante tiempo.

3.2.2. Propuesta de medidas

A continuación se presentan algunas prácticas sencillas que permiten mantener la calidad de las aguas regeneradas durante el almacenamiento.

- **Aireación:** la instalación de elementos de aireación puede emplearse para mantener condiciones aeróbicas y eliminar la estratificación térmica.
- **Recirculación:** puede ser utilizada para evitar la estratificación térmica.
- **Retirada de sedimentos:** los sedimentos acumulados pueden ser retirados anualmente para limitar la formación de depósitos y la generación de sulfuro de hidrógeno.
- **Filtración:** el agua almacenada puede ser filtrada a través de filtros de arena o de escollera, o incluso a través de gaviones de material de rechazo, de forma que se mantengan los parámetros de calidad exigidos.
- **Cloración:** se puede utilizar la adición de una mínima cantidad de hipoclorito que permita el mantenimiento de la desinfección al que han sido sometidas las aguas. Debe optimizarse la dosis empleada para evitar la formación de organoclorados.
- **Tratamiento con humedales:** el agua, desde los sistemas de almacenamiento, puede pasar por un filtro verde como es el de macrofitas flotantes para mejorar su calidad y eliminar las algas. En este caso se debe evitar la plantación de especies invasoras. A continuación, se muestran los rendimientos de depuración de estos sistemas y un esquema del mismo.

| Parámetros | Reducción |
|-------------------------|-----------|
| DQO (mg/L) | 92% |
| DBO ₅ (mg/L) | 97% |
| Microorganismos totales | 93% |
| Coliformes totales | 94% |
| Coniformes fecales | 98% |

Tabla 4. Rendimientos de depuración del sistema de macrofitas flotantes

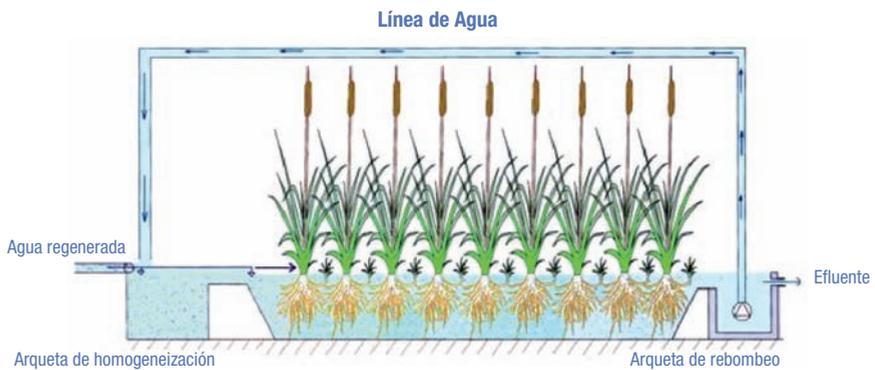


Figura 9. Ejemplo de sistema de macrofitas flotantes

3.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

La evaluación de la calidad de las aguas regeneradas se realiza mediante la aplicación de los criterios de conformidad y las medidas de gestión frente a posibles incumplimientos, recogidos ambos en el Anexo I.C del RD de reutilización.

3.3.1. Criterios de conformidad del sistema de explotación

El diagnóstico de conformidad de la calidad de las aguas regeneradas se obtiene a partir de los datos del autocontrol de un trimestre o fracción, si el periodo de explotación es inferior.

El sistema de explotación es conforme si cumple simultáneamente que:

1. El 90% de las muestras tiene resultados inferiores a los Valores Máximos Admisibles (VMA) en todos los parámetros especificados en el Anexo I.A.
2. Las muestras que superan el VMA del Anexo I.A. no sobrepasan los límites de desviación máxima (LDM) establecidos en el Anexo I.C.

3. Se respetan las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para las sustancias peligrosas en el punto de entrega de las aguas regeneradas según la legislación propia de aplicación.

Los límites de desviación máxima a los que se refiere el punto 2 son las diferencias entre los valores medidos y los VMA. Estos límites se fijan en el Anexo I.C. del RD de reutilización y cuyos valores resultantes son los siguientes:

| PARÁMETRO | VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES | LÍMITE DE DESVIACIÓN MÁXIMA |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Nematodos intestinales (huevo/10 L) | 1 | 2 |
| <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL) | 0 | 10 |
| | 100 | 1.000 |
| | 200 | 2.000 |
| | 1.000 | 10.000 |
| | 10.000 | 100.000 |
| <i>Legionella spp.</i> (UFC/L) | 100 | 1.000 |
| <i>Taenia saginata</i> (huevo/L) | 1 | 2 |
| <i>Taenia solium</i> (huevo/L) | 1 | 2 |
| Sólidos en suspensión (mg/L) | 5 | 7,5 |
| | 10 | 15 |
| | 20 | 30 |
| | 35 | 52,5 |
| Turbidez (UNT) | 1 | 2 |
| | 2 | 4 |
| | 10 | 20 |
| | 15 | 30 |
| Nitratos (mg NO ₃ /L) | 25 | 38 |
| Nitrógeno Total (mg N/L) | 10 | 15 |
| Fósforo Total (mg P/L) | 2 | 3 |

Tabla 5. Valores del límite de desviación máxima por parámetro

En resumen, la planta es conforme con el RD de reutilización si cumple simultáneamente lo que se señala en la figura siguiente:

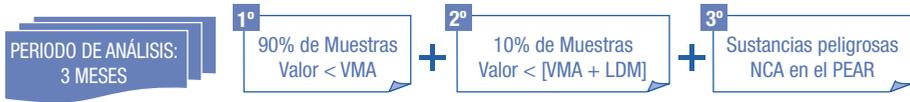


Figura 10. Criterios de conformidad del sistema de reutilización con el RD de reutilización

3.3.2. Medidas de gestión frente a incumplimientos

El RD de reutilización obliga a tomar una serie de medidas cuando se detectan anomalías en el sistema de reutilización. En este caso se pueden dar los siguientes supuestos:

- El agua regenerada no es conforme según los criterios primero y tercero del apartado 3.3.1 (Figura 10).
 1. Se suspende el suministro y se identifica el origen del incumplimiento.
 2. Se reanuda el suministro, una vez tomadas las medidas oportunas para corregir la anomalía y confirmado que el problema se ha solucionado.
- Una muestra individual presenta unos valores fuera de los límites de desviación máxima (LDM).
 1. Se repite el control a las 24 horas.
 2. Se suspende el suministro si en este segundo control vuelve a detectarse el incumplimiento.
 3. Se reanuda el suministro, una vez tomadas las medidas oportunas para corregir la anomalía y comprobado que en 4 controles en días sucesivos el valor obtenido se encuentran dentro de los LDM.
 4. Se duplica la frecuencia de control del parámetro anómalo hasta que finalice el período en el que se ha detectado la anomalía (trimestre o fracción) y en todo el período siguiente.

3.4. DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES EN LA CALIDAD Y EN LA INSPECCIÓN

3.4.1. Responsabilidades en cuanto al aseguramiento de la calidad

Los agentes que intervienen en un sistema de reutilización asumen respectivamente unas responsabilidades determinadas que se resumen a continuación:

- El titular de la autorización de vertido es responsable de la calidad del vertido y de su control hasta el punto de entrega de las aguas depuradas (PEAD).
- El titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas es responsable de la calidad del agua regenerada y de su control desde el punto en que las aguas depuradas entran en el sistema de reutilización, es decir, el PEAD, hasta el punto de entrega de las aguas regeneradas (PEAR).
- El usuario del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad desde el punto de entrega del agua regenerada hasta los lugares de uso.

La calidad del efluente a la salida de la planta depuradora determina en gran manera la eficacia de la regeneración, por ello es importante que en el PEAD el agua cumpla con los requisitos de calidad previstos, en caso contrario deberá notificarse al responsable de la regeneración para que se tomen las medidas oportunas.

Con el fin de sistematizar esta comunicación puede ser interesante establecer protocolos de información. Puede ser también interesante disponer de medidores en continuo como el de turbidez que informen a tiempo real de la calidad del efluente, tanto al titular de la depuradora como de la regeneradora.

3.4.2. Inspección de los sistemas de reutilización por la administración hidráulica

El RD de reutilización establece que las responsabilidades del titular de la concesión o autorización de reutilización y del usuario se entienden *“sin perjuicio de la potestad de supervisión y control de las autoridades ambientales y sanitarias”*.

Esto es, los organismos responsables de la inspección y vigilancia de la producción, distribución y uso de las aguas regeneradas corresponden al organismo de cuenca y a la autoridad sanitaria actuando cada uno en el ámbito de sus competencias.

Las competencias de los organismos de cuenca se fijan en el texto refundido de la Ley de Aguas y son responsables de inspeccionar y vigilar el cumplimiento de las condiciones fijadas en la autorización de vertido y en la autorización o concesión de reutilización. Es decir, es responsable del control de las aguas residuales hasta el punto de entrega de las aguas depuradas y de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega de las mismas.

En la labor de inspección, y con independencia de los controles impuestos en el condicionado de la concesión o autorización, el organismo de cuenca podrá

efectuar cuantos análisis e inspecciones estime convenientes para comprobar las características del agua regenerada y el rendimiento del sistema de reutilización. Para la realización de estas tareas podrá contar con el apoyo de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica.

A tal efecto, los titulares o responsables de las instalaciones objeto de vigilancia o inspección están obligados a facilitar el acceso a las mismas a la Administración, así como a prestar colaboración y facilitar la documentación necesaria a su requerimiento para el ejercicio de la labor de inspección.

Todos los resultados derivados del control de la calidad del agua regenerada realizado por el titular de la concesión o autorización, deberán estar recogidos en un sistema de registro que estará a disposición de la Autoridad o Administración competente. Así como las medidas ejecutadas ante incumplimientos de las muestras.

Cuando la Administración o la Entidad colaboradora, tome una muestra para su comprobación hará entrega de una muestra alícuota para su análisis contradictorio al representante o persona que se encuentre en las instalaciones y acredite su identidad. De no hacerse cargo de la muestra, se le comunicará que ésta se encuentra a su disposición en el lugar que se indique.

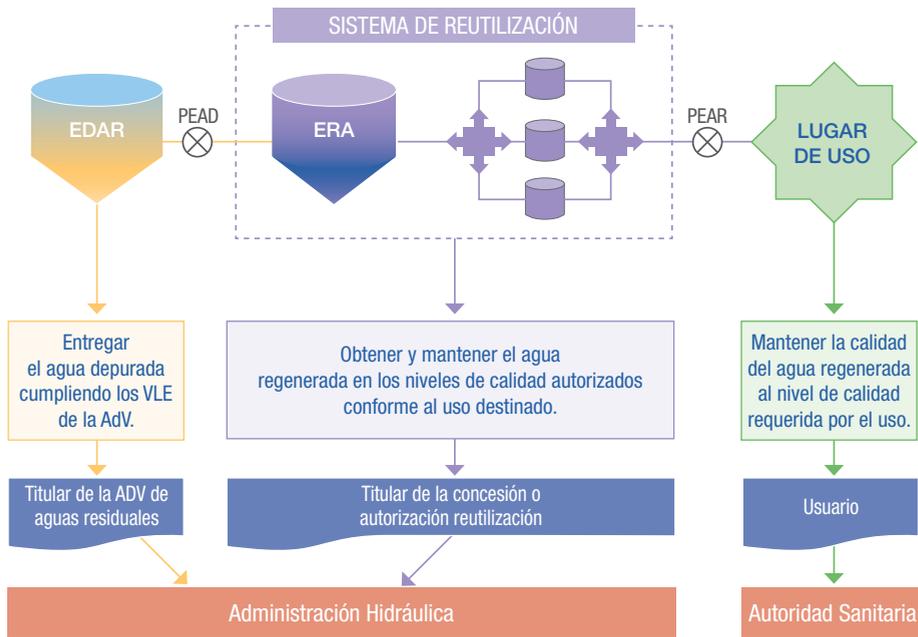
El resultado de las actividades de inspección quedará reflejado en un acta firmada por el funcionario de la Administración, de la que se dará copia al interesado y que gozará de presunción de veracidad y valor probatorio en cuanto a los hechos consignados en la misma.

En el caso de que sean incumplidos tanto los condicionantes establecidos en la autorización de vertido como en la concesión y autorización de reutilización de aguas, el infractor será sancionado según lo contemplado en el Título VII del texto refundido de la Ley de Aguas.

Las autoridades sanitarias son responsables de inspeccionar y vigilar la calidad del agua desde el punto de entrega de las aguas regeneradas hasta el lugar de uso.

Las infracciones cometidas por el responsable del mantenimiento de la calidad desde el punto de entrega de las aguas regeneradas hasta el lugar de uso serán reguladas por lo establecido en el capítulo VI *De las Infracciones y las Sanciones* de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

En la siguiente figura se resume la distribución de responsabilidades en la producción de agua regenerada así como la verificación y control en la producción y aplicación de la misma:



EDAR: Estación depuradora de aguas residuales. PEAD: Punto de entrega de aguas depuradas;
 ERA: Estación regeneradora de aguas; PEAR: Punto de entrega de las aguas regeneradas;
 ADV: Autorización de vertido; VLE: Valores límite de emisión

Figura 11. Distribución de responsabilidades en la calidad y la inspección

4 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN

4.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN

El sistema de reutilización de agua tiene como fin mejorar la calidad del efluente de aguas residuales de la depuradora para cumplir con los requisitos de calidad de las aguas regeneradas.



Para ello, es preciso complementar los equipos de tratamiento previamente instalados con procesos de depuración avanzados que reduzcan la carga contaminante residual hasta valores admisibles para el uso al que vaya a destinarse el agua producto (usos urbanos, agrícolas, recreativos, industriales y ambientales). También es importante eliminar todos los microorganismos patógenos para

asegurar la adecuada calidad sanitaria del agua. De esta manera el tratamiento de regeneración tiene como objetivo principal el reducir la cantidad de agentes patógenos que hayan sobrevivido a los tratamientos de depuración, así como reducir el nivel de sólidos en suspensión y turbidez, a fin de adaptarse a las calidades mínimas exigidas para su uso.



De naturaleza físico-química o biológica, estos tratamientos requieren un conjunto de instalaciones que normalmente se sitúan a continuación del tratamiento secundario. En la Figura 12 se muestran brevemente las tecnologías más empleadas para la regeneración del agua residual.

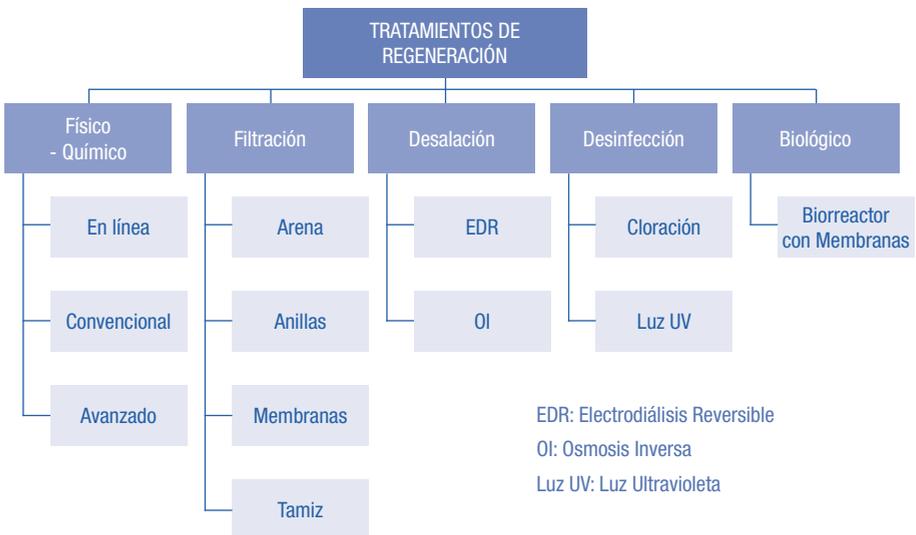


Figura 12. Tecnologías de regeneración más empleadas

El tratamiento de regeneración debe ser diseñado en función del uso del agua regenerada debido a que los parámetros de calidad a conseguir son diferentes, según se regula en el RD de reutilización en su Anexo I.A.

Se ha observado que el condicionante esencial en los tratamientos de regeneración es el nivel de desinfección, por ello en primer lugar se han agrupado todas las calidades recogidas en el RD de reutilización según la calidad bacteriológica exigida. De este modo se han establecido 6 tipos de calidad (A, B, C, D, E y F), teniendo en cuenta fundamentalmente los límites indicados respecto a *Escherichia coli*, nematodos intestinales y *Legionella spp.*

| USOS | Tipo de Calidad | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 ml | Nematodos | <i>Legionella spp.</i> UFC/100 ml |
|---|-----------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| - Torres de refrigeración y condensadores evaporativos (3.2) | A | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| - Residenciales (1.1) | | Ausencia | < 1 huevo/10L | < 100 |
| - Recarga acuíferos inyección directa (5.2) | | Ausencia | < 1 huevo/10L | No se fija límite |
| - Servicios urbanos (1.2) - Riego agrícola sin restricciones (2.1) - Riego campos de golf (4.1) | B | < 100-200 | < 1 huevo/10L | < 100 |
| - Riego de productos agrícolas que no se consumen frescos. - Riego pastos animales productores. - Acuicultura (2.2) - Aguas proceso y limpieza industria alimentaria (3.1) | C | < 1.000 | < 1 huevo/10L | No se fija límite |
| - Recarga acuíferos por percolación a través del terreno (5.1) | | < 1.000 | No se fija límite | No se fija límite |
| - Riego cultivos leñosos, viveros y cultivos industriales (2.3) - Masas agua sin acceso público (4.2) | D | < 10.000 | < 1 huevo/10L | < 100 |
| - Riego de bosques y zonas verdes no accesible al público (5.3) | E | No se fija límite | No se fija límite | No se fija límite |
| - Ambientales: mantenimiento humedales, caudales mínimos (5.4) | F | La calidad se estudiará caso por caso | | |

Tabla 6. Tipos de calidad según los límites bacteriológicos del RD de reutilización

También hay que considerar la existencia de tres usos en los que se limitan el nitrógeno o el fósforo, que exigirán un tratamiento complementario. Estos usos son los estanques, masas de agua y caudales circulantes ($P_T < 2 \text{ mg/L}$); la recarga de acuíferos bien por percolación localizada a través del terreno, bien por inyección directa (en ambos casos $N_T < 10 \text{ mg/L}$ y $\text{NO}_3 < 25 \text{ mg/L}$).

Según los tipos de calidad recogidos en la tabla anterior se proponen las siguientes líneas de tratamiento, incluyendo aquellos casos en los que sea necesario eliminar sales:

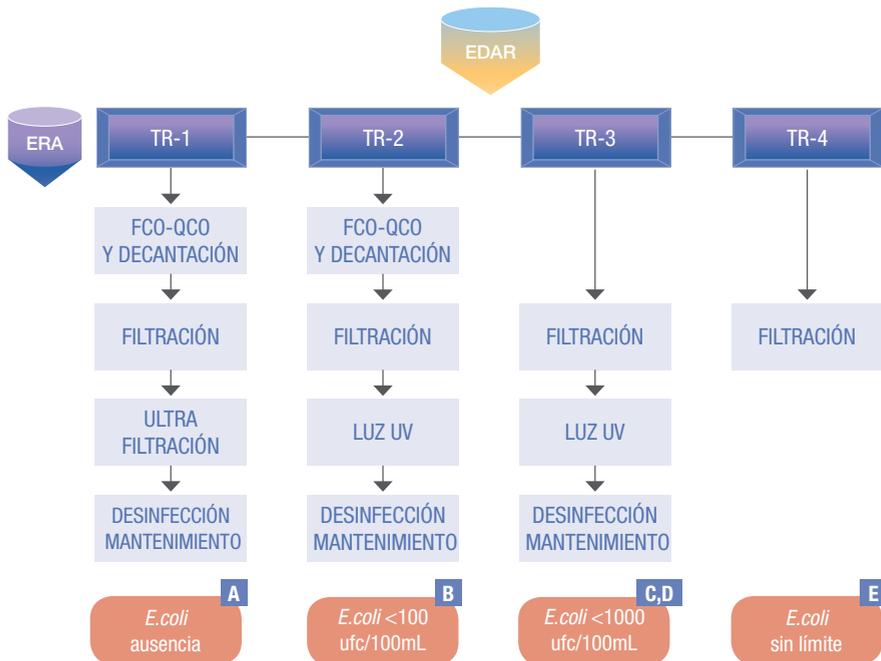


Figura 13. Tratamientos de regeneración propuestos sin desalación

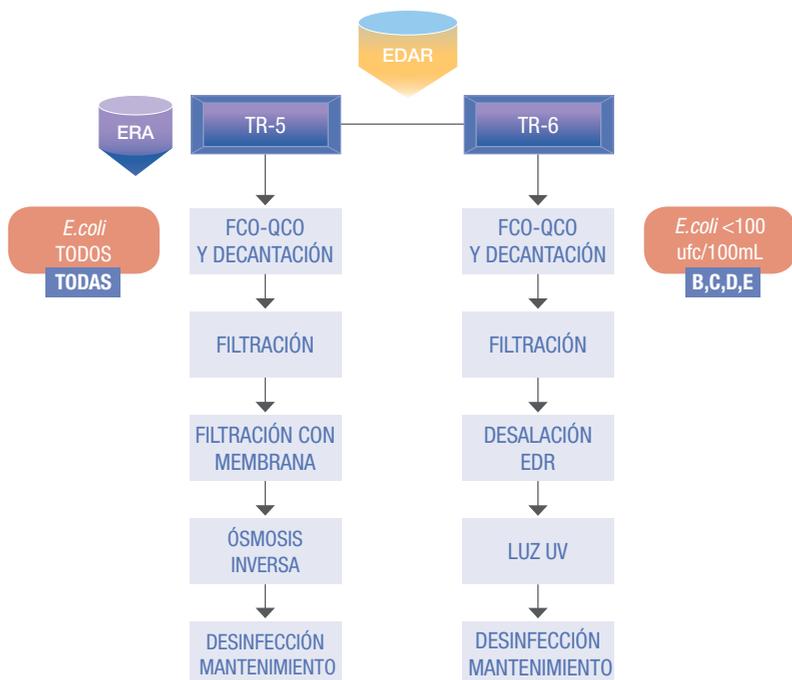


Figura 14. Tratamientos de regeneración propuestos con desalación

La propuesta de tratamientos ha sido realizada de forma general, por lo que cada caso particular deberá ser estudiado individualmente para comprobar el tratamiento más adecuado que dependerá tanto de la calidad del efluente depurado como del uso del agua regenerada. Existen además otros condicionantes que se deben considerar, no solo técnicos sino también económicos.

4.1.1. Descripción de los tratamientos de regeneración

4.1.1.1. Tratamiento tipo 1

Este tratamiento se propone para aquellos usos que requieran la eliminación total de *Escherichia coli*, como son el uso urbano residencial (riego de jardines privados y descarga de aparatos sanitarios), uso industrial para torres de refrigeración y condensadores evaporativos y uso ambiental para recarga de acuíferos por inyección directa.

El tratamiento tipo 1 consta en primer lugar de una unidad de tratamiento físico-químico con decantación cuyo objetivo es la reducción de los sólidos en suspensión. Este tratamiento es también aprovechado para la precipitación de sulfuros y fósforo en el agua depurada.

En segundo lugar, se aplica una filtración donde se reducen de manera muy importante nematodos intestinales y sirve para afinar los parámetros físico-químicos objetivo de la primera fase.

Seguidamente, el agua filtrada es introducida en un proceso de ultrafiltración para asegurar una turbidez menor de 2 UNT.

Por último, se aplica una pequeña dosis de hipoclorito sódico para la desinfección de mantenimiento, con el objetivo de asegurar la calidad del efluente regenerado hasta el punto de entrega al usuario, con la que se asegura la eliminación total de coliformes y demás riesgos microbiológicos.

4.1.1.2. Tratamiento tipo 2

El tratamiento tipo 2 se propone para aquellos usos que requieren un valor máximo admisible de *E. coli* inferior o igual a 200 UFC/100 mL, pero que no requieren una eliminación total, es decir, usos urbanos para servicios (uso 1.2), riego de cultivos para consumo humano (consumo 2.1 y 2.2), usos industriales para aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria (uso 3.1.c), riego de campos de golf (uso 4.1) y recarga de acuíferos por percolación localizada (uso 5.1).

La diferencia de este tratamiento con respecto al anterior es la sustitución de la ultrafiltración por una desinfección con luz ultravioleta, debido a que es suficiente para lograr los parámetros de calidad establecidos para estos usos y disminuye los costes de forma considerable.

4.1.1.3. Tratamiento tipo 3

El tratamiento tipo 3 se ha propuesto para los usos que requieren calidades menos exigentes con valores de *Escherichia coli* inferiores a 10.000 UFC/100mL, como son el riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana (uso 2.3.a), el riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones (uso 2.3.b), el riego de cultivos industriales no alimentarios, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas (uso 2.3.c), aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria (uso 3.1.a), estanques, masas de agua y caudales de aguas circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua (uso 4.2) y riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público (uso 5.3).

Este tratamiento consta de una filtración, una desinfección con luz UV para la eliminación de microorganismos patógenos y una desinfección de manteni-

miento mediante la aplicación de una pequeña dosis de hipoclorito sódico para asegurar la calidad desde el lugar del tratamiento hasta el punto de entrega del agua regenerada.

4.1.1.4. Tratamiento tipo 4

Este tipo de tratamiento se recomienda para aquellos usos en los que el RD de reutilización no fija los límites bacteriológicos, como el riego de bosques y zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público, y silvicultura (uso 5.3).

La calidad exigida en el RD es aquella que cumple la autorización de vertido, no obstante se recomienda a efectos operativos de la red de distribución poner al menos una filtración.

4.1.1.5. Tratamiento tipo 5a y 5b

Estos tratamientos se proponen para aquellos casos en los que sea necesario eliminar sales del efluente. Los tratamientos de desalación considerados son ósmosis inversa y electrodiálisis reversible. La decisión de optar por uno de ellos deberá ser estudiada en cada caso particular teniendo en cuenta los diversos factores a considerar.

El tratamiento tipo 5a se compone de un físico-químico con decantación, una filtración, una filtración con membranas, una desalación mediante Ósmosis Inversa y una desinfección de mantenimiento.

Debido a la exigencia de la ósmosis inversa en cuanto a la calidad del influente, es necesaria la instalación de un tratamiento previo, siendo el más utilizado la ultrafiltración. Asimismo, se recomienda la inclusión de una etapa previa compuesta de un físico-químico con decantación lamelar más una filtración para proteger la membrana de ultrafiltración.

Este tipo de tratamiento se considera adecuado para alcanzar todas las calidades exigidas por el RD de reutilización.

El tratamiento tipo 5b se compone de físico-químico con decantación, filtración, desalación mediante EDR, desinfección con luz ultravioleta y desinfección de mantenimiento.

La desalación mediante EDR necesita un tratamiento previo para evitar problemas de funcionamiento. Para ello se recomienda la instalación de un tratamiento físico-químico con decantación lamelar y una filtración que permita limpiezas en continuo.

4.1.2. Tratamientos de regeneración en función de las calidades del RD de reutilización

Como resumen de la adecuación de la calidad de las aguas depuradas para su reutilización, a continuación se indican los tratamientos tipo propuestos en función de cada una de las calidades exigidas en el RD de reutilización y los usos asociados (marcados en azul).

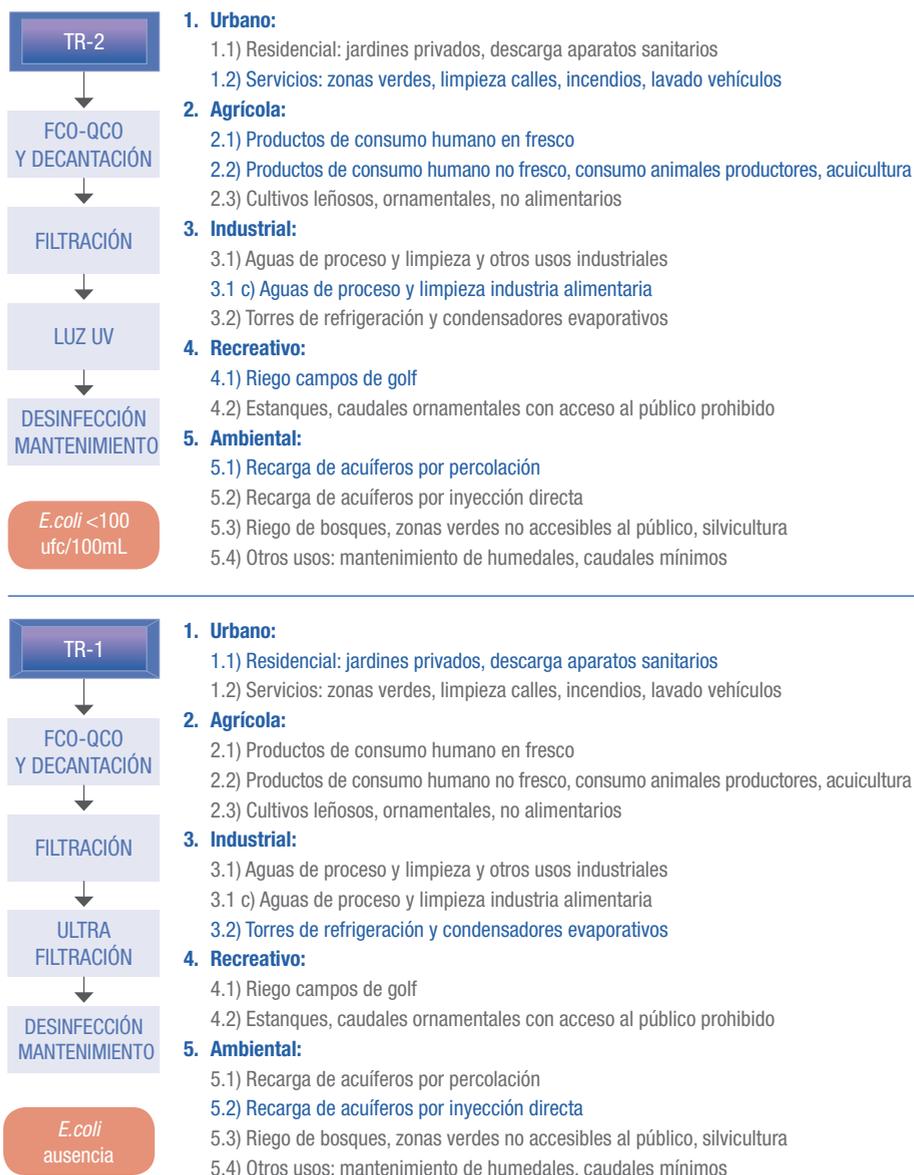


Figura 15. Tratamientos de regeneración propuestos según las calidades del RD de reutilización

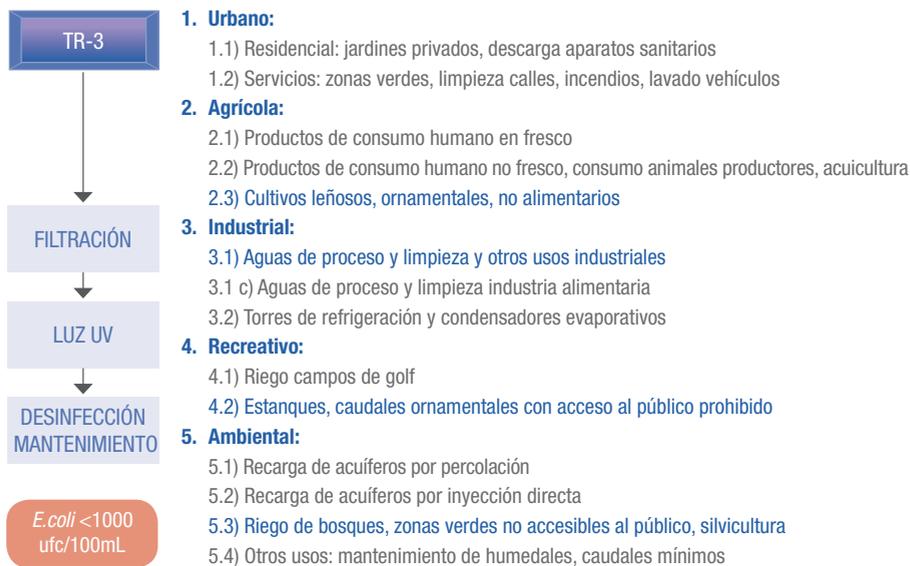


Figura 16. Tratamientos de regeneración propuestos según las calidades del RD de reutilización

4.2.

PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA RED DE TRANSPORTE

El presente apartado tiene como objetivo el establecimiento de unas directrices generales sobre redes de captación y distribución de aguas regeneradas pero no pretende ser un manual de hidráulica o de cálculo mecánico como tal. Es decir, los detalles referentes al cálculo hidráulico o mecánico de las redes necesitarán de la consulta de documentos especializados en la materia, habida cuenta que en este documento solo se establecen pautas generales.

Para su elaboración se ha tenido en cuenta las directrices de la Guía Técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones, publicada por el Ministerio de Sanidad y Política Social. Deben aplicarse las normas contenidas en esta Guía con el fin de evitar contaminaciones por *Legionella spp.* Puede ser interesante someter a la planta y a las redes de distribución de instalaciones susceptibles de contaminarse por *Legionella spp.* a la evaluación de riesgos prevista en dicha Guía.

En términos generales, el diseño y dimensionamiento de la red de captación y distribución de aguas regeneradas son similares a los de las redes de agua potable o saneamiento, pudiéndose emplear incluso los mismos materiales. No obstante, se deberán seguir las especificaciones que se exponen a continuación para la necesaria diferenciación e independencia de dichas redes.

En este capítulo se proponen directrices referentes a:

- Criterios generales para el diseño de las redes de distribución
- Trazado
- Señalización
- Almacenamiento
- Estaciones de bombeo
- Elementos de maniobra y control
- Prevención frente a episodios de reflujo (backflow)

4.2.1. Criterios generales de diseño

En los criterios que se exponen a continuación sobre el diseño de las redes de captación y distribución de aguas regeneradas se ha tenido en cuenta que el funcionamiento hidráulico de la red se puede realizar bajo presión hidráulica interior (en impulsión) o bien en lámina libre (por gravedad). En este último caso, la conducción deberá ser cerrada para que no haya posibilidad de contacto entre el agua regenerada y cualquier usuario, operario o público en general.

El trazado de las redes de reutilización deberá ser tal que se garantice que no existe posibilidad alguna de conexión con las redes de abastecimiento de agua potable, salvo en aquellos puntos en los que se se prevea el enganche para realizar la limpieza de la red de reutilización. Estas redes dispondrán de sistemas de almacenamiento y tratamiento que garanticen el mantenimiento de su calidad hasta el momento de su utilización.

Las válvulas, grifos, cabezales, etc., deberán ser de un tipo que sólo permita su utilización por personal autorizado. Se utilizarán tamaños de conducción y de bocas de conexión de mangueras diferentes a los utilizados para las aguas de abastecimiento público. Deberá evitarse la instalación de grifos exteriores de agua regenerada.

Las conducciones de agua deberán estar lo suficientemente separadas para evitar que filtraciones o pérdidas de agua regenerada puedan entrar por fisuras a las tuberías de agua potable. Se dispondrán en posición intermedia entre las conducciones de agua potable y de alcantarillado, tal y como se muestra en la siguiente figura.

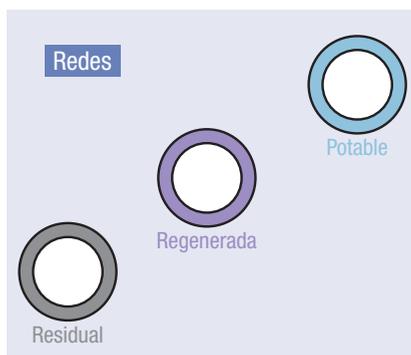


Figura 17. Disposición en alzado de las diferentes redes de distribución

El diseño de las redes de distribución de agua regenerada será preferentemente mallado.

En cualquier caso, el trazado consistirá, en general, en alineaciones rectas tanto en alzado como en planta entre las que se intercalará el correspondiente codo junto con un macizo de anclaje.

Las tuberías y accesorios se fabricarán de color violeta (PANTONE 2577U ó RAL 4001) al igual que los aspersores, por ser el color más consensuado entre los países que ya han implantado el sistema de regeneración de aguas.



Todas las válvulas, grifos y cabezales de aspersión deberán estar marcados adecuadamente con objeto de advertir al público que el agua no es potable, debiendo ser además de un tipo que sólo permita su utilización por personal autorizado.

Las tuberías y las tapas de las arquetas tendrán una leyenda fácilmente legible “AGUA REGENERADA. AGUA NO POTABLE”.

Para la limpieza de la red de captación y distribución se aportará el agua necesaria mediante una conexión con la red de abastecimiento de agua potable a la salida de la estación regeneradora y en los depósitos de cabecera, efectuando la acometida siempre por encima del máximo nivel del mismo.

Deberá existir, asimismo, un archivo actualizado de planos y especificaciones de las distintas tuberías existentes en la zona de utilización, siendo responsables de la realidad física de su contenido los firmantes de los proyectos y de los certificados finales de obra, en el caso de que lo construido no se ajustara al contenido de dichos planos.

Si el uso del agua regenerada es la extinción de incendios, es necesario añadir el caudal de apagado de incendios al caudal en hora punta. Este parámetro condiciona el diámetro mínimo de las conducciones en todos los tramos de la red, pues el fuego puede producirse en cualquier punto de la misma.

4.2.2. Trazado

4.2.2.1. Trazado en planta

Redes en zona urbana

En las redes urbanas se recomienda que la red de reutilización discurra bajo las aceras para así disminuir las cargas actuantes y facilitar las tareas de reparación, pero en todo caso debe seguir el viario.

Si la red no pudiera discurrir bajo la acera y tuviera que hacerlo bajo la calzada, deberá evitarse, en cualquier caso, la franja de 1,5 m de ancho a partir del bordillo de cada acera donde se prevea la posibilidad de aparcamiento de vehículos.

Respecto a las distancias mínimas a los edificios, deberán tomarse las necesarias precauciones para evitar cualquier afección a sus cimientos, debiendo respetar, en cualquier caso, una separación mínima de unos 2 m así como una distancia mínima de 1 m a los bordillos.

En el caso de conducciones metálicas, deberá alejarse el trazado de la conducción de las líneas eléctricas aéreas de tensión superior a 15 kV por el peligro de corrosión. Esto afecta, por ejemplo, a las catenarias de los ferrocarriles electrificados. Por el contrario, las líneas subterráneas no suelen producir fenómenos eléctricos apreciables debido a la buena calidad del aislamiento y la vaina protectora, generalmente conectada a tierra, de la que suelen ir provistas las líneas eléctricas enterradas.

La separación en planta a las redes de distribución de agua potable será la máxima posible recomendándose que sea como mínimo de 1,5 m. De no ser posible, se adoptarán las medidas de protección necesarias para que no se produzca conexión alguna entre ambas redes.

Las separaciones mínimas entre las generatrices externas de las tuberías de agua regenerada alojadas en la zanja y las de los conductos o las aristas de los prismas de los demás servicios instalados con posterioridad serán las siguientes:

| SERVICIO | SEPARACIÓN EN PLANTA (cm) |
|-------------------|---------------------------|
| Abastecimiento | 150 |
| Saneamiento | 100 |
| Gas | 50 |
| Electricidad-alta | 30 |
| Electricidad-baja | 20 |
| Comunicaciones | 30 |

Tabla 7. Distancias en planta de la red de reutilización respecto a otras redes de servicios

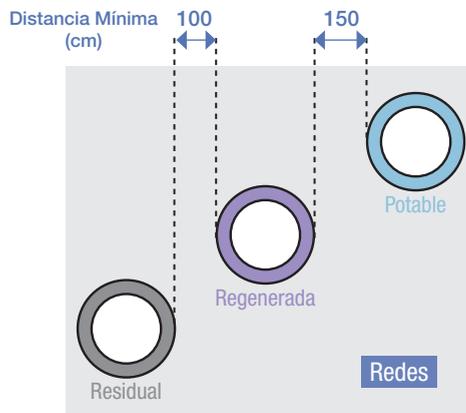


Figura 18. Distancia mínima en planta respecto a las redes de agua potable y saneamiento

Cuando no sea posible mantener esas distancias mínimas de separación, será necesario disponer de protecciones especiales, por ejemplo, planchas metálicas, encofrados de hormigón armado, etc.

Redes en zona rural

Si la red discurre por zona rural, el trazado en planta debe ser tal que afecte lo menos posible a las propiedades colindantes. Y en todo caso se establecerán las limitaciones por afecciones al dominio público previstas en la legislación que deberán ser determinadas por el organismo gestor correspondiente y que se resumen a continuación.

4.2.2.2. Limitaciones por afecciones al dominio público

Limitaciones por afección al dominio público hidráulico

Las limitaciones en la afección al dominio público hidráulico quedan recogidas en la Ley de Aguas, RDL 1/2001 de 20 de julio, y en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, RD 849/86 de 11 de abril.

Atendiendo a lo establecido en la legislación citada, el organismo competente en cuencas intercomunitarias para la gestión del dominio público hidráulico son las Confederaciones Hidrográficas. La autoridad competente en cuencas intra-comunitarias viene establecido por la Comunidad Autónoma correspondiente. En la Figura 19 se pueden observar las distintas zonas que componen el dominio público hidráulico.

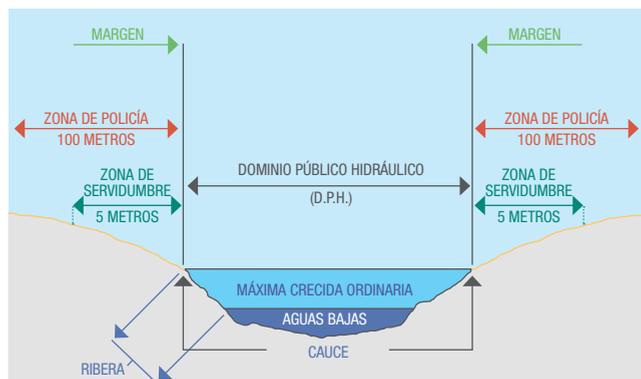


Figura 19. Sección tipo del dominio público hidráulico

En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce, las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional, quedan sometidas a lo dispuesto en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (art. 9) y, por tanto, precisarán autorización administrativa previa del organismo de cuenca. Dicha autorización será independiente de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas.

No obstante, se recomienda que los cruces sean preferentemente por debajo del cauce, modificando la sección tipo de la zanja con el fin de evitar erosiones y proteger la tubería (zanja macizada de hormigón).

Limitaciones por afección a carreteras

En el ámbito estatal, las limitaciones en la afección a carreteras quedan recogidas en la Ley 25/88, de 29 de julio, de Carreteras, y en su Reglamento General de desarrollo (RD 1812/94). No obstante, en cada Comunidad Autónoma habrá que observar su correspondiente Ley de Carreteras y el Reglamento que la desarrolla para comprobar que las limitaciones recogidas en ella no son más restrictivas que en la ley estatal.

En la Figura 20 se pueden observar las zonas que se establecen en la Ley 25/88 de Carreteras, cuyas limitaciones de uso vienen contempladas en el citado Reglamento:

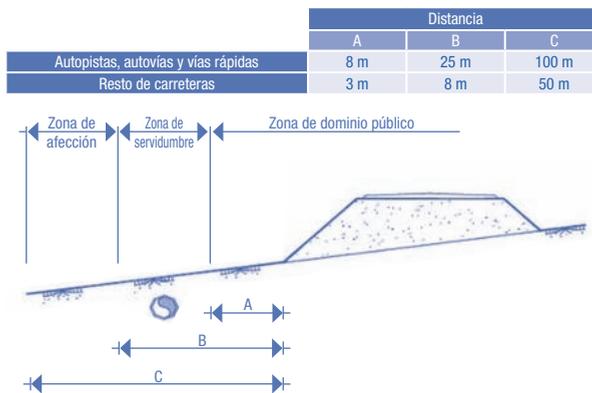


Figura 20. Sección tipo del dominio público de una carretera

En la zona de servidumbre no pueden realizarse obras ni más usos que aquellos que sean compatibles con la seguridad vial, previa autorización, en cualquier caso, del organismo competente (art. 22 de la Ley 25/88).

Para ejecutar en la zona de afección cualquier tipo de obras e instalaciones fijas o provisionales se requerirá, asimismo, la previa autorización del organismo competente (art. 23 de la Ley 25/88).

Por tanto, si atendemos al titular de la carretera afectada, el organismo competente para otorgar la autorización correspondiente es la Demarcación de Carreteras del Estado en el ámbito estatal; las correspondientes Consejerías en el ámbito autonómico; y si es de ámbito provincial, las Diputaciones.

Limitaciones por afección a ferrocarriles

En el ámbito estatal, las limitaciones en la afección a ferrocarriles quedan recogidas en la Ley 39/2003 del Sector Ferroviario, y en el Reglamento que la desarrolla, aprobado mediante el Real Decreto 2387/04, de 30 de diciembre. Dicho Reglamento delimita los terrenos inmediatos al ferrocarril e impone limitaciones en relación a los mismos.

En la Figura 21 se pueden observar las zonas que se establecen en la citada Ley:

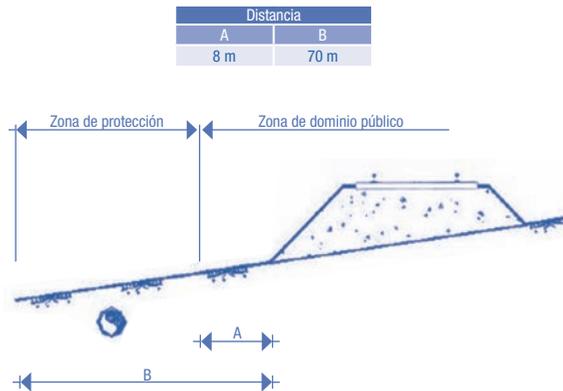


Figura 21. Sección tipo del dominio público de un ferrocarril

En la zona de dominio público, sólo se podrán realizar obras e instalaciones previa autorización del administrador de infraestructuras ferroviarias cuando sean necesarias para la prestación del servicio ferroviario o cuando la prestación de un servicio público o de un servicio o actividad de interés general así lo requiera. Excepcionalmente, y por causas debidamente justificadas, se podrá autorizar el cruce de la zona de dominio público, tanto aéreo como subterráneo, por obras e instalaciones de interés privado (art. 25 del Real Decreto 2387/04).

En la zona de protección se podrán realizar obras, previa autorización del administrador de infraestructuras ferroviarias, cuando sean para establecer conducciones vinculadas a servicios de interés general y no existieran alternativas al trazado de las mismas (art. 26 del Real Decreto 2387/04).

Limitaciones por afección a vías pecuarias

En el ámbito estatal, las limitaciones en la afección a vías pecuarias vienen recogidas en la Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias. No obstante, habrá que observar la legislación autonómica para comprobar que las limitaciones recogidas en ella no son más restrictivas que las establecidas en la ley estatal.

La Ley 3/95 de Vías Pecuarias establece que las vías pecuarias son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas, y en consecuencia, inalienables, imprescriptibles e inembargables. Además regula los usos compatibles y complementarios y asegura la conservación de las vías.

Según el artículo 14 de dicha ley, por razones de interés público, y excepcionalmente y de forma motivada por razones de interés particular, se podrán autorizar ocupaciones de carácter temporal siempre que tales ocupaciones no alteren el tránsito ganadero ni impidan los demás usos compatibles o complementarios con aquél.

No obstante, se recomienda que en la medida de lo posible se evite la ocupación de terrenos por los que discurren las vías pecuarias y se limite la afección, en cualquier caso, a cruces subterráneos de la red de distribución.

4.2.2.3. Trazado en alzado

La profundidad mínima de las conducciones de reutilización se determinará de forma que se garantice que la conducción quede protegida frente a las acciones externas, especialmente el tráfico rodado y preservada de las variaciones de temperatura.

No obstante, como criterio general, la profundidad mínima de enterramiento será de 1 m o un valor igual al diámetro exterior (el mayor de ambos). Cuando no puedan respetarse estos recubrimientos mínimos deberán tomarse las medidas de protección necesarias.

El trazado en alzado no deberá estar por encima del nivel de oscilación de la línea interanual piezométrica y deberá ser tal que se garanticen en todas las secciones de la red las condiciones de presión establecidas.

En cualquier caso, tal y como se mostraba en la Figura 17 las redes urbanas de reutilización deberán situarse en posición intermedia entre las de alcantarillado y las de abastecimiento, debiendo estar lo suficientemente separadas de estas últimas para evitar que filtraciones o pérdidas de agua regenerada puedan afectar a las tuberías de agua potable.

4.2.2.4. Pendiente de la conducción

Por lo que respecta a los valores máximos y mínimos de pendiente de las conducciones de reutilización, deben ser tales que garanticen las condiciones de funcionamiento hidráulico establecidas.

En el caso de redes por gravedad, la pendiente mínima podría ser similar a las pendientes mínimas recomendadas para las conducciones de saneamiento (Figura 22) que vienen dadas en función del tipo de apoyo y del diámetro nominal (DN) de la conducción. En el siguiente gráfico se pueden observar los valores comúnmente utilizados para dichas conducciones:

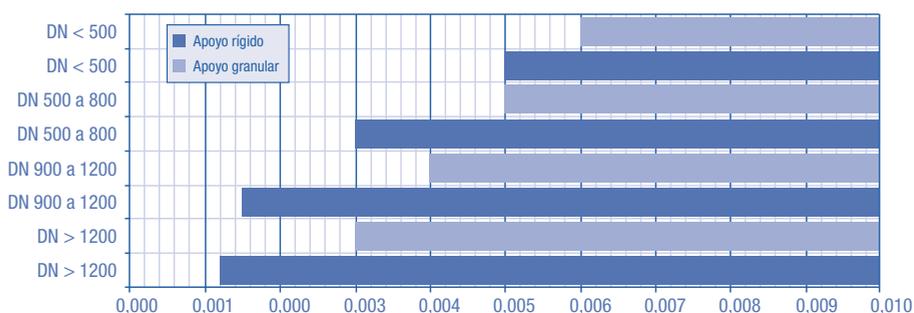


Figura 22. Pendientes mínimas de las conducciones de saneamiento

Alternativamente, también se suele adoptar el valor de 1:DN (UNE EN 752-4:1997).

No obstante, la pendiente de la red debe cumplir dos condiciones que a caudal mínimo no se produzcan sedimentaciones garantizándose además el flujo, y que a caudal máximo no se produzcan fenómenos de erosión o ataques físicos que puedan dañar la conducción.

En cuanto a posibles sedimentaciones, no cabe esperar que exista un riesgo importante dado que las aguas regeneradas no tienen un contenido significativo de arenas o sólidos en suspensión. Pero habría que tenerlo en cuenta en el caso de que el agua regenerada tuviera niveles suficientes de dichos componentes que pudieran decantar.

En cuanto al riesgo de erosión o ataques físicos, se suele verificar que la velocidad de circulación del agua no exceda de 3 m/s si el efluente no contiene arena, admitiéndose valores de hasta 6 m/s en función del material de la tubería, el diámetro de la conducción o la naturaleza de las aguas transportadas. En todo caso, deberá justificarse el valor máximo adoptado. Si el efluente contiene arenas, se suele verificar que la velocidad máxima no exceda de 2-3 m/s.

Asimismo y para garantizar el flujo, el valor final de la pendiente dependerá de las pérdidas de carga que se produzcan en la conducción debidas al material de la tubería así como a la existencia de válvulas, codos, ensanchamientos, estrechamientos, entradas y salidas de depósitos.

Para el cálculo de las pérdidas de carga, se recurre a fórmulas empíricas como las de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams, pero la de uso más habitual para el caso de secciones parcialmente llenas, ya sea circular o de otra geometría, es la de Manning. Dicha fórmula depende de la pendiente de la tubería, de la velocidad del agua, del coeficiente de rugosidad de Manning y del radio hidráulico de la sección mojada. Por ello, con esta ecuación se pueden hacer todas las comprobaciones anteriores para verificar que se cumplen los valores mínimos y máximos recomendados.

En el caso de redes en impulsión, también se pueden adoptar los valores recomendados para las conducciones de saneamiento, fijados en 0,4% cuando el agua vaya en dirección descendente y en 0,2% si circula en recorrido ascendente.

Dichos valores responden a la necesidad de evitar bolsas de aire en posiciones desconocidas que puedan impedir el normal funcionamiento de la red. Por este motivo, dando a la tubería un perfil con tramos de distintas pendientes, ascendentes y descendentes, las bolsas de aire se desplazan a los puntos elevados y se facilita su extracción.

4.2.2.5. Distancias a otros servicios

Las separaciones mínimas en alzado entre las generatrices externas de las tuberías de agua regenerada alojadas en la zanja y las de los conductos, o las aristas de los prismas de los demás servicios instalados con posterioridad serán las siguiente:

| Servicio | Separación en alzado (cm) |
|-------------------|---------------------------|
| Abastecimiento | 30 |
| Saneamiento | 20 |
| Gas | 50 |
| Electricidad-alta | 30 |
| Electricidad-baja | 20 |
| Comunicaciones | 30 |

Tabla 8. Distancias en alzado de la red de reutilización respecto a otras redes de servicios

Cuando no sea posible mantener esas distancias mínimas de separación será necesario disponer de protecciones especiales.

4.2.3. Señalización

El color que identifica las infraestructuras de tratamiento, almacenamiento y distribución del agua regenerada es el violeta (PANTONE 2577U ó RAL 4001).

Dicha obligación afecta también al usuario del agua regenerada que deberá identificar con violeta las infraestructuras de canalización, las tapas de arqueta, las bocas de riego, aspersores, valvulería y otros elementos del sistema de riego para que sean debidamente identificadas. Las canalizaciones se pintarán de violeta en toda su longitud.

Además, el público y los usuarios serán informados mediante carteles indicativos de que se está utilizando agua regenerada no potable para el uso correspondiente. Para ello se colocarán las señales en lugares fácilmente visibles en todos los casos, de conformidad a lo previsto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Tanto las canalizaciones como todos los elementos del sistema de riego deberán estar señalizados con la leyenda “AGUA REGENERADA NO POTABLE”.

Cuando se informe de la prohibición de beber el agua se utilizará la señal de prohibición de forma redonda que corresponde a “Agua no potable” recogida en el Anexo III: Señales en forma de panel del Real Decreto 485/1994. La señal se enmarcará en un rectángulo con fondo violeta (PANTONE 2577U ó RAL 4001) remarcado con una línea blanca. En la parte superior pondrá la leyenda “AGUA REGENERADA NO POTABLE” y en la parte inferior lo mismo pero en el idioma de la Comunidad Autónoma, si procede (ver Figura 23).



Figura 23. Panel de señalización en zonas regables

Cuando se informe de la prohibición de bañarse, por ejemplo, en estanques, se utilizará la señal de prohibición de forma redonda tal como figura en el Anexo III: Señales en forma de panel del Real Decreto 485/1994. El pictograma representará un hombre nadando en aguas de color negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) en rojo (el rojo deberá cubrir al menos un 35% de la superficie de la señal circular). Todo ello estará enmarcado en un rectángulo con fondo en el violeta estandarizado remarcado con una línea blanca. En la parte superior pondrá la leyenda “AGUA REGENERADA, NO BAÑARSE” y en la parte inferior lo mismo pero en el idioma de la Comunidad Autónoma, si procede (Figura 24).



Figura 24. Panel de señalización en estanques y masas de agua ornamentales

Los vehículos utilizados para el transporte de agua regenerada deben ser señalizados mediante signos o símbolos de agua regenerada, preferentemente en la puerta del conductor y en la parte trasera del vehículo sobre el tanque junto a la salida. Deberá indicarse que se trata de agua no potable. Todos los símbolos del vehículo deben estar a una altura visible para el personal habilitado para su utilización.

Con respecto a los campos de golf, además de la señalización que previene el baño o el consumo, se sugiere que se haga publicidad de que se usa agua regenerada que cumple las especificaciones del RD de reutilización para el riego de campos de golf, por ejemplo, en las tarjetas de juego.

En algunas instalaciones los letreros pueden ir acompañados de frases que fomenten la aceptación del uso del agua regenerada del tipo “Conservamos nuestro recurso más valioso regando con agua regenerada”, etc.

4.2.4. Almacenamiento

Para el almacenamiento de las aguas regeneradas se puede recurrir a la instalación de depósitos o bien a la construcción de balsas. En términos generales, cuando el volumen de almacenamiento es inferior a 25.000 m³ se suelen utilizar depósitos, si el volumen es superior se recomienda instalar balsas.

El uso principal de las balsas de agua regenerada es el agrícola ya que es la demanda que necesita mayor volumen de agua. Por el contrario, los depósitos de agua regenerada se emplearán generalmente para usos urbanos, industriales, recreativos y ambientales, bien porque el volumen de agua requerido es menor que en el uso agrícola o bien porque no presenta estacionalidad.

4.2.4.1. Balsas de agua regenerada para riego

Los parámetros de diseño que definen una balsa de riego son la capacidad requerida, el diseño en planta, el alzado de la balsa, la inclinación de los taludes y la anchura de la coronación. La capacidad es la variable de diseño que más define una balsa y puede determinarse según distintos criterios. En primer lugar, debe permitir regular la oferta y la demanda para la que está prevista; debe conseguir la máxima compensación posible entre desmote y terraplén; y finalmente, debe reducir las pérdidas por evaporación. Para ello se recomienda la instalación de cubiertas para reducir dichas pérdidas. La instalación de cubiertas minimiza los aportes externos que puedan deteriorar la calidad y evita el contacto de los operarios con el agua regenerada.

La capacidad máxima de una balsa puede estar limitada por la altura máxima del muro a construir debido a las características geotécnicas de los materiales empleados en los terraplenes, asimismo puede estar también limitada por el riesgo potencial de rotura de la balsa.

Para el diseño en planta se recomienda la utilización de elementos geométricos como rectas y circunferencias por su fácil replanteo. En el caso de las circunferencias es la figura geométrica que abarca mayor superficie con un determinado perímetro lo que implica un mayor volumen de almacenamiento.

En cuanto al alzado de la balsa, se recomienda la construcción de balsas a media ladera frente a las balsas en desmote o terraplén debido a que con estas se consigue mayor compensación entre los volúmenes de desmote y terraplén.

Asimismo y por motivos de seguridad, la cota de coronación debe superar a la cota máxima de agua embalsada en una cantidad no inferior a 1,5 veces la altura de la máxima ola. En balsas de riego el resguardo suele ser aproximadamente de 1 metro.

La inclinación de los taludes dependerá principalmente de las condiciones resistentes del suelo empleado. En general, los taludes realizados en desmorte serán mayores que los recomendados para terraplén ya que estos están compactados por medios artificiales a diferencia de los desmontes cuya compactación es natural.

Como una aproximación inicial o predimensionamiento se han recopilado de la bibliografía las siguientes inclinaciones:

| Bibliografía | Módulo de taludes interiores (m) | Módulo de taludes exteriores (m) |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Amigó y Aguilar, 1994 | 2,0 - 3,5 | 1,5 - 3,0 |
| Dal-Ré y Ayuga, 1996 | 2,5 - 3,5 | 2,0 - 3,0 |

Tabla 9. Predimensionamiento de la inclinación de taludes de balsas

Por último, la anchura de la coronación debe tener un mínimo de 3 metros en balsas con una altura de agua inferior a 15 metros. Las balsas a media ladera deben disponer de cunetas que desvíen los flujos de escorrentía de los taludes para evitar poner en peligro la estabilidad de las estructuras resistentes.

4.2.4.2. Depósitos de agua regenerada

Los depósitos que se construyan en los sistemas de reutilización deberán cumplir con lo especificado al respecto por la norma UNE-EN 1508:1999, “Abastecimiento de agua. Requisitos para sistemas y componentes para el almacenamiento de agua”.

Además deben diseñarse para prevenir el deterioro del agua que almacena y, para ello, evitar los cambios químicos, físicos o biológicos perjudiciales para la salud humana o medio ambiente. Asimismo, hay que evitar pérdidas por infiltraciones de agua regenerada al suelo.

Para ello, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- El depósito, en la medida de lo posible, estará cubierto y dispondrá de una lámina de impermeabilización sobre cubierta.

- El depósito deberá estar claramente señalizado como instalación de “AGUA REGENERADA NO POTABLE”, para que cualquier operario o usuario identifique que las aguas contenidas en el depósito no proceden ni de la red de agua potable ni de la red de saneamiento.
- Los materiales de construcción de todas las superficies en contacto con el agua cumplirán los requerimientos necesarios para evitar el deterioro del agua regenerada.
- Con el fin de facilitar la limpieza y en la medida de lo posible las superficies interiores deberán lisas y libres de poros.
- Se protegerán todas las partes metálicas para evitar la corrosión.
- Se reducirán al mínimo las zonas estancadas mediante el adecuado diseño de los compartimentos de agua y de las tuberías de entrada y salida. A este respecto y para forzar la circulación del agua dentro del depósito, la embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar alejadas. Se dispondrá de pantallas o tabiques de guía para obligar al agua a seguir un camino sinuoso entre la toma y la salida.
- En la parte superior del depósito deberán existir huecos para su ventilación. Los orificios tendrán dimensiones reducidas para impedir el acceso a personas y animales y se protegerán mediante rejillas, lamas o caperuzas fijas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del depósito. Además, se deberá impedir la entrada de radiación solar al vaso del depósito.
- Las tuberías de entrada y de salida de cada compartimento dispondrán de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.
- Los depósitos se diseñarán, como mínimo, con dos compartimentos, de forma que cada uno permita el llenado o vaciado de forma independiente para operaciones de limpieza y mantenimiento. Excepcionalmente, cuando la capacidad de los depósitos sea inferior a 100 m³, se podrá disponer un único compartimento, siempre que el mantenimiento pueda programarse sin interferencia con la explotación de la red.
- El acceso a las distintas zonas del depósito (compartimentos, cámara de llaves, etc.) será de tal forma que garantice la seguridad del personal y facilite la explotación. Las aperturas se dimensionarán para permitir el acceso a materiales y equipo necesario de limpieza, mantenimiento y reparación.

- Los accesos al interior del depósito y a la cámara de llaves dispondrán de puertas o tapas con cerradura.
- Las ventanas de iluminación de la cámara de llaves no serán practicables y dispondrán de enrejado o mallado de seguridad.
- El llenado se realizará normalmente mediante una impulsión y dispondrá en todo caso de mecanismos de regulación del llenado, generalmente válvulas de flotador o válvulas de altitud.
- Cada compartimiento dispondrá de una tubería de entrada y otra de salida, así como una tubería de vaciado y desagüe.
- La tubería de salida del agua dispondrá de un filtro y el punto de toma se situará de 20 a 30 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos. Si se quiere utilizar esta lámina de agua se podrá disponer la toma alojada en un rebaje practicado en la solera.
- En la solera de cada uno de los compartimentos del depósito deberá disponerse una pequeña canaleta que sirva para el vaciado de cada uno de los vasos. Sobre la losa del depósito, además, se colocará un mortero para formación de pendientes (como mínimo del 0,3%) hacia dichas canaletas. Las canaletas de cada uno de los compartimentos dispondrán de un dispositivo de desagüe de fondo consistente en un cuenco desde el que partirá la oportuna conducción de vaciado.
- Tendrá que garantizarse el desagüe, bien situando la solera del depósito a cota superior a la del punto de vertido, bien mediante otras soluciones alternativas cuando, por condicionantes geotécnicos o de otra naturaleza, el desagüe no pueda realizarse por gravedad. En todo caso, en la tubería de desagüe se colocará una arqueta sifónica para evitar la entrada de elementos o sustancias del exterior.
- Existirá un vertedero de emergencia que evite el rebose en caso de fallo en los mecanismos de regulación del llenado y que deberá tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se instalarán dispositivos medidores de volumen (contadores) o de caudal (caudalímetros) para el registro de los caudales de entrada y salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua.
- Todo el perímetro del depósito se protegerá mediante un cerramiento con puerta de acceso con cerradura.

4.2.5. Estaciones de bombeo

En caso de que la red de reutilización trabaje en impulsión, será necesario disponer de una estación de bombeo cuyo diseño deberá observar las siguientes recomendaciones.

La estructura de las estaciones de bombeo será de hormigón armado, debiendo cumplir lo especificado al respecto en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). Las dimensiones y geometría exacta de cada compartimiento de la estación de bombeo variarán en cada caso particular en función del número de bombas a instalar, de la profundidad del depósito o de la disposición de las conducciones de entrada y salida.

Independientemente de la geometría de la estación de bombeo, todos los compartimentos que la integren deberán ser accesibles debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución. Por ello, es recomendable que en los techos de los distintos compartimentos se dispongan suficientes accesos a los mismos mediante cobijas de hormigón o rejillas tramex.

Asimismo, es deseable que exista una caseta encima de la estación para facilitar el acceso a la misma. En instalaciones pequeñas alternativamente se podrá realizar la entrada por tapas de registro directamente desde la superficie. Los accesos deberán ser amplios para facilitar las operaciones de entrada y salida de los equipos que integran la estación de bombeo.

Previo a la cámara de bombeo se instalará una arqueta con una válvula de compuerta que permita el cierre completo de la instalación.

El número mínimo de bombas a instalar será de dos, dejando siempre, al menos, una de ellas de reserva. Todas ellas (incluida la de reserva) estarán instaladas y conectadas de manera adecuada para que puedan utilizarse cuando se requieran. Las bombas se montarán sobre una base soporte.

Las bombas deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente en España para aparatos instalados en locales húmedos y con las siguientes Directivas Europeas y Normas:

Directivas europeas sobre seguridad

- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). Deroga a la Directiva 98/37/CE y entrará en vigor el 29 de diciembre de 2009.

- Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CEE.
- Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión (versión codificada).

Normas UNE

- UNE-EN 809/AC: 2002. Bombas y grupos motobombas para líquidos. Requisitos comunes de seguridad.
- UNE-EN ISO 12100-1:2003. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.
- UNE-EN ISO 12100-2:2003. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos.
- UNE-EN 60034. Máquinas eléctricas rotativas. Características asignadas y características de funcionamiento.
- UNE-EN 61.000-6. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6: Normas genéricas.
- UNE-EN 12050. Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. Principios de construcción y ensayo.

4.2.6. Elementos de maniobra y control

Las redes de agua regenerada deberán ir equipadas con las necesarias válvulas de seccionamiento (compuerta y mariposa), aireación, control y seguridad que permitan optimizar la explotación de la red y actúen en situaciones producidas de forma brusca que puedan dañar la conducción.

Las válvulas deberán cumplir con los requisitos de diseño y funcionamiento especificados para las mismas por las normas UNE-EN 736 y UNE-EN 1074.

Los elementos metálicos constitutivos de las válvulas que así lo requieran deberán contar con una protección epoxi-poliamida. Exteriormente se aplicará un revestimiento de acabado de color violeta como el empleado en las tuberías.

De igual forma, se colocará en cada elemento una etiqueta adherida de forma permanente al cuerpo del mismo en la que se lea “AGUA REGENERADA NO POTABLE”.

4.2.7. Prevención frente a episodios de reflujo (backflow)

El reflujo es la circulación de un fluido en la dirección opuesta a la de diseño y ocurre como resultado de un cambio en la diferencia de presión entre dos puntos del sistema. Si existe una conexión a través de la cual el agua regenerada pueda entrar en contacto con el agua potable, el reflujo del agua regenerada podría causar que se contaminara el agua potable.

Dado que uno de los riesgos existentes en las conducciones de agua es la posible contaminación del agua potable con agua regenerada por episodios de reflujo se ha considerado oportuno detenerse en este tema resaltando la importancia de disponer de válvulas de seguridad o antirretorno.

4.2.7.1. Tipos de reflujo

El reflujo puede aparecer debido a condiciones de sifonamiento o a una presión de retorno.

El sifonamiento está causado por presiones negativas en la tubería de suministro, incluidas las extensiones de la misma como mangueras. Las causas más comunes son las siguientes:

- Altas velocidades de circulación (efecto Venturi).
- Escapes o roturas en puntos más bajos que el punto de salida.
- Bajas presiones en la tubería (excesivo uso aguas arriba).
- Bajas presiones de suministro en el bombeo.

En la Figura 25 se puede observar un caso de reflujo por sifonamiento debido a la rotura de la red de agua.

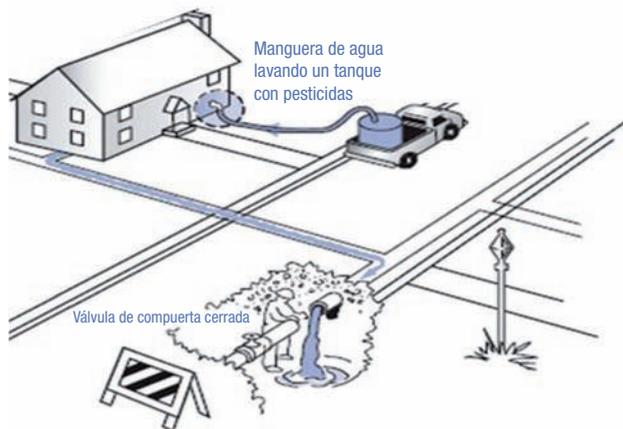


Figura 25. Caso de reflujos por sifonamiento

Fuente: Cross-Connection Control Manual (USEPA)

La presión de retorno, por su parte, ocurre cuando el sistema de abastecimiento está conectado a otro sistema de tuberías con una presión más alta lo que fuerza al agua no potable a introducirse en el sistema de abastecimiento. Las causas o ejemplos más comunes son los siguientes:

- Las bombas elevadoras.
- Edificios de gran altura (mayor de 3 pisos).
- Tanques de presión.
- Calderas.
- Interconexiones con tuberías de mayor presión.
- Tuberías elevadas (más de 9 metros sobre el nivel del suelo).

4.2.7.2. Puntos de contaminación

Las instalaciones de tratamiento y bombeo de aguas regeneradas presentan muchas oportunidades para entrar en contacto con agua potable, algunas tan comunes que a menudo se pasan por alto. A continuación se muestran las instalaciones, los usos y equipos en los que más comúnmente se puede producir un episodio de reflujos:

| Instalaciones | Usos del agua | Equipos |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Estaciones de regeneración de aguas depuradas | Bombas de vacío con sellado de agua | Condensadores |
| Estaciones de depuración de aguas residuales | Control de espumas | Compresores para el enfriado de aguas |
| Estaciones de bombeo | Descarga de inodoros | Aspiradores (Laboratorio) |
| Descargas de sistemas unitarios | Limpieza de pantallas y soportes | Esterilizadores (Laboratorio) |
| Estaciones de regulación de la presión | Sistemas de lavado | Intercambiadores de calor |
| | Riego paisajístico | Herramientas manuales |
| | Sistemas contra incendios | Lavabos de laboratorio |
| | Calderas | |
| | Cloradores | |
| | Sistemas de refrigeración | |

Tabla 10. Puntos de contaminación por episodios de reflujo

Métodos de prevención del reflujo

La selección de los mecanismos específicos de prevención del reflujo está determinada por el grado de peligro, la probabilidad de ocurrencia, el nivel de riesgo aceptable y la fiabilidad del dispositivo de prevención.

A continuación se muestran los dispositivos básicos de prevención del reflujo aplicables a las instalaciones de aguas regeneradas:

| Dispositivo de prevención | Nivel de riesgo | Tipo de reflujo |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| Air gap (separación entre la salida del agua y el nivel de rebose del recipiente) | Alto y bajo | Presión de retorno y sifonamiento |
| Reductores de la presión del reflujo | Alto y bajo | Presión de retorno y sifonamiento |
| Reductores válvulas de doble seguridad | Bajo | Presión de retorno y sifonamiento |
| Igualadores de la presión interna | Alto y bajo | Sifonamiento |
| Igualadores de presión resistentes al vertido | Alto y bajo | Sifonamiento |
| Igualadores de la presión atmosférica | Muy bajo | Sifonamiento |
| Igualadores de presión en mangueras | Muy bajo | Sifonamiento |
| Igualadores de presión en los grifos de laboratorio | Muy bajo | Sifonamiento |

Tabla 11. Dispositivos de prevención del reflujo

En la Figura 26 se puede observar, por ejemplo, la disposición de un Air Gap previo a la conexión con una balsa de agua regenerada:

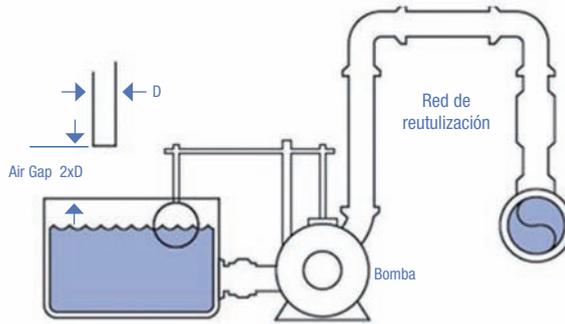


Figura 26. Ejemplo de Air Gap y bomba

Fuente: Cross-Connection Control Manual (USEPA)

Asimismo, en la Figura 27 se puede observar el esquema de un sistema diseñado con dispositivos de prevención del refluo.

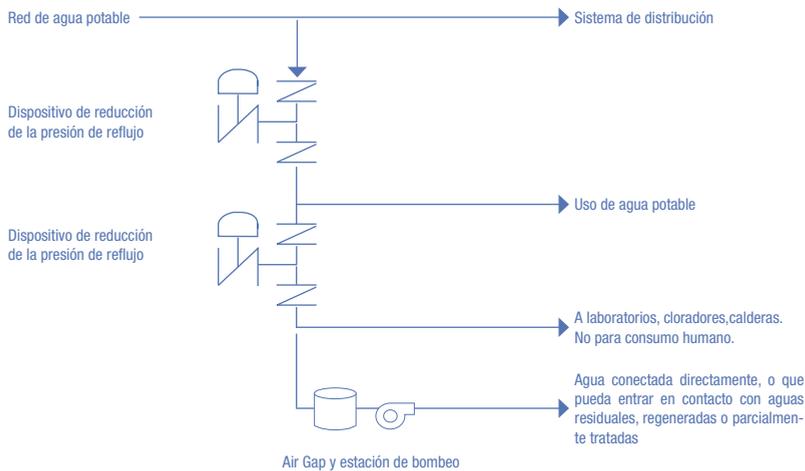


Figura 27. Sistema diseñado con dispositivos de prevención del refluo

Consideremos, además, los siguientes casos:

Caso 1. La mezcla de agua potable con agua regenerada para aumentar su calidad en el riego de ciertos cultivos.

Tal y como se observa en la Figura 28, la disposición de un Air Gap en una balsa de regadío impide que como consecuencia de un posible refluo del agua regenerada, ésta se pueda introducir en la red de agua potable contaminándola.

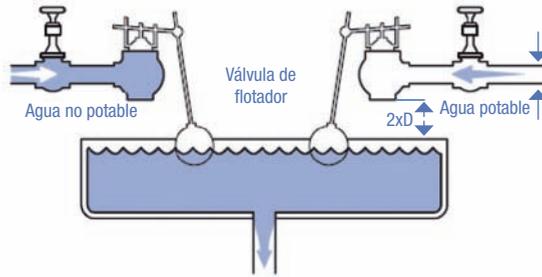


Figura 28. Ejemplo de Air Gap en balsa de regadío con doble alimentación de agua potable y agua regenerada
Fuente: Cross-Connection Control Manual (USEPA)

Caso 2. Contacto de pesticidas y/o herbicidas, con agua regenerada

Para evitar el contacto del agua regenerada con pesticidas y/o herbicidas que como consecuencia de un episodio de reflujo pudieran introducirse en la red de reutilización, habría que incluir dispositivos de seguridad como son las válvulas antirretorno.

Caso 3. La purga de tanques de almacenamiento de sustancias químicas mediante conexión a la red de aguas regeneradas.

Si durante el purgado las sustancias que existieran en el interior del tanque aumentaran su presión sobrepasando la presión del agua en la red, se generaría un retorno del flujo del agua regenerada arrastrando consigo las sustancias contaminantes que existieran dentro del tanque y pudiendo comprometer otros usos del agua regenerada en el caso de que existieran otras acometidas intermedias o hubiera conexión con la red de agua potable.

Caso 4. Vaciado de tanques a presión (como tanques de gasolina, camiones cisterna, etc.) mediante bombas de vacío con sellado de agua regenerada conectadas a la red (Figura 29).

Si hubiera una rotura de la red aguas arriba, habría una bajada de presión en las tuberías que generaría un retorno del flujo de aguas regeneradas arrastrando consigo sustancias contaminantes como productos petrolíferos, hidróxido sódico, etc. Por tanto, podría generar un riesgo de salud pública si entra en contacto con la red de agua potable o impedir otros usos del agua regenerada, en el caso de que existan acometidas intermedias.

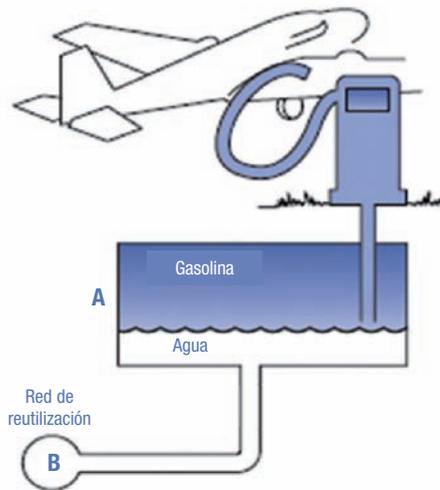


Figura 29. Riesgo de sifonamiento en el vaciado de tanques

Fuente: Cross-Connection Control Manual (USEPA)

4.3. MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES

Este apartado pretende indicar, de forma general, las actuaciones a realizar para garantizar el buen funcionamiento de la instalación, incluyendo las actuaciones para asegurar el estado de los componentes de la misma.

Comprobaciones previas de los componentes de la instalación

Las operaciones de transporte se realizarán en vehículos adecuados a las dimensiones de los componentes, garantizando su inmovilidad y colocando elementos de protección entre ellos y en sus extremos para evitar golpes. El tiempo de almacenamiento debe ser el mínimo posible y será recomendable, siempre que sea posible, su descarga en las proximidades de la zona de trabajo.

En la recepción se deberá comprobar que cumplen las condiciones técnicas y dimensionales determinadas en el proyecto. Además, se confirmará que no han sufrido ningún desperfecto durante el transporte, procediendo a la devolución de aquellos componentes defectuosos que no superen la inspección visual o no cumplan las condiciones técnicas establecidas de forma previa al suministro.

Asimismo es necesario someter al control de calidad pertinente los materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos. Los ensayos a efectuar y el control de la ejecución de los mismos deberán estar indicados en el proyecto del sistema de reutilización, si bien se recomienda efectuar los que se enumeran a continuación:

| ENSAYO | Nº DE ENSAYOS/m ³ ó ml DE ZANJA | APLICABLE | MÉTODO DE ENSAYO |
|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Límites de Atterberg | 2 | Camas de material granular. Rellenos | UNE 103.103:1994 |
| Granulometría | 2 | | UNE 103.104:1993 |
| Próctor Normal | 2 | | UNE 103.101:1995 |
| Análisis de sulfatos (tubos de hormigón) | 2 | | UNE 103.500:1994 |
| Densidad | 2/3 | Camas de material granular | UNE 103.201:1996 UNE 103.202:1995 |
| | 6 | Rellenos | UNE 103.503:1995 |
| Humedad | 6 | Rellenos | UNE 103.300:1993 |

Tabla 12.- Ensayos en materiales utilizados en camas de apoyo y rellenos de la red de reutilización

Comprobaciones de las instalaciones

En cuanto a la instalación se deberá comprobar el trazado y las secciones tipo así como la ejecución de uniones e instalación de las conducciones. Dichas comprobaciones deberán incidir en los siguientes puntos.

Para el control del trazado y secciones tipo se verificarán las alineaciones y rasantes para que estas sean conformes a lo establecido en el proyecto correspondiente. Asimismo, se efectuará la comprobación dimensional de las secciones tipo de zanjas definidas para cada tramo de la red de reutilización.

Para el control de la instalación de las conducciones y ejecución de uniones, se comprobará que la conducción está convenientemente colocada sobre el lecho de asiento, que no ha sufrido ningún desperfecto durante la manipulación y que las uniones cumplen lo especificado por las normas UNE-EN 681, para el caso de juntas elastoméricas, y UNE-EN 1.092, UNE-EN 1.514, UNE-EN 1.515, UNE-EN 1.591 y UNE-EN 12.560, para uniones con bridas, independientemente de los componentes a unir.

Durante la explotación hay que controlar periódicamente que no existen fugas o roturas a lo largo de toda la instalación y que todas las válvulas y piezas especiales funcionan correctamente.

Asimismo, se deberán realizar limpiezas periódicas de la red de captación y distribución aportando el agua necesaria. Para ello hay que disponer de una conexión con la red de abastecimiento de agua potable a la salida de la estación regeneradora y en los depósitos de cabecera, efectuando la acometida

siempre por encima del máximo nivel del mismo. Esta tarea supone un riesgo de contaminación por entrada del agua regenerada en las conducciones de la potable como consecuencia del reflujó, explicado en el apartado 4.2.7, por lo que se deberán adoptar las medidas de seguridad para evitar estos incidentes.

Finalmente, deberán ser inspeccionados regularmente todos los elementos de las instalaciones de agua regenerada, a fin de cumplir las exigencias del Real Decreto 865/03, sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

5

NORMAS DE USO DEL AGUA REGENERADA

Los usuarios de agua regenerada, ya sean operarios de las empresas gestoras de aguas regeneradas o usuarios finales de las mismas, deben respetar una serie de normas que aseguren que se está realizando un uso adecuado de la misma con total garantía para la salud pública. Por este motivo las autoridades sanitarias dedican especial atención a las normas de utilización del agua regenerada, tales como las relativas a la seguridad del público o a la propia seguridad de los usuarios. Entre estas normas están las prescripciones sobre señalización de las instalaciones que ya han sido recogidas en el apartado 4.2.3.

En este sentido, las empresas y entidades gestoras está obligadas a implantar un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales) que deberán incluir, entre otros aspectos, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgo, en los términos que reglamentariamente se establezcan. Así pues, cualquier entidad o empresa que utilice aguas regeneradas deberá garantizar dichas normas.

5.1. NORMAS PARA LA SEGURIDAD DEL PÚBLICO

Se proponen a continuación una serie de recomendaciones y normas de seguridad relativas al uso del agua regenerada encaminadas a proteger al público potencialmente expuesto a la misma. Estas normas deberán ser incluidas en los planes de prevención de riesgos laborales.

Si se trata de evitar la legionelosis, y con carácter general, se recomienda consultar la Guía Técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones del Ministerio de Sanidad y Política Social. En ella existen recomendaciones y procedimientos para evaluar el riesgo estructural, de mantenimiento y operacional para distintos usos como torres de refrigeración y condensadores evaporativos, fuentes ornamentales, riego por aspersion, sistemas contra incendios, etc.

5.1.1. Riego urbano, agrícola y de campos de golf

Las normas de este apartado se refieren al riego de cualquier extensión, es decir, riego agrícola, urbano, incluso de los campos de golf.

Los sistemas de riego localizado son los más adecuados para utilizar agua regenerada. Es oportuna la utilización de elementos de riego que disminuyan las pérdidas por evaporación, escorrentía e infiltración (por ejemplo: reguladores de presión, goteros autocompensantes, válvulas antidrenaje, sensores de lluvia, etc.)

Debe minimizarse el riesgo de encharcamiento, además hay que asegurar que la escorrentía superficial queda confinada en el propio terreno. Esto puede conseguirse con la automatización de los sistemas de riego.

En cualquier zona frecuentada por el público, los puntos de suministro de agua regenerada estarán dotados de dispositivos de cierre que eviten el libre acceso del público a la misma.

Si existen estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, además de cumplir con los requisitos de calidad previstos en el uso 4.2, la instalación deberá estar adecuadamente señalizada de modo que quede clara la prohibición de acceso al público y el uso de agua regenerada.



Si el riego es de zonas urbanas se recomienda que los responsables del mantenimiento de las zonas verdes dispongan de documentación actualizada de planos y especificaciones de las distintas tuberías existentes en la zona de utilización que faciliten una rápida localización de éstas en caso de averías, mantenimiento, etc.



Si el riego es agrícola y para usos de calidad 2.1 ó 2.2 del RD de reutilización, el riego se debe interrumpir dos semanas antes de la recolección de la cosecha. En el caso de árboles frutales la fruta no debe ser recogida del suelo. En cualquier caso deben extremarse las medidas de higiene en la recolección y en el manejo de los productos en destino.

Riego por aspersión

Si el sistema de riego empleado es por aspersión existe posibilidad de aerosolización. En este caso deben cumplirse las siguientes exigencias para evitar o minimizar el contacto de las personas con el agua.

El riego debe hacerse preferentemente de noche o cuando las instalaciones estén cerradas al público. Además, debe programarse de modo que las plantas dispongan del tiempo suficiente para secarse antes de que los usuarios tengan acceso a la zona regada.

Se deben utilizar aspersores de tipo emergente bajo el efecto de la presión que permanecen tapados a nivel del suelo cuando están fuera de servicio.

Las fuentes de agua potable deben estar protegidas de los aerosoles de agua regenerada que puedan caer directamente o por acción del viento.

Los aerosoles generados por los aspersores no deben alcanzar de forma permanente a los trabajadores, vías de comunicación asfaltadas o áreas habitadas, estableciendo si es preciso, obstáculos o pantallas que limiten la propagación. Los aspersores a utilizar deben ser de corto alcance o baja presión.

Finalmente, se deben respetar las siguientes distancias de seguridad respecto a núcleos habitados y áreas accesibles al público:

| RIESGO DE AEROSOLIZACIÓN | Distancia a áreas accesibles al público | | Distancia a núcleos habitados |
|---|---|--------------|-------------------------------|
| | 30 m | No accesible | |
| Usos | 30 m | No accesible | 150 m |
| Uso urbano de calidad 1.1 a): riego de jardines privados. | ✓ | | ✓ |
| Uso urbano de calidad 1.2. a): riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). | ✓ | | ✓ |
| Uso urbano de calidad 2.1. a): riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco. | ✓ | | ✓ |
| Uso recreativo de calidad 4.1. a): riego de campos de golf. | ✓ | | ✓ |
| Uso agrícola de calidad 2.2.a): riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. | | ✓ | ✓ |
| Uso agrícola de calidad 2.3. | | ✓ | ✓ |

Tabla 13. Distancias de seguridad del riego con aerosolización a núcleos habitados y áreas accesibles al público

5.1.2. Otros usos urbanos

Baldeo

El baldeo se debe realizar de noche.

Descarga de aparatos sanitarios

Los inodoros deben ser descargados periódicamente con algún desinfectante para evitar la formación de una biocapa. En algunos casos, puede ser necesario incluso mantener una cantidad de desinfectante residual.

En el caso de que existan elementos metálicos en la instalación habrá que usar inhibidores de la corrosión.

Lavado industrial de vehículos

En el funcionamiento de estas instalaciones hay que tomar todas las medidas que eviten la proliferación de los microorganismos en el agua regenerada. Para ello, hay que evitar prolongados periodos de paro de la instalación de lavado que facilitan el estancamiento del agua.

Asimismo, los depósitos de almacenamiento de agua regenerada no deben estar sobredimensionados y no conviene que estén en lugares donde el agua alcance temperaturas elevadas que favorezcan el desarrollo de microorganismos.

Por el contrario, si existe un sistema de elevación de la temperatura que permite que el agua supere los 60°C, se minimiza el riesgo de *Legionella* en el circuito.

5.1.3. Usos industriales

El uso más extendido en la reutilización de uso industrial es el suministro para torres de refrigeración y condensadores evaporativos. Este uso del agua regenerada es exclusivamente industrial y se debe llevar a cabo en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial.

En sistemas que se alimentan con agua regenerada, además del cumplimiento de lo establecido en el RD 865/2003 para la prevención y control de la legionelosis y de la Guía de desarrollo se deberán tomar las siguientes medidas adicionales.

Es posible que el agua regenerada contenga mayor cantidad de nutrientes, fosfato y nitrógeno, de los que son habituales en las aguas naturales. Por ello, es preciso estudiar el tratamiento óptimo que pueda asegurar la desinfección. Asimismo debe analizarse en aras de evitar corrosiones, incrustaciones, etc. En esta línea, atendiendo al origen del agua, conviene controlar los sólidos en suspensión.

Es importante controlar la biocapa mediante biodispersantes que limiten la adherencia de las bacterias sésiles a las paredes interiores de la instalación. Conviene potenciar las revisiones en los puntos donde la formación de la biocapa sea más favorable.

5.1.4. Usos ambientales

En la recarga de acuíferos se recomienda que el tiempo de retención del agua de recarga en la capa freática sea de un año antes de ser extraída.

La calidad del agua subterránea debe ser regularmente supervisada.

5.1.5. Distancias de seguridad a pozos de suministro de agua potable

En los lugares de uso habrá que prevenir que el agua regenerada se aplique a una distancia de seguridad adecuada para no afectar a pozos de suministro de agua potable, tal y como se refleja en la siguiente tabla:

| Usos | Distancias de seguridad a pozos de agua potable | | |
|---|---|------|-------|
| | 15 m | 90 m | 150 m |
| Calidad 1.1.a) Riego de jardines privados | ✓ | | |
| Calidad 1.1.b) Descarga de aparatos sanitarios | ✓ | | |
| Calidad 1.2.a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). | | ✓ | |
| Calidad 1.2.b) Baldeo de calles. | | ✓ | |
| Calidad 1.2.c) Sistemas contra incendios. | | ✓ | |
| Calidad 1.2.d) Lavado industrial de vehículos. | | ✓ | |
| Calidad 2.2.a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior | | | ✓ |
| Calidad 2.3. Riego cultivos leñosos, viveros y cultivos industriales no alimentarios | | | ✓ |
| Calidad 4.1.a) Riego de campos de golf | | ✓ | |
| Calidad 4.2.a) Estanques y masas de agua no accesibles al público (si el fondo del estanque no está sellado) | | | ✓ |

Tabla 14. Distancias de seguridad respecto a pozos de suministro de agua potable

5.2. NORMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJADORES Y USUARIOS

En principio, los trabajadores de los sistemas de reutilización de aguas deberán cumplir las mismas normas de seguridad y prevención de riesgos laborales previstas para los operarios de las estaciones de tratamiento de las aguas residuales.

El usuario del agua regenerada debe velar para que se cumpla la normativa vigente en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales en el lugar de uso del agua regenerada. Los empleados deben estar instruidos en el adecuado manejo de este recurso, haciendo hincapié en las condiciones higiénicas a man-

tener tanto durante la realización del servicio como a la finalización del mismo. Se debe vigilar para que se eviten ciertos vicios que pueden desarrollarse en este ámbito laboral. Por ejemplo, debe prohibirse circular con los pies descalzos durante el riego, baldeo, limpieza, etc. Los empleados deben cambiarse las ropas de trabajo y lavarse detenidamente antes de abandonar la zona de utilización. Debe prohibirse que se lave la ropa de protección con agua regenerada.

Los operarios deben disponer de los Equipos de Protección Individual adecuados (EPIs), como guantes, ropa y calzado específico. Para la selección y utilización del material de protección se seguirá lo especificado en la norma UNE-EN 340 (relativa a los requisitos generales para la ropa de protección). Entre otros temas se recuerda que es preciso cumplir con los requerimientos de revisión médica anual y mantener el protocolo de vacunación adecuado.

ANEXO 1

**REAL DECRETO 1620/2007
POR EL QUE SE ESTABLECE
EL RÉGIMEN JURÍDICO
DE LA REUTILIZACIÓN
DE LAS AGUAS DEPURADAS**

ANEXO II

Métodos de análisis

- Grado Brix: EN 12143 (1996). IFU n.º 8.
 Acidez total: EN 12147 (1996). IFU n.º 3.
 Fructosa: EN 1140 (1994). IFU n.º 55. EN 12630 (1999).
 IFU n.º 67.
 Glucosa: EN 1140 (1994). IFU n.º 55. EN 12630 (1999).
 IFU n.º 67.
 Sacarosa: EN 12146 (1994). IFU n.º 56. EN 12630 (1999).
 IFU n.º 67.
 Ácido cítrico: EN 1137 (1994). IFU n.º 22.
 Ácido D-isocítrico: EN 1139 (1994). IFU n.º 54.
 Densidad relativa 20/20.º: EN 1131 (1994). IFU n.º 1. IFU
 n.º 1A
 Índice de formol: EN 1133 (1994). IFU 30.
 Cenizas: EN 1135 (1994). IFU n.º 9.
 Fósforo: EN 1136 (1994). IFU n.º 50.
 Potasio: EN 1134 (1994). IFU n.º 33.
 Sorbitol: EN 12630 (1998) IFU n.º 67. IFU n.º 62.
 Ácido D-málico: EN 12138 (1997). IFU n.º 64.
 Ácido L-málico: EN 1138. IFU n.º 21.
 Ácido ascórbico: EN 14130. Vitamina C (ácido ascór-
 bico + ácido dehidroascórbico). IFU 17-A.
 Parámetros isotópicos:
 δ¹⁸ O agua: EN V 12141 (1997).
 (D/H)1 Etanol 2H-NMR: AOAC 995.17 (1999).
 δ¹³ C azúcar: EN V 12140 (1997).
 δ¹³ C etanol: J. AOAC Vol 79, n.º 1 (1996).
 δ¹³ C pulpa: EN V 13070 (2001).
 δ¹³ C ácidos: Anal. Chim. Acta 299 (1994).

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

21092 REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

La Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, contiene una modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, en la que se ha dado nueva redacción del artículo 109.1 «el Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos. El titular de la concesión o autorización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento».

Se mantiene, sin modificación, el apartado 2 del artículo 109, en el que se recoge la obligación de obtener concesión administrativa que quedará sustituida por una autorización cuando quien solicite el aprovechamiento de las aguas depuradas sea el titular de la autorización de vertido que dio lugar a la depuración de dichas aguas.

Se completa la modificación del artículo 109 con la supresión de los apartados 3, 4 y 5 del precepto.

Este profundo cambio legislativo exige adaptar los artículos del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, dedicados a la reutilización.

Este real decreto se inscribe, además, en el mandato que el artículo 19.2 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, impone a las autoridades sanitarias de participar en la elaboración y ejecución de la legislación sobre aguas, por lo que en su articulado prevé su intervención en aquellos aspectos de la reutilización de aguas no contemplados en las especificaciones técnicas y que podrían suponer un riesgo para la salud de los ciudadanos. Con el real decreto, se cumple también con el objetivo general previsto en la mencionada Ley General de Sanidad, sobre la necesaria participación de las Administraciones competentes en este ámbito mediante la vigilancia sanitaria, la promoción y la mejora de los sistemas que permiten alcanzar parámetros de calidad de aguas compatibles con la salud de la población.

Se hace preciso establecer una regulación reglamentaria más completa y detallada que posibilite las soluciones necesarias respecto de la reutilización. De este modo, se define el concepto de reutilización y se introduce la denominación de aguas regeneradas, más acorde con las posibilidades de reutilización que la norma establece y ampliamente admitida en la doctrina técnica y jurídica. Se determinan los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas, los procedimientos para obtener la concesión exigida en la ley así como disposiciones relativas a los usos admitidos y exigencias de calidad precisas en cada caso.

Finalmente, debe destacarse la incorporación de dos anexos; el anexo I recoge los criterios de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos. Estos criterios tendrán la consideración de mínimos obligatorios exigibles. Por su parte el anexo II contiene el modelo normalizado de solicitud que deben presentar quienes deseen obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas depuradas.

Este real decreto deroga, con carácter general, cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo en él dispuesto y, en particular, los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

En el procedimiento de elaboración de esta norma se ha consultado a las comunidades autónomas, a las entidades locales y al Consejo Nacional del Agua.

Debe significarse que aunque el Tribunal Constitucional ha exceptuado de regulación mediante normas reglamentarias las condiciones básicas en una determinada materia, también ha señalado que esta excepción no es absoluta, pudiendo regularse reglamentariamente aquellas materias que por su carácter técnico o coyuntural, como es el caso, hacen imposible una determinación ex lege de sus requisitos básicos.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Medio Ambiente, de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Sanidad y Consumo, con la aprobación previa de la Ministra de Administraciones Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 7 de diciembre de 2007,

D I S P O N G O :

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto.*

Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la reutilización de las aguas depuradas, de acuerdo con el artículo 109.1 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

Artículo 2. *Definiciones.*

A los efectos de este real decreto se entiende por:

a) Reutilización de las aguas: aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

b) Aguas depuradas: aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.

c) Aguas regeneradas: aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

d) Estación regeneradora de aguas: conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto.

e) Infraestructuras de almacenamiento y distribución: conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados.

f) Sistema de reutilización de las aguas: conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

g) Primer usuario: persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas.

h) Usuario del agua regenerada: persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto.

i) Punto de entrega de las aguas depuradas: lugar donde el titular de la autorización de vertido de aguas residuales entrega las aguas depuradas en las condiciones de calidad exigidas en la autorización de vertido, para su regeneración.

j) Punto de entrega de las aguas regeneradas: lugar donde el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas entrega a un usuario las aguas regeneradas, en las condiciones de calidad según su uso previstas en esta disposición.

k) Lugar de uso del agua regenerada: zona o instalación donde se utiliza el agua regenerada suministrada.

l) Autocontrol: programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas.

Artículo 3. *Régimen jurídico de la reutilización.*

1. La reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento requerirá concesión administrativa tal como establecen los artículos 59.1 y 109 del texto refundido Ley de Aguas. Será aplicable a la reutilización el régimen jurídico establecido en las secciones 1.^a «La concesión de aguas en general» y 2.^a «Cesión de derechos al uso privativo de las aguas» del capítulo III del título IV del texto refundido de la Ley de Aguas.

2. No obstante lo establecido en el apartado anterior, en el caso de que la reutilización fuese solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas residuales, se requerirá solamente una autorización administrativa.

3. En el caso de que no coincidan en una misma persona, física o jurídica, la condición de primer usuario de

las aguas y de titular de la autorización de vertido se entenderá preferente la solicitud de reutilización que hubiese presentado el titular de la autorización de vertido.

4. La misma preferencia a favor del titular de la autorización de vertido se entenderá reconocida respecto de las solicitudes de concesión de reutilización que presenten terceros que no coincidan con el primer usuario de las aguas.

CAPÍTULO II

Condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas

Artículo 4. *Usos admitidos para las aguas regeneradas.*

1. Las aguas regeneradas podrán utilizarse para los usos indicados en el anexo I.A.

2. En los supuestos de reutilización del agua para usos no contemplados en el anexo I.A, el organismo de cuenca exigirá las condiciones de calidad que se adapten al uso más semejante de los descritos en el mencionado anexo. Será necesario, en todo caso, motivar la reutilización del agua para un uso no descrito en el mismo.

3. En todos los supuestos de reutilización de aguas, el organismo de cuenca solicitará de las autoridades sanitarias un informe previo que tendrá carácter vinculante.

4. Se prohíbe la reutilización de aguas para los siguientes usos:

a) Para el consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe en las que la autoridad sanitaria especificará los niveles de calidad exigidos a dichas aguas y los usos.

b) Para los usos propios de la industria alimentaria, tal y como se determina en el artículo 2.1 b) del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, salvo lo dispuesto en el anexo I.A.3.calidad 3.1c) para el uso de aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria.

c) Para uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares.

d) Para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura.

e) Para el uso recreativo como agua de baño.

f) Para el uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, excepto lo previsto para uso industrial en el anexo I.A.3.calidad 3.2.

g) Para el uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos.

h) Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria o ambiental considere un riesgo para la salud de las personas o un perjuicio para el medio ambiente, cualquiera que sea el momento en el que se aprecie dicho riesgo o perjuicio.

Artículo 5. *Criterios de calidad.*

1. Las aguas regeneradas deben cumplir en el punto de entrega los criterios de calidad según usos establecidos en el anexo I.A. Si un agua regenerada está destinada a varios usos serán de aplicación los valores más exigentes de los usos previstos.

2. Los organismos de cuenca, en las resoluciones por las que otorguen las concesiones o autorizaciones de reutilización, podrán fijar valores para otros parámetros o contaminantes que puedan estar presentes en el agua regenerada o lo prevea la normativa sectorial de aplicación al uso previsto para la reutilización. Asimismo,

podrán fijar niveles de calidad más estrictos de forma motivada.

3. La calidad de las aguas regeneradas se considerará adecuada a las exigencias de este real decreto si el resultado del control analítico realizado de acuerdo con lo previsto en el anexo I.B cumple con los requisitos establecidos con el anexo I.C.

4. El titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas es responsable de la calidad del agua regenerada y de su control desde el momento en que las aguas depuradas entran en el sistema de reutilización hasta el punto de entrega de las aguas regeneradas.

5. El usuario del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad desde el punto de entrega del agua regenerada hasta los lugares de uso.

6. Las responsabilidades previstas en los apartados 4 y 5 se entenderán sin perjuicio de la potestad de supervisión y control de las autoridades ambientales y sanitarias.

7. La concesión de reutilización podrá ser modificada como consecuencia de las variaciones o modificaciones que se aprueben respecto de la concesión otorgada para el uso privativo del agua al primer usuario de la misma.

CAPÍTULO III

Contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas

Artículo 6. *Características de los contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas.*

1. Los titulares de la concesión de reutilización y los titulares de la autorización complementaria para reutilización de las aguas podrán suscribir contratos de cesión de derechos de uso de agua de acuerdo con lo establecido en los artículos 67 y 68 de la texto refundido de la Ley de Aguas con las siguientes particularidades:

a) El volumen anual susceptible de cesión no será superior al que figure en la concesión o autorización otorgada.

b) La Administración pública al autorizar el contrato suscrito, además de velar por el cumplimiento de los criterios previstos en el artículo 68.3 texto refundido de la Ley de Aguas., observará que se cumplen los criterios de calidad en relación a los usos a que se vayan a destinar los caudales cedidos.

2. Quienes obtienen la concesión o la autorización de reutilización podrán ceder, en los términos que establece el artículo 343 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, con carácter temporal a otro concesionario o titular de derechos de igual rango, la totalidad o parte de los derechos de uso que le correspondan, percibiendo a cambio la compensación económica que establece el artículo 345.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico. De igual modo podrán participar en las operaciones de los Centros de Intercambio de Derechos.

CAPÍTULO IV

Procedimiento para la reutilización de aguas depuradas

Artículo 7. *La reutilización de aguas a través de iniciativas o planes de las Administraciones Públicas.*

1. Con la finalidad de fomentar la reutilización del agua y el uso más eficiente de los recursos hidráulicos, las Administraciones Públicas estatal, autonómica o local, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán llevar a cabo planes y programas de reutilización de aguas. En estos planes se establecerán las infraestructuras

que permitan llevar a cabo la reutilización de los recursos hidráulicos obtenidos para su aplicación a los usos admitidos. En dichos planes se especificará el análisis económico-financiero realizado y el sistema tarifario que corresponda aplicar en cada caso. Asimismo, estos planes y programas serán objeto del procedimiento de evaluación ambiental estratégica conforme a lo establecido en la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

2. En la ejecución de los citados planes y programas, se cumplirán las exigencias establecidas en el artículo 109 del texto refundido de la Ley de Aguas, y en este real decreto respecto de la necesidad de obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas por quien vaya a realizar la actividad.

3. Si la explotación se realiza de forma temporal o permanente por alguna de las administraciones públicas, estatal, autonómica o local, la concesión o autorización de reutilización se otorgará a nombre de la misma, o de la entidad o sociedad pública a quien se haya encomendado la ejecución de las infraestructuras o su explotación, que será la responsable del cumplimiento de todas las condiciones impuestas durante los periodos de prueba y explotación.

4. Cuando la explotación de una infraestructura correspondiese a determinados usuarios, será preciso que la Administración pública correspondiente lleve a cabo la entrega de dicha infraestructura formalizando el oportuno documento en el que deberán constar todas las circunstancias en las que se produce la entrega. En particular se mencionará el hecho de que se transfiere a los usuarios, desde ese momento, la concesión o autorización de reutilización del agua y en consecuencia la responsabilidad en el cumplimiento de las condiciones impuestas. En el ámbito de la Administración General del Estado, las Sociedades Estatales de Aguas solicitarán la necesaria concesión o autorización respecto de las instalaciones de reutilización que se le hubieran encomendado en el correspondiente Convenio de Gestión Directa.

5. Cuando la explotación del sistema de reutilización del agua se realice a través de contratos de concesión de obra pública, el concesionario estará obligado a solicitar la correspondiente concesión o autorización de reutilización.

Artículo 8. *Procedimiento para obtener la concesión de reutilización.*

1. Cuando la solicitud de concesión para reutilizar aguas sea formulada por quien ya es concesionario para la primera utilización de las aguas, el procedimiento se tramitará, sin competencia de proyectos, de acuerdo con lo establecido en este artículo.

2. El expediente se iniciará por el concesionario de las aguas para la primera utilización, que a tal efecto deberá presentar su solicitud dirigida al organismo de cuenca territorialmente competente en cualquiera de los lugares designados en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, y en el modelo normalizado que figura en el anexo II, manifestando en ella su propósito de reutilizar las aguas, con indicación del uso para el que las solicita. Dicho modelo estará disponible en la página Web del Ministerio de Medio Ambiente.

3. El peticionario deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas que incluya la documentación necesaria para identificar el origen y la localización geográfica de los puntos de entrega del agua depurada y regenerada; la caracterización del agua depurada; el volumen anual solicitado; el uso al que se va a destinar; el lugar de uso del agua regenerada especificando las caracte-

terísticas de las infraestructuras previstas desde la salida del sistema de reutilización de las aguas hasta los lugares de uso; las características de calidad del agua regenerada correspondientes al uso previsto así como el autocontrol analítico propuesto como establece el anexo I; el sistema de reutilización de las aguas; los elementos de control y señalización del sistema de reutilización; las medidas para el uso eficiente del agua y las medidas de gestión del riesgo en caso de que la calidad del agua regenerada no sea conforme con los criterios establecidos en el anexo I correspondientes al uso permitido.

4. Cuando el destino de las aguas regeneradas fuese el uso agrícola se acreditará la titularidad de las tierras que se pretenden regar a favor del peticionario o, en el caso de concesiones solicitadas por comunidades de usuarios, el documento que acredite que la solicitud de concesión ha sido aprobada por la Junta General. Se presentará en todo caso una copia actualizada del plano parcelario del catastro, donde se señalará la zona a regar. Cuando las características del agua regenerada superen los valores de los parámetros e indicadores definidos en el «anexo I.A. Uso Agrícola», el organismo de cuenca recabará, de acuerdo con las instrucciones técnicas vigentes, información adicional referida a los parámetros y las características de los cultivos.

5. El organismo de cuenca examinará la documentación presentada e informará sobre la compatibilidad o incompatibilidad de la solicitud con el Plan Hidrológico de cuenca atendiendo, entre otros, a los caudales ecológicos. En el primer caso continuará la tramitación del expediente; en el segundo denegará la solicitud presentada.

Simultáneamente solicitará el informe al que se refiere el artículo 25.3 del texto refundido de la Ley de Aguas, para el que se concede el plazo de un mes, transcurrido el cual, sin que se haya emitido, continuará la tramitación del expediente en los términos previstos en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre.

6. A continuación, el organismo de cuenca elaborará una propuesta en la que se establecerán las condiciones en las que podría otorgarse la concesión para reutilizar las aguas. Este condicionado contendrá, entre otros extremos:

- a) El origen y la localización geográfica del punto de entrega del agua depurada;
- b) El volumen máximo anual en metros cúbicos y modulación establecida, caudal máximo instantáneo expresado en litros por segundo.
- c) El uso admitido.
- d) El punto de entrega y el lugar de uso del agua regenerada.
- e) Las características de calidad del agua regenerada que deben cumplir los criterios de calidad exigidos para cada uso que se establecen en el anexo I.A de este real decreto, hasta su punto de entrega a los usuarios.
- f) El sistema de reutilización de las aguas.
- g) Los elementos de control y señalización del sistema de reutilización.
- h) El programa de autocontrol de la calidad del agua regenerada que incluya los informes sobre el cumplimiento de la calidad exigida que se determinará conforme establece el anexo I.B y I.C.
- i) El plazo de vigencia de la concesión.
- j) Las medidas de gestión del riesgo en caso de calidad inadmisibles de las aguas para el uso autorizado.
- k) Cualquier otra condición que el organismo de cuenca considere oportuna en razón de las características específicas del caso y del cumplimiento de la finalidad del sistema de reutilización del agua.

7. Elaborada la propuesta de condiciones, se solicitará la conformidad expresa del peticionario que tendrá lugar en el plazo de diez días hábiles. Transcurrido este plazo, el organismo de cuenca notificará la resolución

expresa en el plazo máximo de un mes, contado desde que ha tenido constancia de la conformidad.

8. Si el solicitante no estuviera de acuerdo con las condiciones propuestas, presentará motivación justificada que podrá ser o no admitida, dando lugar a resolución expresa de la administración en el plazo de un mes.

9. De no haber respuesta, se denegará la concesión solicitada en el plazo de un mes, contado desde la notificación de la propuesta de condiciones.

Artículo 9. Procedimiento para obtener la autorización de reutilización.

1. Cuando el titular de la autorización de vertido presente una solicitud para reutilizar las aguas se le otorgará una autorización administrativa, que tendrá el carácter de complementaria a la de vertido, en la que se establecerán los requisitos y condiciones en los que podrá llevarse a cabo la reutilización del agua.

2. Si se solicita la obtención de una autorización de vertido manifestando el propósito de reutilizar las aguas residuales, la autorización de reutilización quedará sujeta al otorgamiento de la autorización de vertido.

3. Para obtener la autorización complementaria a la de vertido será preciso presentar la solicitud prevista en el anexo II con la información exigida en el artículo 8.3 y, en su caso, 8.4. Dicha solicitud se dirigirá al organismo de cuenca territorialmente competente en cualquiera de los lugares designados en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre.

4. Los sucesivos trámites serán los establecidos en los párrafos 5, 6, 7, 8 y 9 del artículo 8.

Artículo 10. Procedimiento para quien no es concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido.

Si quien formula la solicitud de concesión para reutilización es un tercero que no ostenta la condición de concesionario para la primera utilización, ni la de titular de la autorización de vertido de las aguas residuales, se seguirá el procedimiento que establece el Reglamento del Dominio Público Hidráulico para las concesiones en general, previa presentación de la solicitud para obtener la concesión de reutilización de aguas según el modelo del anexo II. La propuesta de condiciones en la que podría otorgarse la concesión para reutilizar las aguas determinará los extremos establecidos en el artículo 8.6 de este real decreto.

Artículo 11. Disposiciones comunes a la concesión y autorización de reutilización de aguas.

1. Tanto las concesiones de reutilización como las autorizaciones de reutilización serán inscritas en la Sección A) del Registro de Aguas en la forma que establece el artículo 192 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

2. El incumplimiento de las obligaciones derivadas del condicionado de la concesión o autorización de reutilización será sancionado con arreglo a lo dispuesto en el título VII del texto refundido de la Ley de Aguas.

3. El titular de la concesión o autorización de reutilización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento y responderá permanentemente de dicha adecuación.

Cuando proceda a juicio de la administración concedente, la sustitución de caudales concesionales por otros procedentes de la reutilización, la administración responderá de los gastos inherentes a la obra en los términos del

artículo 61.3 segundo párrafo del texto refundido de la Ley de Aguas.

Disposición transitoria primera. *Régimen transitorio de las reutilizaciones directas de aguas depuradas con concesión o autorización administrativa vigente.*

Las reutilizaciones directas de aguas depuradas que, a la entrada en vigor de este real decreto, cuenten con concesión o autorización administrativa deberán realizar las adaptaciones que resulten necesarias para poder cumplir las condiciones básicas de la reutilización y las obligaciones impuestas en este real decreto en el plazo de dos años contados desde su entrada en vigor.

Disposición transitoria segunda. *Régimen transitorio de los expedientes de reutilización directa de aguas depuradas, iniciados y no resueltos a la entrada en vigor de este real decreto.*

Los expedientes de reutilización directa, iniciados y no resueltos a la entrada en vigor de este real decreto, se resolverán conforme a la legislación vigente al tiempo de su solicitud, sin perjuicio de que una vez otorgada la correspondiente concesión o autorización, el titular de la misma deba realizar, en el plazo de dos años contados desde el otorgamiento de la autorización, las adaptaciones que resulten necesarias para poder cumplir las condiciones básicas de la reutilización y las obligaciones impuestas en este real decreto.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

Quedan derogados los artículos 272 y 273 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, así como cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este real decreto.

Disposición final primera. *Carácter básico.*

Este real decreto tiene el carácter de legislación básica sobre sanidad y medio ambiente y sobre contratos y concesiones administrativas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 149.1.13.^ª, 16.^ª, 23.^ª y 18.^ª de la Constitución, excepto los artículos 3.3, 8 –salvo el primer párrafo de su apartado 5 que también tiene carácter de legislación básica ambiental de conformidad con lo establecido en el artículo 149.1.23.^ª–, 9, 10 y 11.1, que serán exclusivamente de aplicación en las cuencas hidrográficas intercomunitarias, cuya gestión corresponde a la Administración General del Estado conforme al artículo 149.1.22.^ª de la Constitución.

Disposición final segunda. *Desarrollo, aplicación y adaptación del real decreto.*

Por los Ministros de Medio Ambiente, de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Sanidad y Consumo se dictarán conjunta o separadamente, según las materias de que se trate, y en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones que exija el desarrollo y aplicación de este real decreto.

Disposición final tercera. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 7 de diciembre de 2007.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno
y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ANEXO I.A: CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SUS USOS

CALIDAD REQUERIDA

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | | |
|---|--|------------------------------------|--------------------------|--------------------|---|
| | NEMATODOS INTESTINALES ¹ | ESCHERICHIA COLI | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | OTROS CRITERIOS |
| 1.- USOS URBANOS | | | | | |
| CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL ² a) Riego de jardines privados. ³ b) Descarga de aparatos sanitarios. ³ | 1 huevo/10 L | 0 (UFC ⁴ /100 mL) | 10 mg/L | 2 UNT ⁵ | OTROS CONTAMINANTES ⁶ contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas ⁷ deberá asegurarse el respeto de las NCAs. ⁸ <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) |
| CALIDAD 1.2: SERVICIOS a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). ⁹ b) Baileo de calles. ⁹ c) Sistemas contra incendios. ⁹ d) Lavado industrial de vehículos. ⁹ | 1 huevo/10 L | 200 UFC/100 mL | 20 mg/L | 10 UNT | |

¹ Considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros: *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*.

² Deben someterse a controles que aseguren el correcto mantenimiento de las instalaciones.

³ Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circulo señalado en todos sus tramos hasta el punto de uso

⁴ Unidades Formadoras de Colonias.

⁵ Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

⁶ ver el Anexo II del RD 849/1986, de 11 de abril.

⁷ ver Anexo IV del RD 907/2007, de 6 de julio.

⁸ Norma de calidad ambiental ver el artículo 2.45.5.a del RD 849/1986, de 11 de abril, modificado por el RD 606/2003 de 23 de mayo.

⁹ Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | OTROS CRITERIOS |
|--|------------------------------|---|---------------|--|
| | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | TURBIDEZ | |
| 2.- USOS AGRÍCOLAS ¹ | | | | |
| <p>CALIDAD 2.¹²</p> <p>a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.</p> | <p>1 huevo/10 L</p> | <p>100 UFC/100 mL</p> <p>Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases³ con los siguientes valores: n = 10 m = 100 UFC/100 mL M = 1.000 UFC/100 mL c = 3</p> | <p>10 UNT</p> | <p>OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido de aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 1.000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) Es obligatorio llevar a cabo la detección de patógenos Presencia/Ausencia (Salmonella, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=1.000</p> |

¹ Características del agua regenerada que requieren información adicional: Conductividad: 3.0 dS/m; Fielesión de Adsorción de Sodio (RAS): 6 meq/L; Boro: 0.5 mg/L; Arsénico: 0.1 mg/L; Berilio: 0.1 mg/L; Cadmio: 0.01 mg/L; Cobalto: 0.05 mg/L; Cromo: 0.1 mg/L; Cobre: 0.2 mg/L; Manganeso: 0.2 mg/L; Molibdeno: 0.01 mg/L; Níquel: 0.2 mg/L; Selenio : 0.02 mg/L; Vanadio: 0.1 mg/L...
Para el cálculo de RAS se utilizará la fórmula:

$$RAS (meq / L) = \frac{[Na]}{\sqrt{[Ca] + [Mg]}} \cdot 2$$

² Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

³ Siendo n: nº de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | | |
|--|------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|--|
| | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | |
| <p>CALIDAD 2.2</p> <p>a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior.</p> <p>b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne.</p> <p>c) Acuicultura.</p> | <p>1 huevo/10 L</p> | <p>1.000 UFC/100 mL</p> <p>Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases¹ con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL c = 3</p> | <p>35 mg/L</p> | <p>No se fija límite</p> | <p>OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Taenia saginata</i> y <i>Taenia solium</i>: 1 huevo/L (si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne)</p> <p>Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (<i>Salmonella</i>, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000</p> |
| <p>CALIDAD 2.3</p> <p>a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana.</p> <p>b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones.</p> <p>c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.</p> | <p>1 huevo/10 L</p> | <p>10.000 UFC/100 mL</p> | <p>35 mg/L</p> | <p>No se fija límite</p> | <p>OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L</p> |

¹ Siendo n: nº de unidades de la muestra; m: valor límite admisible para el recuento de bacterias; M: valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c: número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | | |
|---|------------------------------|---|-----------------------|-------------------|---|
| | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | OTROS CRITERIOS |
| 3.- USOS INDUSTRIALES | | | | | |
| CALIDAD 3.1 ¹ | | | | | |
| a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria. | No se fija límite | 10.000 UFC/100 mL | 35 mg/L | 15 UNT | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs <i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L |
| b) Otros usos industriales. | | 1.000 UFC/100 mL | | | |
| c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria | 1 huevo/10 L | Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL c = 3 | 35 mg/L | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (<i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000 |
| CALIDAD 3.2 | | | | | |
| a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos. | 1 huevo/10 L | Ausencia UFC/100 mL | 5 mg/L | 1 UNT | <i>Legionella spp.</i> : Ausencia UFC/L Para su autorización se requerirá: - La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. - Uso exclusivamente industrial y en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial. |

¹ Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

² Siendo n, n° de unidades de la muestra; m, valor límite admisible para el recuento de bacterias; M, valor máximo permitido para el recuento de bacterias; c, número máximo de unidades de muestra cuyo número de bacterias se sitúa entre m y M.

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | | |
|--|------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|---|
| | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | OTROS CRITERIOS |
| 4.- USOS RECREATIVOS | | | | | |
| CALIDAD 4.1 ¹ a) Riego de campos de golf. | 1 huevo/10 L | 200 UFC/100 mL | 20 mg/L | 10 UNT | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) |
| CALIDAD 4.2 a) Esplanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua. | No se fija límite | 10.000 UFC/100 mL | 35 mg/L | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. P _T : 2 mg P/L (en agua estancada) |

¹ Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que se señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

| USO DEL AGUA PREVISTO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) | | | | |
|--|--|---------------------|--------------------------|-------------------|--|
| | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | OTROS CRITERIOS |
| 5.- USOS AMBIENTALES | | | | | |
| CALIDAD 5.1 a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno. | No se fija límite | 1.000 UFC/100 mL | 35 mg/L | No se fija límite | NR_1 : 10 mg N/L NO_3 : 25 mg NO_3 /L Art. 257 a 259 del RD 849/1986 |
| CALIDAD 5.2 a) Recarga de acuíferos por inyección directa. | 1 huevo/10 L | 0 UFC/100 mL | 10 mg/L | 2 UNT | |
| CALIDAD 5.3 a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. b) Silvicultura. | No se fija límite | No se fija límite | 35 mg/L | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAAs. |
| CALIDAD 5.4 a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares). | La calidad mínima requerida se estudiará caso por caso | | | | |

¹ Nitrógeno total, suma del nitrógeno inorgánico y orgánico presente en la muestra

ANEXO I.B: FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE CADA PARÁMETRO

El control deberá realizarse a la salida de la planta de regeneración, y en todos los puntos de entrega al usuario.

La frecuencia de análisis se modificará en los siguientes supuestos:

- i. Tras 1 año de control se podrá presentar una solicitud motivada para reducir la frecuencia de análisis hasta un 50%, para aquellos parámetros que no sea probable su presencia en las aguas.
- ii. Si el número de muestras con concentración inferior al VMA del Anexo I.A es inferior al 90% de las muestras durante controles de un trimestre (o fracción, en caso de periodos de explotación inferiores), se duplicará la frecuencia de muestreo para el periodo siguiente.
- iii. Si el resultado de un control supera al menos en uno de los parámetros los rangos de desviación máxima establecidos en el Anexo I.C, la frecuencia de control del parámetro que supere los rangos de desviación se duplicará durante el resto de este período y el siguiente.

Las frecuencias mínimas de análisis se especifican en la tabla siguiente:

| USO | CALIDAD | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SS | TURBIDEZ | NT Y PT | OTROS CONTAMINANTES | OTROS CRITERIOS |
|--------------------|-----------|------------------------|------------------|---------|----------------|---------|---------------------|---|
| 1.- USO URBANO | 1.1 y 1.2 | Quincenal | 2 veces semana | Semanal | 2 veces semana | ***** | | Mensual |
| | 2.1 | Quincenal | Semanal | Semanal | Semanal | ***** | | Mensual |
| | 2.2 | Quincenal | Semanal | Semanal | ***** | ***** | | Quincenal |
| 2.- USO AGRARIO | 2.3 | Quincenal | Semanal | Semanal | ***** | ***** | | ***** |
| | 3.1 | ***** | Semanal | Semanal | Semanal | ***** | | Mensual |
| | 3.2 | Semanal | 3 veces semana | Diaria | Diaria | ***** | | El Organismo de cuencia valorará la frecuencia de análisis sobre la base de la autorización de vertido y del tratamiento de regeneración. |
| 4.- USO RECREATIVO | 4.1 | Quincenal | 2 veces semana | Semanal | 2 veces semana | ***** | | ***** |
| | 4.2 | ***** | Semanal | Semanal | ***** | Mensual | | ***** |
| | 5.1 | ***** | 2 veces semana | Semanal | ***** | Semanal | | ***** |
| 5.- USO AMBIENTAL | 5.2 | Semanal | 3 veces semana | Diaria | Diaria | Semanal | | Semanal |
| | 5.3 | ***** | ***** | Semanal | ***** | ***** | | ***** |
| | 5.4 | ***** | ***** | ***** | ***** | ***** | | Frecuencia igual al uso más similar |

ANEXO I.C: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

La calidad de las aguas regeneradas se valorará mediante el análisis de muestras tomadas sistemáticamente en todos los puntos de entrega de las mismas y con las frecuencias mínimas previstas en el Anexo I.B.

CRITERIOS DE CONFORMIDAD

La calidad de las aguas regeneradas se considerará adecuada a las exigencias de este real decreto si en los controles analíticos de un trimestre, o fracción cuando el periodo de explotación sea inferior, cumpla simultáneamente:

- i. El 90% de las muestras tendrá resultados inferiores a los VMA en todos los parámetros especificados en el Anexo I.A.
- ii. Las muestras que superen el VMA del Anexo I.A no sobrepasen los límites de desviación máxima establecidos a continuación
- iii. Para las sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las Normas de Calidad Ambiental en el punto de entrega de las aguas regeneradas según la legislación propia de aplicación

| PARÁMETRO | LIMITE DE DESVIACIÓN MÁXIMA* |
|-------------------------|------------------------------|
| Nematodos intestinales | 100% del VMA |
| <i>Escherichia coli</i> | 1 unidad logarítmica |
| <i>Legionella spp</i> | 1 unidad logarítmica |
| <i>Taenia saginata</i> | 100% del VMA |
| <i>Taenia solium</i> | 100% del VMA |
| Sólidos en suspensión | 50% del VMA |
| Turbidez | 100% del VMA |
| Nitratos | 50% del VMA |
| Nitrógeno Total | 50% del VMA |
| Fósforo Total | 50% del VMA |

*Se entiende por desviación máxima la diferencia entre el valor medido y el VMA

MEDIDAS DE GESTIÓN FRENTE A INCUMPLIMIENTOS

- 1º. Se procederá a la suspensión del suministro de agua regenerada en los casos en los que no se cumplan los criterios de conformidad i e iii anteriores.
- 2º. Si en un control se superan en un parámetro los límites de desviación máxima de la tabla anterior, se procederá a realizar un segundo control a las 24 horas. En el caso de persistir esta situación se procederá a la suspensión del suministro.
- 3º. El suministro se reanudará cuando se hayan tomado las medidas oportunas en lo relativo al tratamiento para que la incidencia no vuelva a ocurrir, y se haya constatado que el agua regenerada cumple los VMA del Anexo I.A durante cuatro controles efectuados en días sucesivos.
- 4º. En los casos de incumplimiento descritos en los apartados 1º, 2º y 3º será de aplicación la modificación de frecuencias de control prevista en el Anexo I.B.

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

Los métodos o técnicas analíticas de referencia que se proponen en este Anexo se tomarán como referencia o guía. Se podrán emplear métodos alternativos siempre que estén validados y den resultados comparables a los obtenidos por el de referencia. Para el caso del análisis de contaminantes deberán cumplir los valores de incertidumbre y límite de cuantificación especificados en la tabla correspondiente. Los análisis deberán ser realizados en laboratorios de ensayo que dispongan de un sistema de control de calidad según la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

MICROBIOLÓGICOS

| PARÁMETRO | MÉTODOS O TÉCNICAS ANALÍTICAS DE REFERENCIA |
|-------------------------|--|
| Nematodos intestinales | Método Bailinger, modificado por Bouhoum & Schwartzbrod. "Analysis of wastewater for use in agriculture". Ayres & Mara O.M.S. (1996) |
| <i>Escherichia coli</i> | Recuento de Bacterias Escherichia Coll. β -Glucuronidasa positiva |
| <i>Legionella spp</i> | Norma ISO 11731 parte 1: 1998 Calidad del Agua. Detección y enumeración de Legionella - |
| <i>Taenia saginata</i> | |
| <i>Taenia solium</i> | |

CONTAMINANTES

| PARÁMETRO | TÉCNICA DE REFERENCIA | U ¹ | LC ² |
|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------|
| Sólidos en suspensión | Gravimetría con filtro de fibra de vidrio | 30% | 5 mg/L |
| Turbidez | Nefelometría | 30% | 0,5 UNT |
| Nitritos | Espectroscopia de absorción molecular Cromatografía iónica | 30% | 10 mg NO ₂ /L |
| Nitrógeno Total | Suma de Nitrogeno Kjeldahl, nitrosos y nitritos Autoanalizador | 30% | 3 mg N/L |
| Fósforo Total | Espectroscopia de absorción molecular Espectrofotometría de plasma | 30% | 0,5 mg P/L |
| Sustancias Peligrosas | Cromatografía Espectroscopia | Metales: 30% Orgánicos: 50% | 30% de NCA |

¹ Incertidumbre máxima expandida con un factor de cobertura de 2.

² Límite de cuantificación, es decir, concentración mínima de interés que puede determinarse con el nivel de incertidumbre requerido en la tabla.

ANEXO II: SOLICITUD PARA OBTENER LA CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

| | | | |
|--|---|--|-----------|
| REGISTRO DE PRESENTACIÓN en la Administración | REGISTRO DE ENTRADA en la Confederación Hidrográfica | Nº de Expediente (a rellenar por la Administración) | SOLICITUD |
|--|---|--|-----------|

| SOLICITUD DE CONCESIÓN O DE AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----|-------------|-------------|------|----------|--------|---------|--|
| DATOS DEL SOLICITANTE | | | | | | | | | | |
| Titular | | | | | | | | | NIF/CIF | |
| Domicilio social | Calle / Plaza / | Dirección | | | Nº | Piso | Escalera | Puerta | | |
| | Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | | | |
| | Municipio | | | | Cód. Postal | | | | | |
| | Teléfono | Móvil | Fax | | | | | | | |
| Representante | Correo electrónico | | | | | | | | | |
| | Nombre | | | | | | | | | |
| | Cargo | | | | | | | | | |
| Radicación de la actividad | Calle / Plaza / | Dirección | | | Nº | Piso | Escalera | Puerta | | |
| | Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | | | |
| | Municipio | | | | Cód. Postal | | | | | |
| | Teléfono | Móvil | Fax | | | | | | | |
| Domicilio a efectos de notificación | Correo electrónico | | | | | | | | | |
| | Calle / Plaza / | Dirección | | | Nº | Piso | Escalera | Puerta | | |
| | Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | | | |
| Municipio | | | | Cód. Postal | | | | | | |
| SOLICITA | <input type="checkbox"/> CONCESIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS <input type="checkbox"/> ES CONCESIONARIO DE LA PRIMERA UTILIZACIÓN (no es titular de la autorización de vertido) <input type="checkbox"/> NO ES CONCESIONARIO DE LA PRIMERA UTILIZACIÓN (tramítase la concesión por el procedimiento general) TITULAR DE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO CUYAS AGUAS DEPURADAS SE PRETENDEN REUTILIZAR:Nº DE EXPEDIENTE DEL TITULAR <input style="width: 150px;" type="text"/> | | | | | | | | | |
| | <input type="checkbox"/> AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS <input type="checkbox"/> DISPONE DE AUTORIZACIÓN DE VERTIDO Nº DE EXPEDIENTE <input style="width: 150px;" type="text"/> <input type="checkbox"/> SOLICITA SIMULTÁNEAMENTE LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO Y DE REUTILIZACIÓN | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Titular | | <input type="checkbox"/> Representante | | | FIRMA | | | | | |
| En....., a..... de..... de 20..... | | | | | NOMBRE: | | | | | |

| DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD | |
|--|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |
| 5. | |

PROYECTO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

| INFORMACIÓN GENERAL | | | | | | | |
|---|--|----------------------|-----------|----------------------|--|---|--|
| TÍTULO DEL PROYECTO | | | | | | | |
| AUTOR DEL PROYECTO | | | | | | Fecha de redacción | |
| ¿Es complementario a un proyecto de autorización de vertido de aguas residuales que obre en poder de la Confederación Hidrográfica? | | | | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | |
| EN CASO AFIRMATIVO: TÍTULO DEL PROYECTO DE AUTORIZACIÓN DE VERTIDO | | | | | | | |
| ORIGEN DE LAS AGUAS | | | | | | | |
| Nombre de la EDAR | | | | | | | |
| Municipio | | | Provincia | | | | |
| Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | |
| Referencia catastral | | Polígono | | Parcela | | | |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA DEPURADA | | | | | | | |
| Coordenadas | | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | |
| | | | | | | Nº Hoja 1/50.000 | |
| VOLUMEN SOLICITADO | | | | | | | |
| Volumen máximo anual (m ³) | | Modulación | | | | Caudal máximo instantáneo (L/s) | |
| | | | | | | | |
| CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEPURADA | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| USO AL QUE SE VA A DESTINAR EL AGUA REGENERADA | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. USO URBANO | |
| CALIDAD 1.1 RESIDENCIAL | <input type="checkbox"/> a) Riego de jardines privados <input type="checkbox"/> b) Descarga de aparatos sanitarios |
| CALIDAD 1.2 SERVICIOS URBANOS | <input type="checkbox"/> a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). <input type="checkbox"/> b) Baldeo de calles. <input type="checkbox"/> c) Sistemas contra incendios. <input type="checkbox"/> d) Lavado industrial de vehículos. |
| <input type="checkbox"/> 2. USO AGRÍCOLA | |
| CALIDAD 2.1 | <input type="checkbox"/> a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco. |
| CALIDAD 2.2 | <input type="checkbox"/> a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. <input type="checkbox"/> b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. <input type="checkbox"/> c) Acuicultura. |
| CALIDAD 2.3 | <input type="checkbox"/> a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. <input type="checkbox"/> b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. <input type="checkbox"/> c) Riego de cultivos industriales, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas. |
| Señale la documentación que ha adjuntado a esta solicitud | |
| <input type="checkbox"/> Acreditación de la titularidad de las tierras que se pretenden regar a favor del peticionario <input type="checkbox"/> Documento que acredite que la solicitud de concesión ha sido aprobada por la Junta General (para solicitud de concesión por comunidades de usuarios) <input type="checkbox"/> Copia actualizada del plano parcelario del catastro, donde se señalará la zona regada <input type="checkbox"/> Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. ¹ | |
| <input type="checkbox"/> 3. USO INDUSTRIAL | |
| CALIDAD 3.1 | <input type="checkbox"/> a) Aguas de proceso y limpieza, excepto en la industria alimentaria. <input type="checkbox"/> b) Otros usos industriales. <input type="checkbox"/> c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria |
| CALIDAD 3.2 | <input type="checkbox"/> a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos. |
| <input type="checkbox"/> 4. USO RECREATIVO | |
| CALIDAD 4.1 | <input type="checkbox"/> a) Riego de campos de golf |
| CALIDAD 4.2 | <input type="checkbox"/> a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua |
| <input type="checkbox"/> 5. USO AMBIENTAL | |
| CALIDAD 5.1 | <input type="checkbox"/> a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno |
| CALIDAD 5.2 | <input type="checkbox"/> a) Recarga de acuíferos por inyección directa |
| CALIDAD 5.3 | <input type="checkbox"/> a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público <input type="checkbox"/> b) Silvicultura |
| CALIDAD 5.4 | <input type="checkbox"/> a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares): |

¹ Para el uso industrial en torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

| LUGAR DE USO y LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA ¹ | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|----------------------|-----------------------|-------------|------|------------------|-----------|--|--|
| USOS EN ZONAS | | | | | | | | | | |
| ZONA 1 | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Municipio | | | | | Provincia | | | | | |
| Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | | | | |
| Referencia catastral | Polígono | | | Parcela | | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| Recarga de acuíferos | Profundidad (m) | | | Unidad hidrogeológica | | | Acuífero | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| ZONA 2 | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Municipio | | | | | Provincia | | | | | |
| Lugar/Paraje/ Polígono Industrial | | | | | | | | | | |
| Referencia catastral | Polígono | | | Parcela | | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| Recarga de acuíferos | Profundidad (m) | | | Unidad hidrogeológica | | | Acuífero | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| USOS EN INSTALACIONES | | | | | | | | | | |
| INSTALACIÓN 1 | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Titular | | | | | | | NIF/CIF | | | |
| Actividad Principal | CNAE | | | | Título CNAE | | | | | |
| Radicación de la actividad | Calle / Plaza / | Dirección | | | Nº | Piso | Escalera | Puerta | | |
| | Lugar / Paraje / Polígono Industrial | | | | | | | | | |
| | Municipio | | | | Cód. Postal | | | Provincia | | |
| INSTALACIÓN 2 | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Coordenadas | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA | | | | | | | | | | |
| Titular | | | | | | | NIF/CIF | | | |
| Actividad Principal | CNAE | | | | Título CNAE | | | | | |
| Radicación de la actividad | Calle / Plaza / | Dirección | | | Nº | Piso | Escalera | Puerta | | |
| | Lugar / Paraje / Polígono Industrial | | | | | | | | | |
| | Municipio | | | | Cód. Postal | | | Provincia | | |

¹ Este formulario permite describir, como lugar de uso del agua regenerada, dos zonas y dos instalaciones. Si hay más lugares de uso, se utilizarán tantos ejemplares como sean necesarios.

| CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS REGENERADAS y CONTROL PROPUESTO | | | | | |
|--|---------------------|-------------|-------------------|--------|----|
| PARÁMETRO DE CALIDAD | CRITERIO DE CALIDAD | | CONTROL ANALÍTICO | | |
| | Valor | Unidad | Periodicidad | Método | LC |
| Nematodos intestinales | | huevo/L | | | |
| <i>Escherichia coli</i> | | UFC /100 mL | | | |
| <i>Legionella spp.</i> | | UFC/L | | | |
| <i>Taenia saginata</i> | | huevo/L | | | |
| <i>Taenia Solium</i> | | huevo/L | | | |
| Sólidos en suspensión | | mg/L | | | |
| Turbidez | | UNT | | | |
| Olor | | | | | |
| Fósforo total | | mg/L | | | |
| Nitrógeno total | | mg/L | | | |
| Nitratos | | mg/L | | | |
| Otros contaminantes ¹ | | | | | |
| Sustancias peligrosas ² | | µg/L | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| USO INDUSTRIAL EN TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS |
|---|
| BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA ESPECÍFICO DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES CONTEMPLADO EN EL REAL DECRETO 865/2003, DE 4 DE JULIO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS HIGIÉNICO-SANITARIOS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELOSIS |
| |

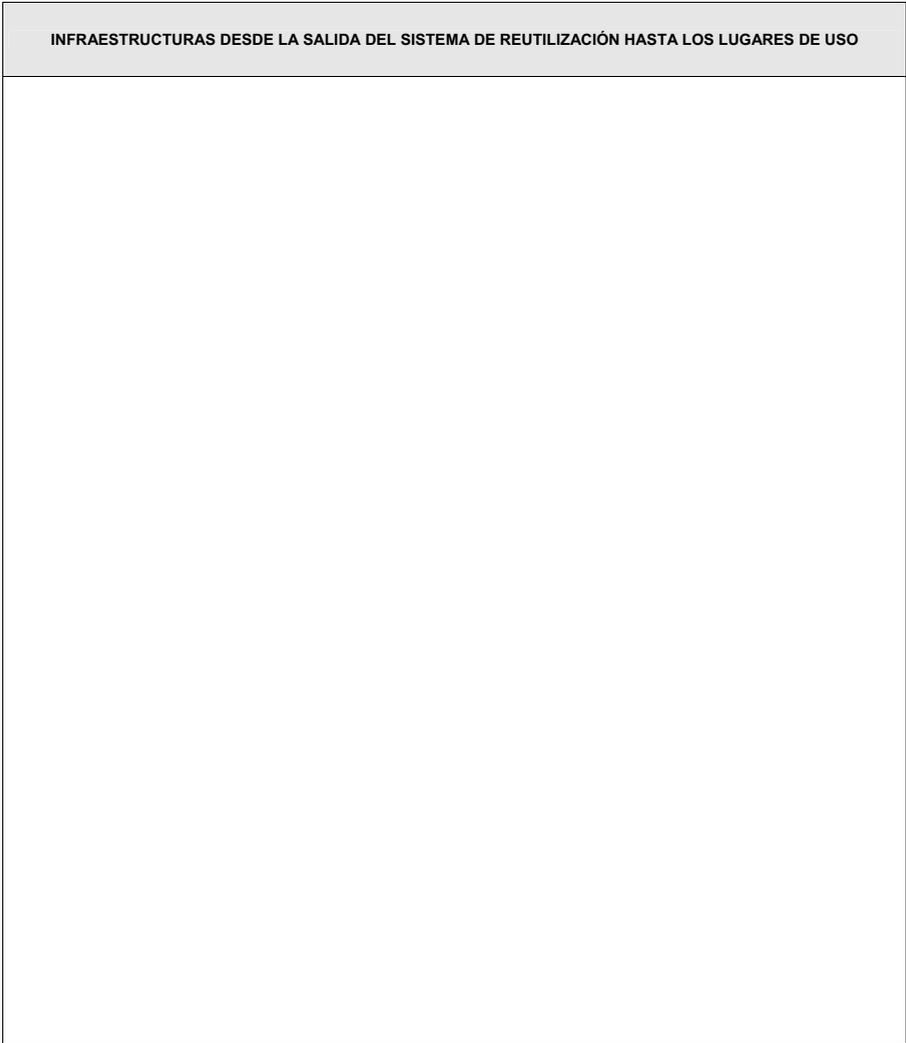
¹ Ver Anexo II del RD 849/1986, 11 de Abril

² Ver Anexo IV del RD 907/2007, 6 de Julio

| SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|---|--|---|--|---|--------------------------------|--------------------------------|--|
| ORIGEN DE LAS AGUAS DEPURADAS | | | | | | | | | | | | | |
| ¿Se someten las aguas residuales brutas a depuración en una EDAR antes de su regeneración? | | | | | | | | | | | | | |
| En caso afirmativo señale el sistema de depuración: | | | | | | | | | | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | | | |
| <input type="checkbox"/> Pretratamiento | | <input type="checkbox"/> Tratamiento primario | | <input type="checkbox"/> Tratamiento secundario | | <input type="checkbox"/> Más riguroso | | | <input type="checkbox"/> Otros | | | | |
| <input type="checkbox"/> Tanque de regulación | | <input type="checkbox"/> Decantación primaria | | <input type="checkbox"/> Fangos activados | | <input type="checkbox"/> Desinfección (cloración) | | | <input type="checkbox"/> Ozonización | | <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> Desbaste | | <input type="checkbox"/> Físico-Químico | | <input type="checkbox"/> Lechos bacterianos o biofiltros | | <input type="checkbox"/> Nitrificación/Desnitrificación | | | <input type="checkbox"/> Ultravioleta | | <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> Desarenado | | | | <input type="checkbox"/> Lagunaje | | <input type="checkbox"/> Eliminación de Fósforo | | | <input type="checkbox"/> Ultrafiltración / Ósmosis inversa | | <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> Desengrasado | | | | <input type="checkbox"/> Otros | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN REGENERADORA DE LAS AGUAS | | | | | | | | | | | | | |
| I) DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la Estación | | | | | | <input type="checkbox"/> En proyecto: <input type="checkbox"/> Existente Año de construcción:..... | | | | | | | |
| Propietario | | | | | | CIF/NIF | | | Provincia | | | | |
| Situación | | Lugar / Paraje / Polígono Industrial | | | | Municipio | | Provincia | | | | | |
| | | Coordenadas | | UTM X (6 dígitos) | | UTM Y (7 dígitos) | | Huso | | Nº Hoja 1/50.000 | | | |
| | | Polígono | | | | Parcela | | | | | | | |
| Gestor responsable de la planta | | Razón social | | | | Telf. | | Fax | | | | | |
| II) PROCESO REGENERACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Nitrificación/Desnitrificación | | | <input type="checkbox"/> Desinfección (cloración) | | | <input type="checkbox"/> Luz Ultravioleta | | | <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | |
| <input type="checkbox"/> Eliminación de Fósforo | | | <input type="checkbox"/> Ozonización | | | <input type="checkbox"/> Ultrafiltración / Ósmosis inversa | | | <input type="checkbox"/> | | | <input type="checkbox"/> | |
| Capacidad máxima de regeneración (m ³ /h) | | | | Régimen de funcionamiento | | | | <input type="checkbox"/> Continuo <input type="checkbox"/> Estacional | | | | | |
| III) DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DEL PROCESO DE REUTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN |
|--|
| DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO |
| |
| DESCRIPCIÓN O DIAGRAMA DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN |
| |
| DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL |
| |
| DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN |
| |

INFRAESTRUCTURAS DESDE LA SALIDA DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN HASTA LOS LUGARES DE USO



| MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA | |
|---|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |
| 5. | |
| 6. | |
| 7. | |
| 8. | |
| MEDIDAS DE GESTIÓN DEL RIESGO EN CASO DE CALIDAD INADMISIBLE DE LAS AGUAS PARA EL USO ADMITIDO | |
| ¿Existe un plan de actuaciones en caso calidad inadmisibile al uso? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | |
| RELACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS | |
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |
| 5. | |
| 6. | |
| 7. | |
| 8. | |
| 9. | |

RELACIÓN DEL REAL DECRETO CON LA NORMATIVA VIGENTE

El RD de reutilización está vinculado con otras disposiciones como pueden ser las relativas a depuración, planificación hidrológica, sanidad y las distintas normativas que regulan los usos posibles del agua regenerada. Este apartado es el resultado de la recopilación de estas disposiciones y la descripción del nivel de correspondencia con el RD de reutilización.

1. NORMATIVA INTERNACIONAL RELACIONADA CON LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS

En el siguiente cuadro se expone la normativa que regula la reutilización de aguas en diferentes países del área mediterránea, debido a que su situación hídrica es similar a la española y donde la necesidad de incorporar este recurso al ciclo hidrológico es mayor.

| País | Normativa | Criterios |
|----------|---|---|
| EEUU | Código de Agua de California | La reutilización de aguas se legisla a través de los estados, de los cuales 26 ya tienen normativa específica al respecto. Cabe destacar el Título 22 del Código de Agua de California donde se establecen parámetros cualitativos del agua regenerada y que es un referente a nivel mundial. |
| Chipre | Provisional Standards, 1997 | En 1997 se establecen de forma provisional unos criterios de calidad para el uso de agua regenerada en regadío. |
| Francia | Decreto 94/469 Circular DGS/SDI.D/91/nº 51 | El Decreto 94/469 de 3 de junio de 1994, es el resultado de la transposición de la Directiva 91/271/CEE de depuración de las aguas residuales. Ambos se refieren a la reutilización de aguas para usos agrícolas; siguiendo los criterios de la OMS/1989, con la adición de restricciones para técnicas de riego y la distancia mínima entre el sistema de reutilización y los usos con las áreas residenciales y las vías urbanas. |
| Israel | Regulation by Ministry of Health | El Ministerio de Sanidad regula el riego con agua regenerada para cultivos sin restricción en función de cuatro tipos de cultivo. También están incluidos los métodos de tratamiento y la distancia mínima entre el sistema de reutilización y los usos con las áreas residenciales y las vías urbanas. |
| Italia | Decreto nº 152 de 1999 Decreto nº 185 de 2003 | El Decreto nº 152 de 1999 resulta de la transposición de las directivas 91/271/CEE y 91/676/CEE. Este Decreto en el segundo párrafo del artículo 26 insta al Ministerio de Medio Ambiente a la definición de las normas técnicas de la reutilización de agua. Esas normas técnicas están recogidas en el Decreto nº 185 de 2003. Asimismo, se contempla la reutilización para regadío, usos urbanos e industriales. Se regulan las condiciones para la reutilización y se fijan los parámetros mínimos de calidad del agua regenerada para su reutilización. |
| Jordania | Jordanian technical base nº 893/2006 | Normativa técnica acerca de la reutilización de aguas en la que se contemplan 14 usos agrupados en tres grupos: regadío, recarga de acuíferos y usos urbanos. Fijan una serie de parámetros físico-químicos y microbiológicos para cada uno de los usos. |
| Malta | Guidelines applied to irrigation area supplied with treated sewage effluent Legal Notice LN71/98 forbidding the use of wastewater for the irrigation of any crop for human consumption | La legislación y documentación relativa a la reutilización de aguas en Malta se centra en el uso del agua regenerada para regadío. |

Tabla 15. Relación de normativas internacionales

2. NORMATIVA DE LA UE RELACIONADA CON LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS

Directiva 91/271/CEE

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. El Anexo I fija las condiciones de calidad de las aguas residuales urbanas y el artículo 4 regula las condiciones en las que se tiene que cumplir dicho Anexo y fija los plazos de cumplimiento para cada tipo de instalación.

Directiva 2000/60/CEE

Directiva 2000/60/CE 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.

Mediante esta Directiva, la Unión Europea organiza la gestión de las aguas superficiales, continentales, de transición, aguas costeras y subterráneas, con el fin de prevenir y reducir su contaminación, fomentar su uso sostenible, proteger el medio acuático, mejorar la situación de los ecosistemas acuáticos y paliar los efectos de las inundaciones y de las sequías.

En esta normativa se hace una única referencia a la reutilización de aguas en el Anexo VI, parte B, en la que se enumeran las medidas complementarias que cada demarcación hidrográfica puede incluir en el programa de medidas.

3. NORMATIVA NACIONAL RELACIONADA CON LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS

3.1. Normativa general de aguas

Ley de Aguas

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. En el artículo 109 establece que el Gobierno debe desarrollar las condiciones básicas de la reutilización y precisar la calidad exigible a las aguas regeneradas según los usos previstos. Asimismo, establece que el titular de la concesión debe sufragar los costes necesarios para tratar el agua y obtener el nivel de calidad exigido.

Por otra parte, establece la obligación de obtener una concesión administrativa para la reutilización de aguas regeneradas salvo que sea solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas ya depuradas, el cual necesitará solamente una autorización administrativa.

Reglamento del Dominio Público Hidráulico

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

Con el RD de reutilización se derogan los artículos 272 y 273 de dicho Reglamento, pero rige el procedimiento para solicitar las concesiones o autorizaciones, la cesión de derechos, el Registro de Aguas y el régimen sancionador.

Real Decreto 907/2007

Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

En esta norma la reutilización de aguas está incluida en los criterios para la estimación de las demandas de agua, el estudio de los sistemas de explotación, las medidas para fomentar el uso eficiente y sostenible del agua y las medidas complementarias que deban aplicarse para la consecución de objetivos medioambientales o para alcanzar una protección adicional de las aguas.

Real Decreto Ley 11/1995

Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. Esta norma es el resultado de la transposición de la Directiva 91/271/CEE.

Real Decreto 509/1996

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, modificado por el Real Decreto 2116/1998 de 2 de octubre.

3.2. Normativa sanitaria

Ley 16/1986 General de Sanidad

La ley 16/1986, de 25 de abril, General de Sanidad contempla el desarrollo de actuaciones, entre otras, para la promoción y mejora de los sistemas de eliminación y tratamiento de residuos líquidos y la propuesta o participación con otros Departamentos en la elaboración y ejecución de la legislación sobre aguas.

Este segundo punto insta a la colaboración de las autoridades sanitarias en la redacción del RD de reutilización.

Real Decreto 140/2003

Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Esta normativa establece los criterios de calidad del agua de consumo humano y las condiciones de las instalaciones para su transporte y distribución. Dichos criterios se aplican a todas aquellas aguas, que independientemente de su origen y del tratamiento de potabilización que reciban, se utilicen en la industria alimentaria o se suministren a través de redes de distribución públicas o privadas, depósitos o cisternas.

Real Decreto 865/2003

Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Esta normativa regula las disposiciones que se deben cumplir para el control de la *Legionella*. Se deberá tener en cuenta en el tratamiento de regeneración ya que ciertos usos del agua regenerada están condicionados por dichos límites.

4. NORMATIVA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS EN LAS CCAA

Antes de la aprobación del RD de reutilización, las Comunidades Autónomas de Andalucía, Cataluña e Islas Baleares publicaron diferentes normativas en las que se contemplan los parámetros de calidad mínimos para el uso de agua regenerada según los usos.

La Consejería de Salud de Andalucía publicó en 1995 los criterios para la evaluación de proyectos de reutilización basado en las directrices dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En 2003 la Agencia Catalana del Agua recogió los criterios de calidad del agua regenerada según distintos usos.

En las Islas Baleares tanto el Plan Hidrológico, publicado en 1995, como las Guías para Reutilización, recogen criterios de calidad del agua regenerada para diversos usos.

5. REUTILIZACIÓN DE AGUAS EN LOS PLANES HIDROLÓGICOS

Los Planes Hidrológicos de las Cuencas del Norte, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Júcar y Canarias contemplan la reutilización de aguas y recogen una serie de parámetros de calidad para los diferentes usos del agua regenerada. La Confederación Hidrográfica del Tajo refleja la relación más completa de todas ellas.

6. **NORMATIVA LOCAL RELACIONADA CON LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS**

Existen diversas ordenanzas municipales relativas a la reutilización de aguas regeneradas. En los Anexos III y IV del presente documento se recogen las ordenanzas mencionadas y un modelo para la redacción de futuras ordenanzas, respectivamente.

7. **COMPARACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD DEL RD CON LAS RECOMENDACIONES DE LA OMS Y LA EPA**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en 2006 la tercera edición de sus “*Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater in Agriculture and Aquaculture*”. En este documento, estructurado en 4 volúmenes, se establecen recomendaciones para la reutilización de aguas en la agricultura y acuicultura de forma que sean lo suficientemente flexibles para poder adaptarlas a las condiciones locales, sociales, económicas y ambientales.

La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA), por su parte, publicó en 2004 una edición revisada del documento “*Guidelines for Water Reuse*” publicado en 1992. Dicho documento se compone de unas directrices para la reutilización de aguas basado en múltiples experiencias realizadas en todo el mundo. Estas directrices incluyen la reutilización para usos urbanos, industriales, agrícolas, ambientales y recreativos.

A continuación se muestra una tabla en la que se comparan los criterios de calidad establecidos en el RD de reutilización con los establecidos por las anteriores recomendaciones a fin de observar el grado de similitud entre ellos.

7.1. **Usos contemplados**

| ESPAÑA Real Decreto 1620/2007 por el que se regula el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas (Diciembre 2007) | OMS WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater (2006) | USEPA Guidelines for Water Reuse (2004) |
|---|---|---|
| Existen 13 usos separados en 5 grupos : URBANOS AGRÍCOLAS INDUSTRIALES RECREATIVOS AMBIENTALES | USOS AGRÍCOLAS: Riego sin restricciones Riego con restricciones Riego localizado | Existen 6 grupos de usos: URBANOS AGRÍCOLAS INDUSTRIALES AMBIENTALES-RECREATIVOS RECARGA DE ACUÍFEROS AUMENTO DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE. |

Tabla 16. Usos contemplados en el RD de reutilización, en la OMS y en la USEPA

7.2. Criterios de calidad para la reutilización de las aguas

| Parámetro | ESPAÑA RD de reutilización | OMS Guidelines 2006 | USEPA Guidelines 2004 |
|--|---|---|---|
| Huevos de nematodos intestinales (huevos/10 L) | Usos agrícolas (2): < 1 | Riego con o sin restricciones: ≤10 reducido a ≤1 (es decir, no detectable) cuando hay niños menores de 15 años expuestos. Riego localizado: no hay recomendaciones. | No hay recomendaciones |
| | Usos urbanos (1): < 1 Usos industriales (3.1.a y 3.1.b) : no se fija límite. Usos industriales (3.1.c y 3.2): < 1 Usos recreativos (4.1): < 1 Usos recreativos (4.2) : no se fija límite. Usos ambientales (5.1 y 5.3) : no se fija límite. Usos ambientales (5.2): < 1 | No hay recomendaciones | |
| <i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL) | Usos agrícolas (2.1): <100 Usos agrícolas (2.2): <1.000 Usos agrícolas (2.3): < 10.000 | Riego sin restricciones: ≤1.000 (aumentada a ≤10.000 cuando la cosecha de raíz no haya crecido) Riego con restricciones ≤100.000 en conjunción con técnicas de control de exposición humana. Reducida a ≤10.000 cuando puedan exponerse niños menores de 15 años. Puede aumentarse a 1.000.000 cuando la agricultura local esté altamente mecanizada. Riego localizado: no hay recomendaciones | Usos agrícolas: cultivos comestibles que no se procesan industrialmente: no detectable. Usos agrícolas: cultivos comestibles que se procesan comercialmente; cultivos no comestibles: < 200 |
| | Usos urbanos (1.1): 0 Usos urbanos (1.2): < 200 Usos industriales (3.1.a y 3.1.b): <10.000 Usos industriales (3.1.c): <1.000 Usos industriales (3.2): 0 Usos recreativos (4.1): < 200 Usos recreativos (4.2): < 10.000 Usos ambientales (5.1): < 1.000 Usos ambientales (5.2): 0 Usos ambientales (5.3): no se fija límite Usos ambientales (5.4): se estudiará en cada caso | | Riego en áreas de acceso restringido, construcción; uso industrial; uso ambiental: ≤200 Usos urbanos; masas de agua recreativas; agua potable: no detectable. |

Tabla 17. Criterios de calidad según el RD de reutilización, la OMS y la USEPA

| Parámetro | ESPAÑA RD de reutilización | OMS Guidelines 2006 | USEPA Guidelines 2004 |
|---|---|------------------------|--|
| Sólidos en suspensión (mg/L) | Usos urbanos (1.1): <10 Usos urbanos (1.2): < 20 Uso agrícolas (2.1): <20 Uso agrícolas (2.2 y 2.3): <35 Usos industriales (3.1 y 3.2): <35 Usos industriales (3.3): <5 Usos recreativos (4.1): < 20 Usos recreativos (4.2): < 35 Usos ambientales (5.1 y 5.3): <35 Usos ambientales (5.2): <10 Usos ambientales (5.4): se estudiará en cada caso | No hay recomendaciones | Riego de áreas de acceso restringido; riego de cultivos que se procesan comercialmente; cultivos no comestibles; estanques de jardines; construcción; uso industrial; uso ambiental: entre 5 y 30. |
| Turbidez (UNT) | Usos urbanos (1.1): <2 Usos urbanos (1.2): <10 Usos agrícolas (2.1): <10 Usos agrícolas (2.2 y 2.3): no se fija límite Usos industriales (3.1.a y 3.1.b): <15 Usos industriales (3.1.c): no se fija límite Usos industriales (3.2): <1 Usos recreativos (4.1): <10 Usos recreativos (4.2): no se fija límite Usos ambientales (5.1 y 5.3): no se fija límite Usos ambientales (5.2): <2 | No hay recomendaciones | Uso urbano; uso agrícola (cultivos comestibles que no se procesan comercialmente); estanques recreativos; uso potable (recarga acuíferos de agua potable por inyección; aumento de superficie de suministro) ≤2 |
| <i>Legionella spp.</i> (UFC/L) | Usos urbanos (1.1 y 1.2): si hay riesgo de aerosolización: <100 Uso agrícolas (2.1): <1.000 Uso industriales (3.1): <100 Usos recreativos (4.2): <1.000 | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |
| <i>T. saginata</i> / <i>T. solium</i> (huevos/L) | Usos agrícolas (2.2): <1 | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |
| Fósforo total (mg/L) | Usos recreativos (4.2 y 4.3): 20 (en aguas estancadas) | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |
| Nitrógeno total (mg/L) | Usos ambientales (5.1 y 5.2): <10 | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |

Tabla 17. Criterios de calidad según el RD de reutilización, la OMS y la USEPA

| Parámetro | ESPAÑA RD de reutilización | OMS Guidelines 2006 | USEPA Guidelines 2004 |
|--|---|------------------------|--|
| NO ₃ (mg/L) | Usos ambientales (5.1 y 5.2): <25 | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |
| Enterovirus, <i>Giardia sp.</i> y <i>Cryptosporidium sp.</i> | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones |
| Cl ₂ residual | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones | 1 mg/l (mínimo) – No se mide para recarga de acuíferos por percolación |
| Carbono Orgánico Total (TOC) (mg/L) | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones | Reutilización para agua potable (recarga de acuíferos por inyección y aumento de superficie de suministro) ≤3 |
| Haluros Orgánicos Total (TOX) (mg/L) | No hay recomendaciones | No hay recomendaciones | Uso para agua potable (recarga de acuíferos por inyección) ≤0,2 |

Tabla 17. Criterios de calidad según el RD de reutilización, la OMS y la USEPA

ORDENANZAS MUNICIPALES RELATIVAS A LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS

1. ORDENANZA DE GESTIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA CIUDAD DE MADRID

TÍTULO I. Título preliminar

CAPÍTULO I. Objeto

CAPÍTULO II. Disposiciones de carácter general

TÍTULO II. De la gestión de la demanda

CAPÍTULO I. Planeamiento urbanístico y nuevos desarrollos urbanos

CAPÍTULO II. Medidas en usos residenciales, de oficinas y otros edificios de uso público

CAPÍTULO III. Riego de parques, jardines y zonas verdes.

CAPÍTULO IV. Medidas de ahorro de agua específicas para los sectores industrial, dotacional y de servicios.

CAPÍTULO V. Fuentes, estanques e instalaciones hidráulicas ornamentales.

CAPÍTULO VI. Baldeo de viales.

CAPÍTULO VII. Otras disposiciones.

TÍTULO III. De los vertidos líquidos a la red de saneamiento municipal

CAPÍTULO I. Clasificación de las aguas residuales

CAPÍTULO II. Aguas residuales domésticas

CAPÍTULO III. Aguas residuales industriales

CAPÍTULO IV. Tipo de vertidos industriales

CAPÍTULO V. Redes de evacuación de aguas residuales industriales

CAPÍTULO VI. Control e inspección

TITULO IV. Del sistema de saneamiento

CAPÍTULO I. Disposiciones generales

CAPÍTULO II. Red de saneamiento

CAPÍTULO III. Acometidas

CAPÍTULO IV. Supervisión e inspección

TITULO V. Recursos hídricos alternativos

CAPÍTULO I. Disposiciones generales

CAPÍTULO II. Aprovechamiento de agua regenerada

CAPÍTULO III. Agua procedente de pozos de drenaje

CAPÍTULO IV. Aguas grises y pluviales

CAPÍTULO V. Autorización

CAPÍTULO VI. Exacción por utilización de recursos hídricos alternativos

TITULO VI. Inspección, vigilancia y control

TÍTULO VII. Infracciones y sanciones

DISPOSICIONES DEROGATORIAS

DISPOSICIONES FINALES

ANEXO I. CRITERIOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA CONTROL DEL EROSIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN ZONAS EN CONSTRUCCIÓN

ANEXO II. CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN EL DISEÑO DE ZONAS VERDES

2. ORDENANZA MUNICIPAL MARCO PARA GESTIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN LANZAROTE

TÍTULO I. Título preliminar

CAPÍTULO I. Objeto

CAPÍTULO II. Disposiciones de carácter general

TÍTULO II. De la gestión de la demanda

CAPÍTULO I. Planeamiento urbanístico y nuevos desarrollos urbanos

CAPÍTULO II. Medidas en usos residenciales, de oficinas y otros edificios de uso público

CAPÍTULO III. Riego de parques, jardines y zonas verdes.

CAPÍTULO IV. Medidas de ahorro de agua específicas para los sectores industrial, dotacional y de servicios.

CAPÍTULO V. Baldeo de viales.

TÍTULO III. Recursos hídricos alternativos

CAPÍTULO I. Disposiciones generales

CAPÍTULO II. Aprovechamiento de agua regenerada

CAPÍTULO III. Aguas grises y pluviales

TÍTULO IV. Control y mantenimiento

TÍTULO V. Infracciones, sanciones y procedimiento sancionador

TÍTULO VI. Medidas de fomento

DISPOSICIÓN FINAL

ANEXO 4

MODELO DE ORDENANZA MUNICIPAL RELATIVA A LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS

TÍTULO I Título preliminar

CAPÍTULO I. Objeto

CAPÍTULO II. Disposiciones de carácter general

TÍTULO II. De la gestión de la demanda

CAPÍTULO I. Usos admitidos para las aguas regeneradas.

CAPÍTULO II. Planeamiento urbanístico y nuevos desarrollos urbanos

CAPÍTULO III. Medidas en usos residenciales, de oficinas y otros edificios de uso público: Riego y descarga de aparatos sanitarios.

CAPÍTULO IV. Medidas en servicios urbanos: Riego de zonas verdes, baldeo de calles, sistemas contra incendios y lavado industrial de vehículos.

CAPÍTULO V. Medidas en usos agrícolas: Riego de cultivos y acuicultura.

CAPÍTULO VI. Medidas en usos industriales: aguas de proceso y limpieza, torres de refrigeración y condensadores evaporíticos.

CAPÍTULO VII. Medidas en usos recreativos: Riego de campos de golf, estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales.

CAPÍTULO VIII. Medidas en usos ambientales: Recarga de acuíferos, riego de bosques, silvicultura y mantenimiento de humedales.

CAPÍTULO IX. Otras disposiciones

TÍTULO III. Recursos hídricos alternativos

CAPÍTULO I. Disposiciones generales

CAPÍTULO II. Aprovechamiento de agua regenerada

CAPÍTULO III. Aguas grises y pluviales

CAPÍTULO IV. Autorización de uso

CAPÍTULO V. Exacción por utilización de recursos hídricos alternativos

TÍTULO IV. Inspección, vigilancia y control

TÍTULO V. Infracciones y sanciones

TÍTULO VI. Medidas de fomento

DISPOSICIONES DEROGATORIAS

DISPOSICIONES FINALES

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. BIBLIOGRAFÍA

- Agence de L'eau Sienne Normandie. *"Désinfection et réutilisation des eaux usées. Critères de choix dans le contexte du littoral normand et dans une perspective de développement durable"*. Honfleur. Marzo de 2004.
- Aguas de Murcia: "Manual de normas y recomendaciones en seguridad y salud laboral". Murcia. Septiembre de 2004.
- Aqualia: *"Claves para la contribución de la reutilización para un uso sostenible del agua"*. Barcelona. Marzo de 2004.
- Aquarec. *"Water reuse system management manual"*. Comisión de Investigación de la Unión Europea. Luxemburgo. 2006.
- Asano, T; Burton, F. L.; Leverenz, H.L.; Tsuchihashi, R.; Tchonobanoglous, G. *"Water Reuse. Issues, technologies and applications"*. Metcalf & Eddy. AECOM. 2006.
- Ayres, R. A.; Mara, D.D. *"Analysis of wastewater for use in agriculture – A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques"*. Universidad de Leeds y Organización Mundial de la Salud. Génova, 1996.
- Batanero, G.; Iglesias, R; Ortega, E. *"Evaluación de las tecnologías de regeneración en función de los parámetros de calidad adoptados"*. CEDEX. Madrid. Junio de 2005.
- Blumenthal U. J.; Peasey, A.; Ruiz-Palacios G.; Mara, D. D. *"Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence"*. Londres. Junio de 2000.

- Brissaud, F. *"Wastewater reclamation and reuse in France"*. Universidad de Montpellier.
- Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior. *"Recycled Water Project Implementation Strategies Technical Memorandum"*. California. Marzo de 2004.
- California Department of Health Service. *"California Surface Water Treatment Alternative Filtration Technology Demonstration Report"*. Junio de 2001.
- Canal de Isabel II. *"Normas para redes de reutilización"*, versión 2007. Madrid. Septiembre de 2007.
- CEDEX. *"Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje"*. Madrid. Noviembre de 2006.
- CEDEX. *"Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión"*. Madrid. 2003.
- CEDEX. *"Nuevos criterios para la caracterización de las conducciones de presión"*. Madrid. 2005.
- CEDEX. *"XXVII Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras"*. Madrid. 2009.
- CEDEX: *"Informe sobre el borrador de normativa por el que se establecen las condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas"*. Madrid. Abril de 2006.
- Consortio de la Costa Brava y otros. *"Acción combinada de agentes desinfectantes en la planta de regeneración de agua de Blanes"*. Noviembre de 2006.
- Consortio de la Costa Brava y otros. *"Acción combinada de agentes desinfectantes en la planta de regeneración de agua de Castell-Platja D'Aro"*. Noviembre de 2006.
- Crook, J. *"Water reuse criteria in the United States"* Boston. 2005.
- D. W. York, L. Walter-Coleman, L. Williams and P. Menendez: *"Monitoring for protozoan pathogens in reclaimed water: Florida's requirements and experience"*. Florida. Enero de 2003.
- Danés Castro, C. *"El nuevo Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas"*. Jornada Técnica de Reutilización de Aguas Residuales Depuradas, organizadas por Tecnología del Agua y Riegos y Drenajes XXI. Zaragoza. Marzo de 2008.
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. Cátedra de Ingeniería Rural. *"Funcionamiento de las tuberías por gravedad y en impulsión"*.
- Generalitat de Catalunya. Departamento de Salud. *"Peligros sanitarios deriva-*

- dos de la aplicación al suelo de aguas residuales depuradas*". Septiembre de 1999.
- Giné, Y. "*Riego localizado con agua regenerada aplicado a jardinería y paisajismo*". Riegos Iberia Resaber.
- Hernández Muñoz, A. "*Depuración de aguas residuales*". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. 1990.
- Hernández Muñoz, A. "*Saneamiento y alcantarillado: vertidos de aguas residuales*" Madrid. 1986.
- Hernández Muñoz, A. y otros. "*Abastecimiento y distribución de agua*" Madrid. 1990.
- Hernández Muñoz, A. y otros. "*Manual de depuración Uralita*" Madrid. 1995.
- Hernández Muñoz, A. y otros. "*Manual de saneamiento Uralita*" Madrid. 2003.
- López-Vivié, A. "Aspectos jurídicos de la reutilización". Jornada Técnica de Reutilización de Aguas Residuales Depuradas, organizadas por Tecnología del Agua y Riegos y Drenajes XXI. Zaragoza. Marzo de 2008.
- Marcó, L. y otros. "*La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales*". Concepción del Uruguay. Febrero de 2004.
- Mediterranean Wastewater Reuse Working Group, European Water Initiative. "*Mediterranean Waste Water Reuse Report*". Noviembre de 2007.
- Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General del Agua. "*Manual para la gestión de vertidos. Autorización de vertido*". Madrid. 2007.
- Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General del Agua. "*Guía Técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones*". Madrid.
- Organización Mundial de la Salud y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: "*WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and Greywater*".
- Organización Mundial de la Salud. "*Guidelines for drinking-water quality*". Tercera edición. 2006.
- Protection Agency, Government of South Australian. Department of Human Services and Environmental. "*South Australian reclaimed water guidelines*". Adelaide. Abril de 1999.
- Queensland Government. Environmental Protection Agency. "*Manual for recycled water agreements in Queensland*". Queensland. Diciembre de 2005.
- Recycled Water Advisory Committee, Los Angeles County. "*Recycled Water User Manual*". Los Ángeles, 2005.

Sala, Ll. “*Criterios de gestión de la reutilización en la Costa Brava y propuestas de futuro*”. Jornadas de reutilización de aguas en el palacio de Zurbano. Madrid. Junio de 2005.

Serrano Antolín, P. “*El suelo como depuradora*”. Universidad de Alcalá de Henares.

Suárez, J.; Martínez, A.; Puertas, J. “*Manual de conducciones Uralita*”. Madrid. 2004.

United States Environmental Protection Agency: “*Cross-connection control manual*” Febrero de 2003.

United States Environmental Protection Agency: “*Guidelines for water reuse*”. Washington, Septiembre de 2004.

Washington State. Department of Ecology. “*Criteria for sewage works design*”. Washington. Octubre de 2006.

Zubiller, C.-O.; Affifi, S.A.; El-Majid Nasser, A.; Al Baz, I.; Henzler, M.P.; Mostert, C. “*Guidelines for waste water reuse in the Gaza Strip, Palestine. Part I: Legal and institutional Issues*”. Agosto de 2002.

2. **NORMATIVA**

2.1. **Normativa internacional**

Australia: “Environment Protection No. 66/1996 (Scheduled Premises And Exemptions) Regulations”, de 1996.
Health (Infectious Diseases) Regulations, de 1990.

EEUU: Título 22 del Código de Agua de California.

Israel: Normativa del Ministerio de Salud.

Jordania: Estándares de vertido No 893/2006.

2.2. **Normativa de la Unión Europea**

CEE: Directiva 91 del Consejo, de 21 de Mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Directiva 2000/60/CE 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.

Chipre: Estándares provisionales. 1997.

Francia: Artículo 24 del Decreto 94/469 de 3 de junio de 1994.

Circular DGS/SDI.D/91/nº 51

Italia: Decreto Ministerial 12 giugno 2003, n. 185 “Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152”.

Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della directiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e Della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrato provenienti da fonti agricole

Malta: Guidelines applied to irrigation area supplied with treated sewage effluent.

Legal Notice LN71/98 forbidding the use of wastewater for the irrigation of any crop for human consumption.

2.3. NORMATIVA DE ÀMBITO NACIONAL

Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.

Ley 25/88, de 29 de julio, de Carreteras.

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

Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.

Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Real Decreto 19812/94, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento general de carreteras.

Real Decreto 2387/04, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

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

Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas.

Orden de 11-V-1988, sobre características básicas que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.

Orden de 15-X-1990, por la que se modifica la orden de 11 de mayo de 1988, sobre características básicas de calidad que deben mantenerse en las corrientes superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Orden de 30-XI-1994, que modifica la Orden del MOPU de 11-V-1988, sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de aguas continentales superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable.

