

# Guía Técnica

para la gestión de las aguas residuales urbanas en pequeños núcleos mediante depuradoras compactas prefabricadas





Primera edición. Junio 2020

*Guía Técnica Española para la gestión de las aguas residuales urbanas en pequeños núcleos mediante depuradoras compactas prefabricadas*

© AQUA ESPAÑA

Reservados todos los derechos. El contenido de esta publicación no puede reproducirse, total ni parcialmente sin la autorización expresa de AQUA ESPAÑA.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DEL SECTOR DEL AGUA (AQUA ESPAÑA)

NIF: G08942583

Nº nacional en el Registro Nacional de Asociaciones: 588835

[www.aquaespana.org](http://www.aquaespana.org)

# Índice

1. Introducción	5
2. Términos y definiciones	6
3. Marco legal	7
3.1. Normativa general	7
3.2. Organización hidrográfica del estado español	8
3.3. Normativa hidrográfica del estado español	10
3.3.1. Confederaciones hidrográficas	10
3.3.2. Administraciones hidráulicas de las Comunidades Autónomas	14
3.4. Mercado CE	21
3.5. Normas UNE	22
3.5.1. UNE – EN 12566 «Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 h-e»	22
3.5.2. UNE – EN 1825 «Separadores de grasas»	23
4. Tecnologías de tratamiento de aguas residuales	24
4.1. Tecnologías de pretratamiento	24
4.1.1. Desbaste	24
4.1.2. Separadores de grasas	25
4.2. Tecnologías para el tratamiento primario	26
4.2.1. Decantadores primarios	26
4.2.2. Tanque Imhoff	26
4.2.3. Fosa Séptica	27
4.3. Tecnologías para el tratamiento secundario	28
4.3.1. Biofiltro vegetal	28
4.3.2. Filtro Percolador o Lechos Bacterianos	28
4.3.3. Depuradora de aireación prolongada en continuo	29
4.3.4. Sistema de Biomasa Fija de Lecho Móvil (MBBR)	29
4.3.5. Lechos sumergidos (SAF)	30
4.3.6. Biodiscos o Contactores Biológicos Rotativos	30
4.3.7. Reactores de aireación prolongada Secuenciales (SBR)	31
4.3.8. Reactores Biológicos de Membrana (MBR)	33
5. Características de las aguas residuales asimilables a domésticas	34
6. Dimensionado	35
7. Perfiles hidráulicos para instalaciones de menos de 50 h-e	37
8. Desarrollo de un proyecto	38
9. Criterios de instalación	39
9.1. Requisitos generales	39
9.1.1. Ventilación	39
9.2. Instalación de los equipos	40
9.3. Sistemas de infiltración	41



9.3.1. Zanja de infiltración	41
9.3.2. Lecho de infiltración poco profundo	42
9.3.3. Montículo de Infiltración	43
9.4. Check list de la puesta en marcha	44
10. Mantenimiento y control	45
10.1. Mantenimiento	45
10.2. Control	46
10.3. Principales problemas: causas y soluciones	48
11. Buenas prácticas para una correcta depuración	51
12. Referencias	52



## 1. Introducción

El objetivo de esta guía técnica es proporcionar unos criterios técnicos de referencia para la selección, instalación, control y mantenimiento de los sistemas más adecuados para el tratamiento de aguas residuales asimilables a domésticas, en función de cada caso.

La Asociación Española de Empresas del Sector del Agua – AQUA ESPAÑA decidió elaborar este documento tras tener constancia, en los últimos años, de un aumento de incidencias en los sistemas de depuración prefabricados, debido a errores en la selección, diseño y/o el mantenimiento de estos equipos. Y considerando el aumento de la demanda futura de estos equipos como soluciones sostenibles medioambientalmente.

Nuestra asociación empresarial promueve la tecnificación y la profesionalidad del sector, entendiendo que ello haría mejores profesionales, que contribuirían a tener empresas más competitivas, las cuales desarrollarían servicios y productos de vanguardia, haciendo de España un referente técnico mundial en el sector. Y también procuramos facilitar a los que deben adquirir soluciones y/o productos, indicaciones prácticas que les ayuden a optimizar su decisión.

Considerando lo anterior, esta guía se centra en los tratamientos intensivos realizados mediante equipos compactos prefabricados de responsabilidad privada.

El documento está dirigido a los profesionales del sector de las aguas residuales tales como: ingenierías, arquitecturas, consultorías medioambientales, instaladoras, constructoras, empresas de explotación y mantenimiento, así como a usuarios y/o propietarios. Y también a profesionales de la Administración Pública responsables de agua y vertidos a cauce público. Es decir, a todo aquel que tiene responsabilidad en legislar el marco de actuación, y a quienes deben seleccionar, prescribir, dimensionar y/o comprar un equipo. Porqué cuanto más informados estén todas las partes implicadas mejores soluciones habrá.

Con esta guía técnica abordamos pues la temática de referencia de una manera holística, desde los criterios necesarios para el diseño del tratamiento, hasta la instalación de los equipos y su posterior control y mantenimiento, y pensando en todos los actores implicados en este tipo de instalaciones. Y para hacerlo lo más ilustrativo y claro, hemos organizado el contenido de tal manera que, para el diseño, se tiene en cuenta el tipo de instalación (caudales y cargas contaminantes), la tecnología y los requisitos de vertido para la selección y el dimensionado de los sistemas más adecuados. En cuanto a la instalación, se indican los criterios principales que deben considerarse para la colocación de los equipos de depuración, además de la construcción de sistemas de infiltración y/o evacuación de las aguas tratadas (efluente). Finalmente, para el control y mantenimiento, se indican los aspectos necesarios para asegurar una buena calidad del efluente y la conservación de los equipos en el tiempo.

Finalmente, pero para nada menos importante, agradecemos la participación de las empresas de la Comisión Sectorial AQUA ESPAÑA de sistemas de depuración prefabricados en la elaboración de este documento, así como el resto de los profesionales que han colaborado en ella, revisándola y aportando sugerencias. Y animamos al lector a divulgar la guía para extender el conocimiento contrastado entre todos los interesados en este sector.



## 2. Términos y definiciones

**Aguas residuales domésticas:** las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

**Habitante equivalente (h-e)<sup>1</sup>:** unidad de dimensionamiento correspondiente a una carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de 5 días ( $DBO_5$ ) de 60 g de oxígeno por día.

**$DBO_5$ :** Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días. Parámetro de contaminación orgánica basado en la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. (expresado en mg/l).

**DQO:** Demanda química de oxígeno. Parámetro que mide la cantidad de materias susceptibles de ser **oxidadas** por medios químicos. (expresado en mg/l).

**SS:** Sólidos en suspensión. Este parámetro indica la concentración de sólidos que pueden ser separados por medios mecánicos (expresado en mg/l).

**Vertido directo:** Se considera la emisión directa de contaminantes a las aguas continentales o a cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico, así como la descarga de contaminantes en el agua subterránea mediante inyección sin percolación a través del suelo o del subsuelo.

**Vertido indirecto:** Son los vertidos realizados en aguas superficiales o en cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico mediante filtración o infiltración a través del suelo o del subsuelo (vertido al terreno).

**Afluente:** aguas residuales que acceden a un tratamiento de depuración.

**Efluente:** aguas vertidas tras ser tratadas por un sistema de depuración.

**Sistema de filtración en el terreno:** tratamiento secundario de las aguas residuales [1].

**Sistema de infiltración en el terreno:** percolación del efluente alrededor del punto de descarga [2].

**Demarcación hidrográfica:** zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas.

**Organismos de cuenca:** entidades que disponen de autonomía para regir y administrar las cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma (cuencas intercomunitarias), también denominados Confederaciones Hidrográficas.



<sup>1</sup> h-e. Referencia utilizada por el RD 509/1996.

## 3. Marco legal

### 3.1. Normativa general

La gestión de las aguas residuales urbanas en la Unión Europea viene determinada por la *Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas*. Y la legislación española actual para gestionar las aguas interiores y costeras del Estado español tiene como referencia esta directiva.

En este apartado se detalla y describe la legislación relativa a la gestión de las aguas residuales, vigente en el momento de publicar esta guía.

#### Directiva 91/271/CEE

La Directiva 91/271/CEE [3] establece las normas a seguir relacionadas con la recogida, el tratamiento y el vertido de aguas residuales. En la Directiva se define como aglomeración urbana: «*la zona cuya población y/o actividades económicas presenten concentración suficiente para la recogida y conducción de las aguas residuales urbanas en una instalación de tratamiento de dichas aguas o a un punto de vertido final*».

La Directiva para todas las aglomeraciones de más de 2.000 habitantes equivalentes (en adelante h-e), establece que cada organismo competente debe realizar un seguimiento del cumplimiento de la normativa establecida por la Directiva. No obstante, la Directiva establece que los vertidos procedentes de pequeñas aglomeraciones de hasta 2.000 h-e deben someterse a un «*tratamiento adecuado*», el cual se define como: «*El tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes Directivas comunitarias*» [3]. Este tratamiento adecuado no especifica unos parámetros límites de emisión. Sin embargo, muchas entidades reguladoras del Estado español están optando por regular de una forma directa el vertido y el tratamiento de las pequeñas aglomeraciones urbanas de menos de 2000 h-e.

#### Ley de Aguas

La Ley de Aguas [4], aprobada en el año 1985, tiene como objetivo fundamental establecer las normas básicas para proteger las aguas continentales, costeras y de transición, con la obligación también de establecer la planificación hidráulica a la que deberá someterse toda actuación que se realice sobre el Dominio Público Hidráulico. Esta ley está complementada por el Real Decreto 849/1986 por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas y El Reglamento del Dominio Público Hidráulico [5].

#### Reglamento del Dominio Público Hidráulico

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico [5] tiene la función de definir los cauces naturales con criterios hidrográficos, morfológicos y ecológicos. Por otra parte, tiene como objetivo definir la protección del dominio público hidráulico y prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos.

#### Real Decreto 509/1996

El RD 509/1996 [6] establece las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, transponiendo e incorporando la normativa y el ordenamiento jurídico de la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas [3]. Este Real Decreto obliga que determinadas aglomeraciones urbanas deben disponer de un sistema colector para recoger y conducir las aguas residuales y aplicar un tratamiento antes de ser vertidos, fijando unos requisitos técnicos que deberán cumplir los sistemas colectores y las instalaciones de tratamiento, transponiendo también los requisitos y parámetros límites que deberán cumplir los vertidos que procedan de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas (Tabla 1 y Tabla 2).



**Tabla 1:** Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas dispuestos en Real Decreto 509/1996. Se aplica el valor de concentración o el porcentaje de reducción [6]

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de la reducción
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 a 20 °C) sin nitrificación	25 mg/l O <sub>2</sub>	70-90 %
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/l O <sub>2</sub>	75 %
Sólidos en suspensión totales	35 mg/l (más de 10.000 h-e) 60 mg/l (de 2.000 a 10.000 h-e)	90% (más de 10.000 h-e) 70% (de 2.000 a 10.000 h-e)



**Tabla 2:** Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo. Se aplica el valor de concentración o el porcentaje de reducción [6]

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de la reducción
Fósforo total	2 mg/l (de 10.000 a 100.000 h-e) 1 mg/l (más de 100.000 h-e)	80 %
Nitrógeno total	15 mg/l (de 10.000 a 100.000 h-e) 10 mg/l (más de 100.000 h-e)	70 – 80 %

Igual que la Directiva 91/271/CEE, el RD 509/1996 no determina límites objetivos para el tratamiento adecuado en aglomeraciones urbanas de menos de 2.000 h-e. Sin embargo, actualmente muchos Planes Hidrológicos de las Cuencas hidrográficas del Estado español, ya establecen unos límites para los vertidos procedentes de este tipo de aglomeraciones.

### 3.2. Organización hidrográfica del estado español

Actualmente, el Estado español está dividido en 25 demarcaciones hidrográficas, de las cuales prácticamente todas tienen aprobado su Plan Hidrológico para el segundo ciclo (2015 – 2021), como se establece en la Directiva Marco del Agua, los cuales deberán ser revisados y aprobados para el tercer ciclo de la Planificación Hidrográfica (2021 – 2027).

El ámbito territorial de cada demarcación hidrográfica está fijado por el Real Decreto 125/2007, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas la cual distingue entre cuencas intercomunitarias o intracomunitarias [7]. La competencia sobre las demarcaciones intercomunitarias, recae sobre la Administración Central (Organismos de Cuenca) mientras que en las demarcaciones intracomunitarias, la competencia recae sobre las Comunidades Autónomas (Administraciones hidráulicas de las Comunidades Autónomas) (Figura 1 y Tabla 3).



Figura 1: Demarcaciones hidrográficas españolas [8].

Tabla 3: Demarcaciones Hidrográficas en relación con su Organismo Competente

Demarcaciones Hidrográficas (DH)	Tipo de cuenca (intercomunitaria o intracomunitaria)	Organismo Competente (Administración hidráulica de las Comunidades Autónomas u Organismo de cuenca)
DH del Júcar	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Júcar
DH del Cantábrico Oriental	Intercomunitaria y Intracomunitaria	Confederación Hidrográfica del Cantábrico Oriental y la Agencia Vasca del Agua (URA)*
DH del Cantábrico Occidental	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Cantábrico Occidental
DH del Miño – Sil	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Miño-Sil
DH del Duero	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Duero
DH del Tago	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Tago
DH del Guadalquivir	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
DH de Ceuta	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
DH de Melilla	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
DH del Guadiana	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Guadiana
DH del Segura	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Segura
DH del Ebro	Intercomunitaria	Confederación Hidrográfica del Ebro
DH de Galicia – Costa	Intracomunitaria	Augas de Galicia
DH de las cuencas mediterráneas andaluzas	Intracomunitaria	Consejo Andaluz del Agua
DH del Guadalete y Barbate	Intracomunitaria	Consejo Andaluz del Agua
DH del Tinto, Odiel y Piedras	Intracomunitaria	Consejo Andaluz del Agua
DH de las cuencas internas de Cataluña	Intracomunitaria	Agencia Catalana del Agua
DH de las Islas Baleares	Intracomunitaria	Dirección General de Recursos Hídricos del Gobierno de las Islas Baleares



Demarcaciones Hidrográficas (DH)	Tipo de cuenca (intercomunitaria o intracomunitaria)	Organismo Competente (Administración hidráulica de las Comunidades Autónomas u Organismo de cuenca)
DH de El Hierro	Intracomunitaria	Consejo Insular del Hierro
DH de Fuerteventura	Intracomunitaria	Consejo Insular de Fuerteventura
DH de Gran Canaria	Intracomunitaria	Consejo Insular de Gran Canaria
DH de La Gomera	Intracomunitaria	Consejo Insular de La Gomera
DH de Lanzarote	Intracomunitaria	Consejo Insular de Lanzarote
DH de La Palma	Intracomunitaria	Consejo Insular de La Palma
DH de Tenerife	Intracomunitaria	Consejo Insular de Tenerife

\* la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental integra varias cuencas intracomunitarias del País Vasco, en las cuales la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y la Agencia Vasca del Agua (URA) trabajan conjuntamente en la redacción de los Planes Hidrológicos.

### 3.3. Normativa hidrográfica del estado español

#### 3.3.1. Confederaciones hidrográficas

##### Confederación Hidrográfica del Júcar

El Plan Hidrológico de la DH del Júcar (2015-2021) [9], establece que las aguas residuales urbanas o asimilables inferiores a 10.000 m<sup>3</sup>/año o 250 h-e deberán cumplir los parámetros y el porcentaje de reducción mínimo establecidos en la Tabla 4.

Tabla 4: Parámetros establecidos para núcleos menores de 2.000 habitantes equivalentes [9]

Parámetro	Valor límite de emisión (mg/l)	Valor límite de emisión (% reducción)
DBO <sub>5</sub>	25	60%
DQO	125	60%
Sólidos en suspensión	60	60%

##### Confederación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

El Plan Hidrológico de la DH del Cantábrico Oriental (2015 – 2021) se redactó y aprobó conjuntamente entre la Confederación Hidrográfica del Cantábrico Oriental y la Agencia Vasca del Agua (URA), esta última tiene la competencia sobre las Cuencas Internas de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

El Plan contempla las cuencas intracomunitarias e intercomunitarias, aunque la competencia recae sobre los distintos organismos. Actualmente, el Plan Hidrológico de la DH del Cantábrico Oriental [9] no establece unos parámetros y valores determinados para núcleos menores de 2.000 h-e, pero sí que establece que deberán cumplir unos valores de referencia aguas abajo de los puntos de vertido para el cumplimiento de los objetivos medioambientales. También se destaca que los parámetros dependerán tanto del medio receptor como de la tipología de las aguas a verter, cumpliendo siempre la ley de referencia (Tabla 1 y Tabla 2). Para las urbanizaciones aisladas o polígonos industriales se considerará como opción preferente las redes de saneamiento público de los vertidos, en vez de la depuración individual con vertido al dominio público hidráulico.

##### Confederación Hidrográfica del Cantábrico Occidental

El Plan Hidrológico de la DH del Cantábrico Occidental (2015 – 2021) [9] establece de forma general que los pequeños núcleos de población podrán utilizar como referencia en el diseño de las instalaciones de depuración los criterios referenciados en la Tabla 5, pu-

diéndose establecer condiciones más rigurosas en cuanto al cumplimiento de los objetivos medioambientales, si así se requiere. En las autorizaciones de vertido para las instalaciones definidas en la Tabla 5, éstas deberán cumplir los valores límite de emisión, de acuerdo al tipo de depuración y los rendimientos mínimos de reducción de la contaminación.

Tabla 5: Criterios de diseño de instalaciones de depuración en pequeños núcleos [9]



Habitantes equivalentes*	Tipo de depuración (o procesos de rendimiento equivalente)	Rendimiento mínimos de reducción de la contaminación	
< 25	Fosa séptica o pozo de decantación-digestión con evacuación preferentemente mediante filtración a través del terreno	SS: 60 % DBO <sub>5</sub> : 35 % DQO: 35 % Amonio: 50 %	Los vertidos estarán exentos de sólidos gruesos y de flotantes
25 – 250	Fosa séptica o pozo de decantación-digestión más filtro biológico percolador	SS: 80 % DBO <sub>5</sub> : 75 % DQO: 70 % Amonio: 60 %	
250 – 2.000	Oxidación total (biodiscos, fangos activos en aireación prolongada o procesos de rendimiento similar)	SS: 85 % DBO <sub>5</sub> : 90 % DQO: 80 % Amonio: 75 % Nitrógeno total: 55 %	
250 – 2.000, con vertido a zona sensible	Instalaciones complementarias para la reducción de nutrientes	SS: 85 % DBO <sub>5</sub> : 90 % DQO: 80 % Amonio: 85% Nitrógeno total: 70% Fósforo total: 80%	

\* Viviendas, servicios higiénicos de empresas, pequeños núcleos aislados menores de 2.000 h-e

### Confederación Hidrográfica de Miño – Sil

El Plan Hidrológico de la DH del Miño – Sil (2015 – 2021) [9] no establece límites para núcleos menores de 2.000 h-e, por lo tanto se deberán cumplir los valores establecidos por la ley de referencia, Tabla 1 y Tabla 2, teniendo en cuenta el medio receptor como la tipología de aguas a verter.

### Confederación Hidrográfica del Duero

El organismo competente de la Cuenca hidrográfica del Duero está desarrollando un proyecto piloto denominado «Tratamientos singulares de carácter experimental de vertidos en pequeñas poblaciones de la cuenca del Duero» que tiene como objetivo establecer tecnologías de depuración que sean apropiadas tanto desde el punto de vista tecnológico como económico para las poblaciones con menos de 2.000 h-e. La Confederación también ha desarrollado:

- *Guía práctica para la Depuración de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*
- *Manual sobre Depuración en Pequeños Municipios en la Provincia de Palencia*

Actualmente, en el Plan Hidrológico de la DH del Duero (2015 – 2021) [9], no se establecen parámetros límite para poblaciones con menos de 2.000 h-e. Se destaca que éstos dependerán tanto del medio receptor como de la tipología de las aguas a verter, cumpliendo siempre la ley de referencia (Tabla 1 y Tabla 2).

### Confederación Hidrográfica del Tajo

La Confederación Hidrográfica del Tajo en su Plan Hidrológico de la DH del Tajo [9], no establece una legislación específica para el tratamiento de las aguas residuales en núcleos de menos de 2.000 h-e, por tanto se deberá cumplir la ley de referencia (Tabla 1 y Tabla 2).

En esta Confederación no se autorizan vertidos individuales al dominio público hidráulico cuando los mismos pueden formar parte de una comunidad o aglomeración urbana.

### Confederación Hidrográfica de Guadiana

El Plan Hidrológico de la DH del Guadiana [9], no establece parámetros fijos para la autorización de vertidos en los núcleos aislados o poblaciones de menos de 2.000 h-e. Los valores que fija la Confederación pueden variar en función del volumen que se quiera verter, la procedencia y la masa receptora del vertido, siempre cumpliendo con los parámetros establecidos en la ley de refer (Tabla 1 y Tabla 2).

### Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

La Confederación Hidrográfica de la DH del Guadalquivir no solo administra la cuenca del Guadalquivir, sino también las cuencas de Ceuta y Melilla, y como consecuencia se aplica la misma ley para las tres confederaciones.

Para el tratamiento de núcleos aislados o poblaciones de menos de 2.000 h-e, los Planes Hidrológicos [9] no establecen una normativa sobre vertidos y tratamientos específicos. Los valores límites son los establecidos por la ley de referencia, para todo tipo de aguas residuales urbanas, ya provengan de grandes o pequeñas poblaciones (Tabla 1 y Tabla 2).

En el Plan Hidrológico de estas confederaciones sí que establece que, para los núcleos aislados de población, el conjunto de edificaciones que lo integra deberán contar con un sistema colectivo para evacuar y tratar los vertidos generados, sin permitir el tratamiento o eliminación individualizada [9].

### Confederación Hidrográfica del Segura

El Plan Hidrológico de la DH del Segura [9] establece que los vertidos de naturaleza urbana o asimilables a esta procedentes de edificaciones aisladas o de poblaciones inferiores a 50 h-e, sin posibilidad de formar parte de una aglomeración urbana deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- Si el vertido se realiza con un sistema de depuración no prefabricado, este deberá alcanzar al menos, el rendimiento exigido de los sistemas prefabricados. El rendimiento debe justificarse mediante el proyecto o memoria técnica (suscrito por el técnico competente) de las obras y de las instalaciones de depuración.
- Los vertidos que se hayan tratado con un sistema prefabricado deberán justificar este sistema con lo dispuesto en el Real Decreto 1630/1992 [10].
- Se establecerán criterios técnicos exigibles a los sistemas prefabricados, en función de la vulnerabilidad del medio receptor, especificando la norma UNE que deberán cumplir estos equipos prefabricados en cada caso, rendimientos de eliminación de contaminantes y las capacidades mínimas.

Para sistemas prefabricados de menos de 50 h-e, se exigirá que las pequeñas instalaciones de depuración sean conformes con la norma UNE-EN 12566 con las especificaciones indicadas en la Tabla 6.



Tabla 6: Requisitos para sistemas prefabricados de 0 a 50 habitantes equivalentes [11]

Destino de las Aguas depuradas	Parte de la norma exigible	Rendimientos mínimos <sup>2</sup>	Mínimos habitantes a considerar
Masa de agua subterránea de vulnerabilidad intrínseca elevada <sup>3</sup>	UNE-EN 12566-3 Plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino	DBO <sub>5</sub> : 70% DQO: 75% SS: 90% (calculados conforme Anexo B de la norma UNE-EN 12566-3:2006)	5
Cauces superficiales			
Resto de casos	UNE-EN 12566-1 Fosas sépticas prefabricadas	Eficacia hidráulica >90% (calculada conforme Anexo B de la norma UNE-EN 12566-1:2000)	



Para sistemas prefabricados de 51 a 250 habitantes equivalentes se les exigirá a las depuradoras que estén conformes con los requisitos puestos en la Tabla 7.

Tabla 7: Requisitos que deben de cumplir los sistemas prefabricados de 51 a 250 habitantes equivalentes [11]

Destino de las aguas depuradas	Tipo de tratamiento depurador	Rendimientos mínimos <sup>2</sup>
Masa de agua subterránea de vulnerabilidad intrínseca elevada	Plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino tipo oxidación total	DBO <sub>5</sub> : 70% DQO: 75% SS: 90%
Cauces superficiales		
Resto de casos	Fosas sépticas prefabricadas y/o montadas en su destino tipo fosa-filtro	DBO <sub>5</sub> : 70% DQO: 75% SS: 90%

### Confederación Hidrográfica del Ebro

El Plan Hidrológico de la DH del Ebro [9] establece unos criterios, con carácter general, en el diseño de las instalaciones de depuración de pequeños núcleos de población menores de 1.000 h-e (Tabla 8). Estos criterios se utilizarán sin perjuicio que a posteriori se establezcan condiciones de vertido más rigurosas, cuando deban cumplirse objetivos medioambientales y/o cuando se trate de zonas sensibles.

Tabla 8: Criterios de diseño de instalaciones de depuración en pequeños núcleos [9]

Habitantes equivalentes	Rendimientos de reducción de la contaminación
<25	SS: 50% DBO <sub>5</sub> : 25% Amonio: 40%
25 - 250	SS: 70% DBO <sub>5</sub> : 55% Amonio: 50%
250 - 1.000	SS: 85% DBO <sub>5</sub> : 90% DQO: 70% Amonio: 70%

<sup>2</sup> Los rendimientos son de carácter orientativo. La Confederación Hidrográfica del Segura podrá exigir niveles diferentes en antelación a las circunstancias específicas del medio receptor [11].

<sup>3</sup> La información sobre la vulnerabilidad intrínseca puede ser consultada en el enlace: [https://www.chsegura.es/chs/servicios/informacionpublica/soli\\_vertidos/](https://www.chsegura.es/chs/servicios/informacionpublica/soli_vertidos/) de la Confederación Hidrográfica del Segura.

### 3.3.2. Administraciones hidráulicas de las Comunidades Autónomas

#### Augas de Galicia

La Administración hidráulica de Galicia (Augas de Galicia) [12] ha desarrollado unas directrices específicas para el saneamiento de las aguas residuales en aglomeraciones pequeñas, estableciendo unos límites u objetivos de vertidos para poblaciones de menos de 2.000 h-e.

Estos objetivos se presentan conjuntamente con el tratamiento adecuado para poder alcanzar estos límites (Tabla 9). Cabe destacar que, a la fecha de la redacción de esta guía, dichos criterios actualmente no están aprobados oficialmente; si bien sí están publicados en la web de Augas de Galicia y son usados como valores de referencia, pero no están en el Plan Hidrológico de Galicia – Costa (2015 – 2021) [12].



Tabla 9: Objetivos de vertido (OV) y tratamiento adecuado para EDAR de aglomeraciones menores de 2.000 h-e [12]

	OV 1	OV 2	OV 3	OV 4	OV 5	OV 6
	Tratamiento primario	Tratamiento secundario de menor rendimiento	Tratamiento secundario convencional	Tratamiento secundario con nitrificación parcial	Tratamiento secundario con nitrificación y desmitificación	Tratamientos avanzados para reducir el nitrógeno y el fósforo
DBO <sub>5</sub>	Rendimiento ≥ 30 %	≤ 40 mg/L	Rendimiento > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rendimiento > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rendimiento > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rendimiento > 70-90 % ≤ 25 mg/L
DQO		≤ 160 mg/L	Rendimiento > 75 % ≤ 125 mg/L	Rendimiento > 75 % ≤ 125 mg/L	Rendimiento > 75 % ≤ 125 mg/L	Rendimiento > 75 % ≤ 125 mg/L
SS	Rendimiento ≥ 50 %	≤ 80 mg/L	Rendimiento > 90 % ≤ 35 mg/L	Rendimiento > 90 % ≤ 35 mg/L	Rendimiento > 90 % ≤ 35 mg/L	Rendimiento > 90 % ≤ 35 mg/L
N <sub>total</sub>					Rendimiento > 70-80 % < 15 mg/L	Rendimiento > 70-80 % < 15 mg/L zonas sensibles
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>				< 15 mg/L		
P <sub>total</sub>						Rendimiento > 80 % < 2 mg/L zonas sensibles
CT			Sistema de desinfección necesario en función del medio receptor Rendimiento ≥ 99,99 % Si el vertido afecta a zonas con objetivos en control de indicadores bacteriológicos			
CF						
ACEITES GRASAS	25 mg/L					
DETER- GENTES	3 mg/L					

Por otro lado, el OV y el tratamiento adecuado correspondiente dependerá de la calidad exigida en la masa de agua de vertido y del tamaño relativo de la población (ratio h-e/caudal diluido) (Tabla 10).

Tabla 10: Objetivos de vertido en función de h-e y características del medio receptor para aglomeraciones menores de 2.000 h-e en aguas continentales [12]

Población (h-e)	CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES					
	Río sin factores ambientales o usos singulares afectados	Río con riqueza piscícola	Río con zonas de baño	Espacio natural protegido	Río con captación	Zona sensible declarada, embalse y zona vulnerable
50-250	OV 2	OV 2	OV 3	OV 3	OV 3	OV 3
250-500	OV 2	OV 3	OV 3	OV 3	OV 4	OV 5 u OV 6
500-750	OV 2	OV 4	OV 3 + desinf.	OV 3	OV 5	OV 5 u OV 6
750-1.000	OV 3	OV 4	OV 3 + desinf.	OV 3	OV 5	OV 5 u OV 6
1.000-2.000	OV 3	OV 4	OV 3 + desinf.	OV 3	OV 5	OV 5 u OV 6(*)

\* Para EDAR comprendidas en el rango de 1.000-2.000 h-e se limitará la concentración de fósforo a < 2 mg/L



### Consejo Andaluz del Agua

La Junta de Andalucía actualmente tiene aprobado el Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (2015 – 2021) con los planes específicos para cada cuenca, Guadalete y Barbate, Tinto, Odiel y Piedras [13].

El Decreto 109/2015, por el que se aprueba el reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo Terrestre de Andalucía, define que para aglomeraciones urbanas que cuenten con menos de 2.000 h-e deben cumplir como requisito el valor superior resultante de aplicar el porcentaje mínimo de reducción que se establece en la ley de referencia (Tabla 11) sin perjuicio del resto de limitaciones que se puedan imponer en su efluente, debido a la incidencia que pueda tener sobre el medio receptor, y sin pasar los límites establecidos por dicha Ley.

Tabla 11: Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas [13]

Parámetros	% mínimo de reducción
DBO <sub>5</sub>	70 - 90
DQO	75
Sólidos en suspensión	70

La Junta de Andalucía también prevé que, para edificaciones aisladas que se encuentran destinadas a un uso como vivienda u otra actividad, y que cuenten con menos de 15 h-e, y en las que se generen aguas exclusivamente sanitarias, sin existencia posible de ningún otro flujo residual (cocinas de restaurantes, o aguas pluviales contaminadas, etc...), deberán evacuar a través de una fosa séptica seguida de un sistema de depuración, garantizando que el vertido no afecte al dominio público hidráulico. Los parámetros límites puntuales deberán ser los especificados en la Tabla 12.

Tabla 12: Parámetros límites de los efluentes de edificaciones aisladas (<15 h-e) [13]

Parámetros	Valor límite
Sólidos en suspensión	80 mg/l
DQO	150 mg/l

En cambio, en edificaciones aisladas que se encuentren destinadas a un uso como vivienda u otra actividad, pero en las que existan otras edificaciones aisladas destinadas a usos similares, y que cuenten cada una de ellas con menos de 15 h-e, se deberá implantar un sistema conjunto de depuración adecuado, cuyos efluentes deberán contar con la correspondiente autorización de vertido, o bien realizar una acumulación del vertido en un depósito estanco, con la retirada periódica de las aguas residuales, por un gestor autorizado.

### Agencia Catalana del Agua

El Plan de gestión de la Cuenca Fluvial de Cataluña establece 4 posibles niveles de tratamiento específicos y detallados [14]. La Tabla 13 muestra los niveles de tratamiento (0 a 4). El nivel 1 presenta tres subniveles en función de la carga invertida. En la tabla también se indican los límites máximos para cada parámetro fisicoquímico que hay que cumplir y los porcentajes mínimos de reducción.

Cabe destacar que, para los vertidos de menos de 500 h-e, si estos están dentro de un radio de 200 m de una captación subterránea para el consumo, este deberá tratarse como vertidos de más de 500 h-e.

Tabla 13: Valores de los parámetros fisicoquímicos según el nivel de tratamiento requerido [14]

Nivel		0	1			2	3	4
Tratamiento requerido		Primario	Secundario			Nitrificación parcial	Eliminación de Nitrógeno	Eliminación de Nitrógeno y Fósforo
			<100 h-e	<500 h-e	>500 h-e			
DBO <sub>5</sub>	Conc. (mg/l)		DBO <sub>5</sub> <60	DBO <sub>5</sub> <40	DBO <sub>5</sub> <25	DBO <sub>5</sub> <25	DBO <sub>5</sub> <25	DBO <sub>5</sub> <25
	% mínimo reducción	25	60	65	75	70	70	70
DQO	Conc. (mg/l)		DQO<200	DQO<160	DQO<125	DQO<125	DQO<125	DQO<125
	% mínimo reducción		60	70	75	75	75	75
MES	Conc. (mg/l)	MES<100						
	% mínimo reducción	60						
Nt	Conc. (mg/l)						Nt<15	Nt<15
	% mínimo reducción						70	70
NKT	Conc. (mg/l)					NKT<20 NKT<30 per lodos activos		
	% mínimo reducción					70		
Pt	Conc. (mg/l)							Pt<2
	% mínimo reducción							80

Dirección General de Recursos Hídricos del Gobierno de las Islas Baleares

El Plan Hidrológico de las Islas Baleares aprobado [15] establece unos valores límites de vertidos para núcleos de población de inferior o igual a 2.000 h-e, en función de los habitantes equivalentes. (Tabla 14 y Tabla 15)

Tabla 14: Parámetros de calidad de aguas residuales procedentes de aglomeraciones urbanas superiores a 250 h-e e inferiores a 2000 h-e [15]

Parámetro	Concentración	Reducción
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	25 mg O <sub>2</sub> /L	70%
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg O <sub>2</sub> /L	75%
Sólidos en suspensión	35 mg/L	70%



Tabla 15: Parámetros de calidad de aguas residuales procedentes de aglomeraciones urbanas inferiores a 250 h-e [15]

Parámetro	Concentración	Reducción
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	70 mg O <sub>2</sub> /L	70%
Demanda química de oxígeno (DQO)	300 mg O <sub>2</sub> /L	75%
Sólidos en suspensión	90 mg/L 150 mg/L*	70%

\* Sistemas de depuración por lagunaje.

Siempre que sea viable, desde un punto de vista económico, técnico y medioambiental, los núcleos de población dispersos deberán agruparse para formar una aglomeración urbana, y conducir las aguas residuales a un mismo punto de depuración, compartiendo los costes asociados. Si esto no puede ser posible, estas poblaciones deberán regirse por lo dispuesto en el artículo 80 del citado plan (*Tratamiento de aguas residuales procedentes de zonas sin acceso a red de alcantarillado*). Entre otros aspectos, en este artículo se indican los siguientes requisitos mínimos para la depuración en viviendas particulares y establecimientos de hostelería de más de 12 h-e.

Tabla 16: Condiciones de depuración para viviendas particulares [15]

Zona de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos alta					
Pretratamiento	Porcentajes de reducción (efluente del sistema autónomo)			Tratamiento adicional posterior	Evacuación efluente final
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS		
Desbaste	70%	75%	70%	DN	ZV
Perímetro de restricciones máximas de pozos de abastecimiento urbano					
Pretratamiento	Porcentajes de reducción (efluente del sistema autónomo)			Tratamiento adicional posterior	Evacuación efluente final
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS		
Desbaste	70%	75%	70%	DS+DN	ZV o ZI <sup>(1)</sup>
Zona de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos moderada o baja y fuera del perímetro de restricciones de pozos de abastecimiento urbano					
Pretratamiento	Porcentajes de reducción (efluente del sistema autónomo)			Tratamiento adicional posterior	Evacuación efluente final
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS		
Desbaste	70%	75%	70%	DS <sup>(2)</sup>	ZV o ZI <sup>(1)</sup>

Tabla 17: Condiciones de depuración para establecimientos de hostelería > 12 h-e y otras actividades económicas [15]

Zona de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos alta o perímetro de restricciones máximas de pozos de abastecimiento urbano					
Pretratamiento	Porcentajes de reducción (efluente del sistema autónomo)			Tratamiento adicional posterior	Evacuación efluente final
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS		
Desbaste + Desengrasado	70%	75%	70%	DS+DN	ZV <sup>(1)</sup>
Zona de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos moderada o baja y fuera del perímetro de restricciones de pozos de abastecimiento urbano					
Pretratamiento	Porcentajes de reducción (efluente del sistema autónomo)			Tratamiento adicional posterior	Evacuación efluente final
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS		
Desbaste + Desengrasado	70%	75%	70%	DS	ZV <sup>(1)</sup> o ZI <sup>(1)</sup>



- (1) Precisan informe de la dirección general competente en materia de recursos hídricos.
- (2) Desinfección recomendada en el caso de que el efluente evacuado por zona verde (ZV) pueda entrar en contacto con el ser humano.

**Abreviaturas:**

DBO<sub>5</sub>: demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (mg O<sub>2</sub>/l) / DQO: demanda química de oxígeno (mg O<sub>2</sub>/l) / DS: desinfección (generalmente cloración) / DN: sistema de desnitrificación, como las zonas húmedas artificiales de flujo subsuperficial especificados en el anexo 3 de la normativa [15] / ZV: infiltración por zona verde / ZI: infiltración por zanja drenante.

Dado que la población en las Islas Baleares es altamente cambiante al largo del año, en aquellos casos en que el número de habitantes equivalentes de las aglomeraciones urbanas varíe sustancialmente en función de la época del año, el diseño de la instalación para el tratamiento de aguas deberá realizarse teniendo en cuenta estos aspectos, y la autorización del vertido podrá contemplar los valores diferentes temporales de los parámetros exigidos.

**Dirección General de Recursos Hídricos del Gobierno de las Islas Canarias**

En las Islas Canarias, cada isla tiene aprobado su plan hidrológico, redactado por el Consejo Insular competente.

La ley de referencia en relación a los vertidos de aguas residuales en las Islas Canarias es el Decreto 174/1994 por el que se aprueba el Reglamento de control de vertidos para la protección del Dominio Público Hidráulico de Canarias [16], que exige, de forma generalizada para todas las islas, el deber de tener una autorización para la gestión de los vertidos y garantizar su depuración.

Los usuarios, tanto de aguas públicas como privadas, tienen la obligación de reducir a límites admisibles la presencia de elementos contaminantes o degradantes en sus afluentes. En Canarias, los centros de consumo se clasifican en pequeños usuarios o grandes usuarios.

- Las obligaciones de los pequeños usuarios no domésticos (pequeñas explotaciones industriales, agrícolas o turísticas...) podrán verter directamente al alcantarillado, siempre que ello no dificulte la depuración o reutilización de las aguas. En caso contrario, se deberán depurar previamente, mediante un sistema adecuado.
- Los grandes usuarios domésticos utilizarán el sistema municipal de alcantarillado, si es que existe. En caso contrario, el sistema de depuración de aguas residuales se realizará mediante el sistema de fosas sépticas filtrantes, construidas con las debidas garantías de acción física, química y biológica, suficientemente alejadas de cualquier manantial, pozo o galería, para evitar todo riesgo de contaminación.

Los límites cuantitativos y cualitativos del vertido no pueden superar los especificados en la Tabla 18, salvo en aquellos casos en que la escasa importancia del efluente permita de forma justificada un menor rigor.

**Tabla 18:** Lista de parámetros y valores límites admisibles que deben cuantificarse en las instalaciones de tratamiento de vertidos [16]

Concepto	Valores límites
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	< 30 mg/l
Materias sedimentables	< 0,5 mg/l
Sólidos en suspensión (SS)	< 30 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	< 160 mg/l
Contaminación bacteriológica (E. coli)	< 1.000/100 ml
pH	5,5 - 9,5



## Consejos Insulares

### Consejo Insular de la Isla de Tenerife

El Consejo Insular de la Isla de Tenerife, en el Plan Hidrológico Insular vigente (segundo ciclo) [17], no establece parámetros límites para las poblaciones menores de 1.000 h-e. Los parámetros límites admisibles son los establecidos en la ley de referencia del Gobierno de las Canarias (Tabla 18).

### Consejo Insular de la Isla de Gran Canaria

El Plan Hidrológico Insular de la Isla de Gran Canaria (Segundo ciclo) [18] no establece parámetros límites para las poblaciones menores de 1.000 h-e. Los parámetros límites admisibles son los establecidos en la ley de referencia del Gobierno de las Canarias (Tabla 18).

El consejo de la Isla de Gran Canaria prohíbe los pozos negros y las fosas sépticas, excepto en las zonas en las que no exista red o donde, por motivos técnicos, sea inviable la conexión a la red de saneamiento más próxima.

### Consejo Insular de la Isla del Hierro

En la Isla del Hierro, en su Plan Hidrológico Insular vigente (segundo ciclo) [19], se especifican unos parámetros límites para las poblaciones aisladas de 250 h-e y para 250 a 2.000 h-e Tabla 19 y Tabla 20.

**Tabla 19:** Requisitos para los vertidos de instalaciones de depuración de aguas residuales con tratamiento secundario o proceso equivalente urbanas o asimilables a urbanas de mermos de 250 h-e [19].

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (*)
DBO <sub>5</sub> (a 20°C sin nitrificación) (**)	30 mg/l O <sub>2</sub>	70 – 90%
DQO	160 mg/l O <sub>2</sub>	75%
Total Sólidos en suspensión	35 mg/l (***)	70% (***)

(\*) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(\*\*) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre el DBO<sub>5</sub> y el parámetro sustituto.

(\*\*\*) Este requisito es optativo. Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos en suspensión en las muestras de aguas sin filtrar no deberá superar los 150 mg/l.

Tabla 20: Requisitos para los vertidos de las instalaciones de depuración de aguas residuales con tratamiento secundario o procesos equivalentes urbanas o asimilables a urbanas de 250 a 2.000 h-e [19]

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (*)
DBO <sub>5</sub> (a 20°C sin nitrificación) (**)	25 mg/l O <sub>2</sub>	70 – 90 %
DQO	125 mg	75%
Total sólidos en suspensión	35 mg/l (***)	70 % - 90%
Fósforo total	20 mg/l P	En caso de incumplimiento se podrá requerir tratamiento más riguroso para su reducción. Se exige que las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad por usos y normas de calidad ambiental previstas para el medio receptor
Nitrógeno total (****)	100 mg/l N (****)	En caso de incumplimiento se podrá requerir tratamiento más riguroso para su reducción. Se exige que las aguas receptoras cumplan después del vertido los objetivos de calidad por usos y normas de calidad ambiental previstas para el medio receptor.



- (\*) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.
- (\*\*) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre la DBO<sub>5</sub> y el parámetro sustituto.
- (\*\*\*) Este requisito es optativo. Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos en suspensión en las muestras de agua sin filtrar no deberá superar de 150 mg/l.
- (\*\*\*\*) Nitrógeno total equivalente a la suma de nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno en forma de nitrito (NO<sub>2</sub>).

El Plan hidrológico Insular de la isla del Hierro también establece requisitos para vertidos procedentes de otras fuentes, como aguas pluviales, agua de refrigeración y aguas de piscina, entre otras. Para esta tipología de vertidos, se determinará la tipología y origen del vertido, seleccionando aquellos parámetros de control que puedan contener las aguas y teniendo en cuenta su influencia sobre el DPH.

### Consejo Insular de la Isla de Lanzarote

El Plan Hidrológico Insular vigente de la Isla de Lanzarote (segundo ciclo) [20] no establece parámetros límites para las poblaciones menores de 1.000 h-e. Los parámetros límites admisibles son los establecidos en la ley de referencia del Gobierno de las Canarias (Tabla 18).

El Plan Hidrológico de la Isla de Lanzarote especifica que los usuarios deberán utilizar el sistema de alcantarillado, allí donde exista. En el resto de casos, las aguas deberán depurarse mediante sistemas adecuados de depuración que cumplan con los objetivos de calidad del medio receptor. El Plan considera como sistemas adecuados los sistemas de fosas sépticas filtrantes, construidas con las debidas garantías de acción física, química y biológica, y suficientemente alejadas de cualquier manantial, pozo o galería, para evitar el riesgo de contaminación.

### Consejo Insular de la Isla de Fuerteventura

El Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura [21], no especifica ninguna normativa concreta para las poblaciones o núcleos de menos de 1.000 h-e. Los umbrales que se utilizan son los especificados en la ley de referencia Gobierno de las Islas Canarias (Tabla 18).

### Consejo Insular de la Isla de La Palma

El Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de la Palma (Segundo ciclo) [22] no establece parámetros límites para las poblaciones menores de 1.000 h-e. Los parámetros límites admisibles son los establecidos en la ley de referencia del Gobierno de las Canarias (Tabla 18).

La conexión a los sistemas de saneamiento de vertidos de urbanizaciones aisladas o polígonos industriales, se considerará, como opción preferente, que puedan ser aceptados por instalaciones de saneamiento, frente a la depuración individual con vertido directo al Dominio Público Hidráulico, sin perjuicio que la Administración competente imponga las condiciones que se estime pertinentes, en la autorización de vertidos que se deba otorgar.

### Consejo Insular de la Isla de La Gomera

El Plan Hidrológico Insular de la Isla de la Gomera (segundo ciclo), [23] no especifica ninguna normativa concreta para las poblaciones o núcleos de menos de 1.000 h-e. Los umbrales que se utilizan son los especificados en la ley de referencia del Gobierno de las Islas Canarias (Tabla 18).



## 3.4. Mercado CE

El mercado CE es el proceso mediante el cual el fabricante/importador de un producto informa a los usuarios y autoridades competentes que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria y los requisitos esenciales en relación a la materia [24].

El mercado CE es obligatorio para aquellos productos de construcción cubiertos por una norma armonizada indicada en el Reglamento 305/2011, sobre productos de la construcción [24]. Para el mercado CE de un producto se deben seguir los pasos expuestos en la Figura 2.

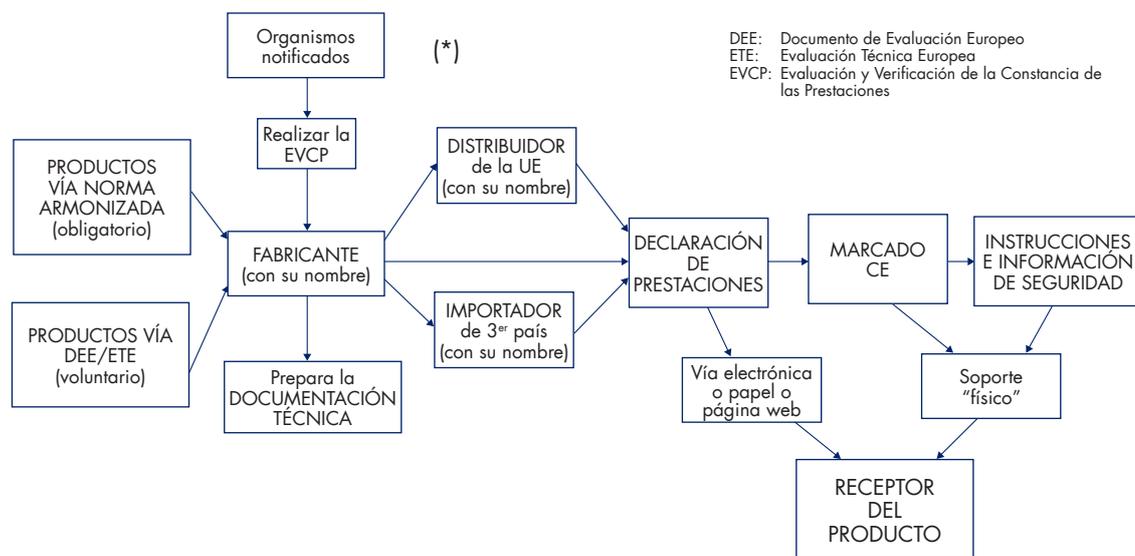


Figura 2: Diagrama de documentación y agentes para el mercado CE [24]

(\*) En función del sistema de Evaluación y Verificación de la Constancia de las Prestaciones (EVCP) que se le asignan a un producto, las tareas pueden ser evaluadas por los organismos notificados o realizadas por el propio fabricante. Si el sistema de evaluación del producto es de tipo 4 no es necesaria la intervención de un organismo notificado. Los organismos expeditores de este mercado son independientes sin vinculación a los fabricantes.

En la Declaración de Prestaciones (DdP) se indican las prestaciones del producto en relación con las características esenciales del producto. El fabricante debe incluir los resultados de los ensayos de tipo en ésta [24]. La DdP debe contener principalmente (Tabla 21):

Tabla 21: Contenido de la Declaración de prestaciones [24]

Declaración de prestaciones		
	Número de la declaración de prestaciones	Número que permite clasificar la declaración de prestaciones. Puede ser el mismo código de identificación única del producto.
1	Código de identificación única del producto.	Está relacionado con las prestaciones declaradas para el producto. Ha de relacionar el producto y sus prestaciones.
2	Uso o usos previstos	Debe incluir todos los usos previstos para el producto.
3	Fabricantes	Debe figurar el nombre de la compañía o el nombre de la marca.
4	Representante	Representante autorizado, si es que lo hay.
5	Sistema o sistemas EVCP	El sistema o sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.



### 3.5. Normas UNE

Las normas UNE (Una Norma Española) son un grupo unido de normas tecnológicas fundadas por los Comités Técnicos de Normalización (CTN).

#### 3.5.1. UNE – EN 12566 «Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 h-e»

En el caso de instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de 50 h-e, la normativa UNE-EN 12566 [25] es la que regula esta tipología de instalaciones. La normativa se divide en 7 partes, en función de los tratamientos a aplicar y los distintos tipos de pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales que quieran instalarse (Tabla 22).

Tabla 22: Partes que conforman la UNE – EN 12566 [25]

UNE- EN 12566-1 Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes	Implican marcado CE	Sistema de Evaluación
Parte 1 (EN): fosas sépticas prefabricadas.	x	3
Parte 2 (CEN/TR): sistemas de infiltración en suelos.		
Parte 3 (EN): plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino ( <i>in situ</i> ).	x	3
Parte 4 (EN): fosas sépticas montadas en su destino a partir de conjuntos prefabricados.	x	3
Parte 5 (CEN/TR): sistemas de filtración de efluentes pretratados.		
Parte 6 (EN): unidades de tratamiento prefabricadas para efluentes de fosas sépticas.	x	3
Parte 7 (EN): unidades de tratamiento terciario prefabricadas.	x	3

#### Parte 1 (EN): fosas sépticas prefabricadas

Esta parte de la norma especifica los requisitos relativos a las fosas sépticas prefabricadas y a los equipos auxiliares utilizados en la depuración parcial del agua residual doméstica, para poblaciones menores o igual a 50 h-e, especificando los tamaños de las tuberías, carga, estanqueidad, marcado y control de calidad [26].



### Parte 3 (EN): plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino (*in situ*)

Esta normativa especifica los requisitos, los métodos de ensayo, el marcado y la evaluación de la conformidad aplicables a las plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino, incluyendo las de establecimientos de hoteles y edificios de oficinas, utilizadas para una población de hasta 50 h-e [27].

La norma 12566 parte 3 es la primera que incluye un test de eficiencia de depuración en condiciones estándares para obtener los rendimientos medios de depuración al menos para, eliminación de sólidos en suspensión y la demanda química y bioquímica de oxígeno [27].

### Parte 4 (EN): Fosas sépticas montadas en su destino a partir de conjuntos prefabricados.

Esta norma tiene como objetivo especificar los requisitos para establecer una fosa séptica montada en su destino a partir de conjuntos prefabricados y sus equipos auxiliares que se utilizan en el exterior de los edificios para tratar parcialmente las aguas residuales domésticas para una población de hasta 50 habitantes equivalentes. Esta norma no se aplica para fosas sépticas que reciben solo aguas grises [28].

### Parte 6 (EN): unidades de tratamiento prefabricadas para efluentes de fosas sépticas.

La nueva norma de la serie UNE-EN 12566 parte 6, recoge los requisitos, los métodos de ensayo, la evaluación de la conformidad y el marcado CE de las unidades de tratamiento secundario prefabricadas, completando las anteriores series (Parte 1, 3, 4), y 2 códigos de buenas prácticas (parte 2 y 5) para la depuración de aguas residuales en poblaciones inferiores a 50 h-e [29].

### Parte 7: Unidades prefabricadas de tratamiento terciario

Esta norma especifica los requisitos, los métodos de ensayo, el marcado y la evaluación de la conformidad de las unidades de tratamiento terciario prefabricadas compactas que y/o pueden montarse *in situ* y son instaladas de forma separada o bien sobre una unidad preexistente [30]. Esta norma es aplicada a productos de tratamiento terciario que se comercializan como unidades completas para tratar aguas residuales domésticas mediante procesos físicos, químicos, eléctricos y biológicos [30].

## 3.5.2. UNE – EN 1825 «Separadores de grasas»

Esta norma trata de los requisitos para los equipos destinados al tratamiento de afluentes contaminados con aceites y grasas de origen vegetal y animal, antes de mezclarse con otros contaminantes.

Esta norma no es aplicable a las aguas residuales que contienen líquidos ligeros, por ejemplo, grasas o aceites de origen mineral. Tampoco incluye el tratamiento de las emulsiones estables de grasa o aceites contenidos en el agua. Además tampoco es aplicable a las aguas residuales que contengan materia fecal [31].

Esta normativa consta de dos partes:

Tabla 23: Partes que conforman la UNE – EN 1825 [31]

UNE-EN 1825 -1:2005 Separadores de grasas	Implican marcado CE	Sistema de Evaluación
Parte 1 (EN): Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad.	x	3 o 4
Parte 2 (EN): Selección del tamaño nominal, instalación, funcionamiento y mantenimiento.		

En la parte 1 se tratan: «*las definiciones, los tamaños nominales, los principios de diseño, las características funcionales, el marcado, los ensayos y el control de calidad.*» [32].

En la parte 2: «*la selección del tamaño nominal, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento.*» [33].

## 4. Tecnologías de tratamiento de aguas residuales

En este capítulo se describen brevemente las distintas tecnologías comerciales disponibles para la gestión de las aguas residuales en pequeñas comunidades.

Las tecnologías aplicables a las pequeñas poblaciones incluyen tecnologías de pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario intensivo. Las tecnologías que se detallaran son las expuestas en la Tabla 24.



Tabla 24: Tratamientos y tecnologías aplicables para poblaciones menores de 2.000 h-e.

Tratamiento	Tecnologías
Tecnologías de pretratamiento	Desbaste (rejillas y tamices) Separadores de grasas
Tecnologías para el tratamiento primario	Decantación primaria Tanque Imhoff Fosa séptica
Tecnologías para el tratamiento secundario	Biofiltro vegetal Filtro percolador Depuradora de aireación prolongada Sistema de biomasa fija de lecho móvil ( <i>Moving bed biofilm reactor, MBBR</i> ) Lechos sumergidos aireados ( <i>Submerged Aerated Filter, SAF</i> ) Biodiscos o contactores biológicos rotativos (CBR) Reactores secuenciales ( <i>Sequencing Batch Reactor, SBR</i> ) Reactores biológicos de membrana ( <i>Membrane Biological Reactor, MBR</i> )

### 4.1. Tecnologías de pretratamiento

#### 4.1.1. Desbaste

##### Fundamento y características

Tecnología para retener los sólidos de gran volumen presentes en las aguas residuales mediante su intercepción en rejillas y/o tamices. Según la luz de paso se clasifican en:

- Rejas de desbaste:** las rejillas de desbaste son unas barras paralelas con separación uniforme y que tienen el objetivo de eliminar sólidos de tamaños de entre 6-60 mm [34]. Según el tamaño de paso entre barros se clasifican en rejillas de gruesos y rejillas de finos. En función de cómo se realice su limpieza, las rejillas de desbaste se clasifican en rejillas de limpieza manual y rejillas de limpieza automática [35].
- Tamices:** los tamices son mallas metálicas que no permiten el paso de partículas de tamaños superiores a 6 mm [34]. Los tamices pueden clasificarse en tamices estáticos o autolimpiantes, tamices rotativos o de tambor, tamices deslizantes, tamices de escalera y tamices de tornillo [35].

##### Funcionamiento

- Rejas de desbaste:** El agua residual entra por la parte superior de las rejillas, donde los sólidos de tamaño superior a la luz de paso quedan retenidos por el enrejado. El agua residual con partículas inferiores al tamaño de paso atraviesa el enrejado y se recoge en una tubería situada en la parte inferior de las rejillas. Los residuos se descargan automáticamente o manualmente para su envío a un contenedor.
- Tamices:** El tamizado consiste en una filtración sobre soporte delgado. Para pretratamiento de las aguas residuales de pequeñas poblaciones se utilizan pasos entre 1 y 6 mm [36]. El funcionamiento y las características de los tamices dependen según el tipo de tamiz. Los residuos se descargan automáticamente o manualmente para su envío a un contenedor.

## Aplicaciones

- Pretratamiento del agua residual que tiene por objeto separar la mayor cantidad posible de sólidos gruesos.
- Evitar obstrucciones, sedimentaciones y acumulaciones de sólidos en canales, tuberías y conducciones en general y aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores.



Figura 3: Ejemplo de reja de desbaste manual



Figura 4: Ejemplo de tamiz de tornillo

### 4.1.2. Separadores de grasas

#### Fundamento y características

Tecnología para separar y retener las grasas, aceites de origen vegetal o animal, espumas y demás materias flotantes más ligeras que el agua residual.

Según la normativa UNE-EN 1825 [31], cuando el afluente presenta un contenido de materias grasas y aceites, es obligatorio instalar un separador de grasas previo al tratamiento del conjunto de las aguas residuales. El objetivo de éstos es separar las grasas de modo que no interfieran negativamente en el posterior tratamiento de las aguas residuales. Además, el uso de estos equipos evita la obstrucción de las canalizaciones del sistema. Esta norma es aplicable a los separadores que funcionan por gravedad sin utilizar energía exterior (ver capítulo 4.5.2).

#### Funcionamiento

El agua residual entra al separador distribuyéndose de forma lenta y uniforme, por lo que las grasas y los aceites se separan y ascienden a la superficie por la diferencia de densidades entre las grasas y el agua. La eliminación de éstas se lleva a cabo de forma manual. El fondo de este sistema puede ser inclinado para facilitar el deslizamiento de la materia que sedimente hacia la zona de evacuación [35].

#### Aplicaciones

- Pretratamiento de las aguas procedentes de: cocinas de hoteles, comedores, restaurantes, cocinas colectivas...



Figura 5: Ejemplo de separador de grasas

## 4.2. Tecnologías para el tratamiento primario

### 4.2.1. Decantadores primarios

#### Fundamento y características

Tecnología para eliminar gran parte de los sólidos sedimentables y materias flotantes de las aguas residuales, aprovechando la acción gravitatoria. Los decantadores son unos tanques de sección rectangular o circular, cuyo fondo está inclinado hacia una o varias zonas de descarga. Los decantadores primarios pueden ser estáticos (sin partes mecánicas) o dinámicos (con elementos electromecánicos para recoger flotantes y evacuar fangos) [37].

#### Funcionamiento

La decantación es un proceso físico, mediante el cual se favorece el depósito de las partículas en suspensión por acción de la gravedad. La decantación provoca que las partículas con una densidad mayor que el agua sedimenten en el fondo. Por otro lado, el agua libre de partículas sólidas, sale del decantador por la parte superior. Los fangos y partículas sedimentadas son extraídas periódicamente para su envío y tratamiento posterior.

#### Aplicaciones

- Tratamiento primario del agua residual que tiene por objeto la eliminación de una parte de los sólidos flotantes o en suspensión.
- Los decantadores primarios se emplean como etapa previa de un tratamiento secundario.

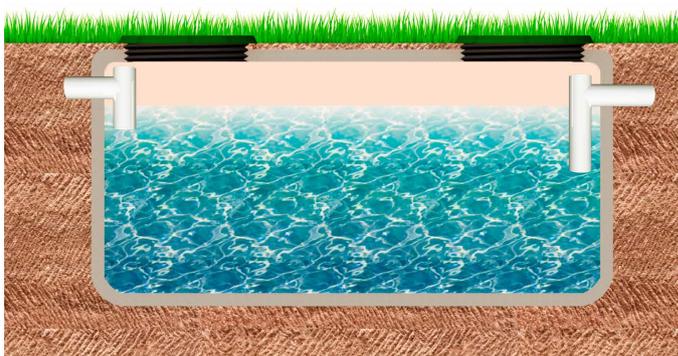


Figura 6: Ejemplo de decantador primario

### 4.2.2. Tanque Imhoff

#### Fundamento y características

Tecnología para eliminar gran parte de los sólidos sedimentables y materias flotantes de las aguas residuales y digerir los lodos sedimentados en la misma unidad.

#### Funcionamiento

El tanque Imhoff está compuesto por una cámara de sedimentación en la cual se produce la decantación de los sólidos, y una zona de digestión, en donde se almacenan y digieren los sólidos decantados. Ambas zonas se encuentran separadas físicamente por una estructura que impide el paso de los gases de la zona de digestión a la zona de sedimentación, evitando de esta manera que afecten a la decantación de los sólidos [34].

### Aplicaciones

- Los tanques Imhoff se utilizan como etapa previa de un tratamiento secundario.

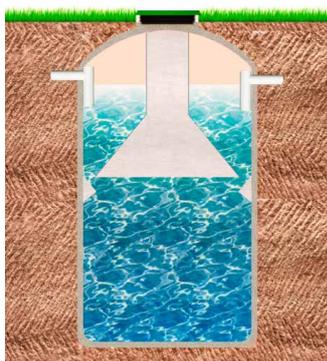


Figura 7: Ejemplo de tanque Imhoff



### 4.2.3. Fosa Séptica

#### Fundamento y características

Tecnología para eliminar gran parte de los sólidos sedimentables y materias flotantes de las aguas residuales y digerir los lodos sedimentados. Existen numerosas variantes de fosas sépticas según el número de compartimentos y con distintos rendimientos de eliminación de contaminantes.

#### Funcionamiento

En la fosa séptica se separan, por un lado, los sólidos flotantes que hay en la superficie (incluidos aceites y grasas) y, por otro lado, los sólidos sedimentables que se acumulan en el fondo. La capa de flotantes y los sólidos acumulados en el fondo se deben retirar periódicamente [34].

La fracción orgánica de los sólidos acumulados en el fondo de las fosas, se somete a un tratamiento anaeróbico por digestión; un proceso bacteriano que se basa en la descomposición de la materia orgánica sin presencia de oxígeno.

Normalmente, las fosas sépticas que dan servicio a viviendas individuales, no disponen de ninguna etapa de pretratamiento, alimentándose directamente del agua residual. Para instalaciones mayores o redes unitarias se recomienda implantar una etapa de desbaste [35].

#### Aplicaciones

- Tratamiento primario empleado como etapa previa de un tratamiento secundario.

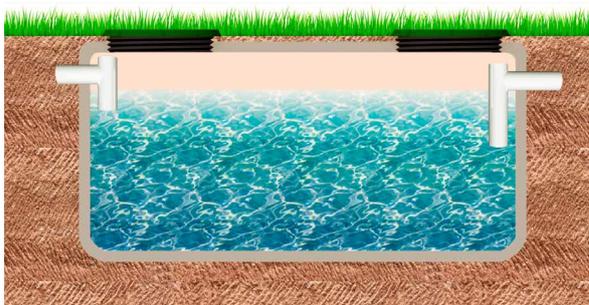


Figura 8: Ejemplo de fosa séptica

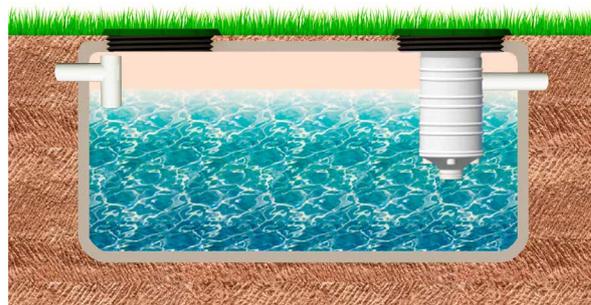


Figura 9: Ejemplo de fosa séptica con prefiltro

## 4.3. Tecnologías para el tratamiento secundario

### 4.3.1. Biofiltro vegetal

#### Fundamento y características

En un contenedor cerrado y relleno de material soporte, generalmente vegetal, se lleva a cabo un tratamiento de digestión aeróbica y uno de filtración. Los microorganismos prosperan a expensas de los contaminantes presentes en las aguas residuales. Carecen de componentes eléctricos y no se requiere de clarificador secundario.

#### Funcionamiento

El agua pretratada en una fosa séptica se distribuye sobre toda la superficie generando un flujo subsuperficial vertical. Sobre el material del biofiltro, muy poroso, absorbente y estable a lo largo del tiempo, se establecen los microorganismos que llevan a cabo la depuración. El agua tratada se recoge en el fondo y se conduce para su vertido.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto degradar la materia orgánica.
- Tratamiento biológico indicado en instalaciones donde no se dispone de electricidad.

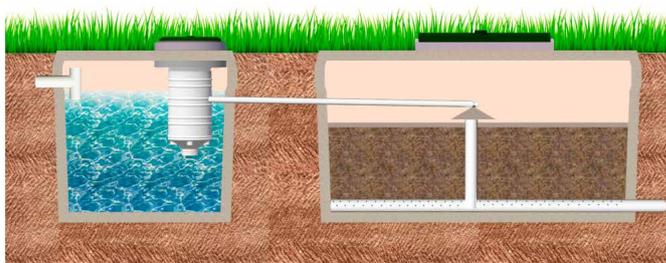


Figura 10: Ejemplo de biofiltro vegetal

### 4.3.2. Filtro Percolador o Lechos Bacterianos

#### Fundamento y características

Tecnología que permite reducir el contenido de la materia orgánica del efluente mediante procesos aerobios con biomasa inmovilizada, en concreto, cultivos fijados a un medio de soporte no sumergido. Estos sistemas están formados por un reactor biológico y un decantador secundario.

#### Funcionamiento

Se trata de un proceso aerobio, en el que el agua residual, después de haber sido sometida a un pretratamiento y tratamiento primario, percola a través de un material de relleno (natural o material plástico), sobre el que se desarrollan microorganismos formando una biopelícula. Estos sistemas disponen de sistemas de alimentación de agua y ventilación (natural o forzada). Posteriormente, en algunos diseños, el efluente pasa a un decantador secundario o clarificador, donde el agua se clarifica y se extrae el exceso de fango generado.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto digerir parte de la materia orgánica presente en el agua.
- Los filtros percoladores pueden combinarse con las fosas sépticas. Esta combinación constituye los equipos compactos denominados fosas con filtro percolador.

### 4.3.3. Depuradora de aireación prolongada en continuo

#### Fundamento y características

Tecnología para realizar el tratamiento biológico del agua residual. El objetivo es reducir eficazmente el contenido de la materia orgánica del efluente mediante un proceso de fangos activos. Este proceso se realiza en la misma cuba de aireación.

#### Funcionamiento

El agua residual, tras una etapa de pretratamiento, se introduce en un tanque de aireación en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión (fangos activos), mediante la aportación de aire por medios mecánicos o turbinas. Tras un cierto tiempo, en el tanque de aireación, el agua pasa a una cámara de decantación, dónde se clarifica, decantando la materia floculada. Parte de los lodos decantados se recirculan a la cámara de aireación, con el objetivo de mantener la concentración de microorganismos adecuada y, los lodos restantes, se purgan periódicamente.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto reducir parte de la materia orgánica presente en el agua.
- Las depuradoras de oxidación total son equipos compactos que utilizan esta tecnología.

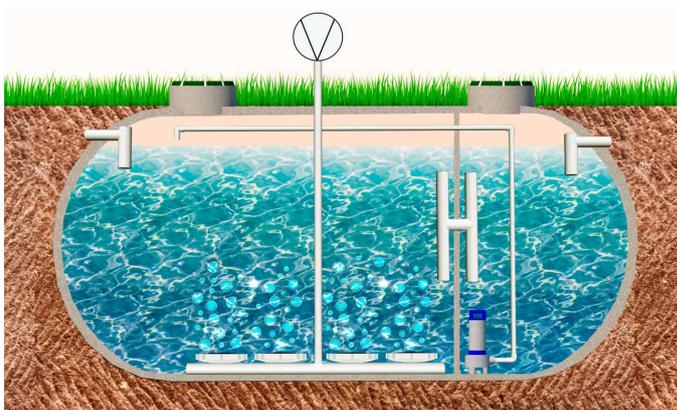


Figura 11: Ejemplo de depuradora de aireación prolongada en continuo

### 4.3.4. Sistema de Biomasa Fija de Lecho Móvil (MBBR)

#### Fundamento y características

La tecnología MBBR, *Moving Bed Biofilm Reactor*, se utilizan para realizar el tratamiento biológico del agua residual y eliminar la materia orgánica y los nutrientes. Este sistema se basa en el crecimiento de la biomasa en soportes plásticos, que se encuentran en suspensión en el reactor biológico. Se dispone de reactores aerobios, anaerobios y anóxicos en función del tipo de contaminante que se quiere eliminar (carbono y/o nitrógeno) [35].

#### Funcionamiento

El agua residual entra al reactor biológico después de un pretratamiento y un posible tratamiento primario. En el reactor biológico se encuentran los soportes de plástico con la biomasa fija, los cuales están en movimiento gracias a la aireación o gracias a la presencia de dispositivos mecánicos. La biomasa en forma de biopelícula degrada la materia orgánica y los nutrientes presentes en al agua residual. A la salida del reactor biológico se incluye una rejilla de 8-15 mm de paso para retener los soportes de plástico y evitar que pasen al clarificador [35].

## Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto reducir la materia orgánica y los nutrientes presentes en el agua.

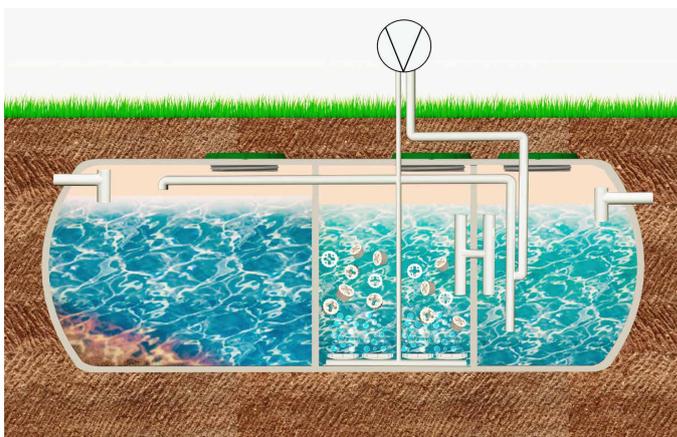


Figura 12: Ejemplo de depuradora MBBR, con decantador primario, lecho móvil y clarificador



### 4.3.5. Lechos sumergidos (SAF)

#### Fundamento y características

La tecnología SAF, *Submerged Aerated Filter*, se emplea para realizar el tratamiento biológico del agua residual y eliminar la materia orgánica y los nutrientes. Este sistema se basa en un sistema de tratamiento en el que el agua residual se depura mediante el contacto con una biopelícula que crece sobre medios de contacto sumergidos en el agua residual.

#### Funcionamiento

El agua residual entra al reactor biológico después de un pretratamiento y un posible tratamiento primario. El agua pasa a través de un lecho sumergido que sirve de soporte fijo para el crecimiento de una biopelícula. El aire se introduce por la parte inferior, normalmente mediante difusores de membrana. La biomasa en forma de biopelícula degrada la materia orgánica y los nutrientes presentes en el agua residual.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto digerir la materia orgánica y los nutrientes presentes en el agua.

### 4.3.6. Biodiscos o Contactores Biológicos Rotativos

#### Fundamento y características

Tecnología para el tratamiento biológico del agua residual. El objetivo es reducir eficazmente el contenido de la materia orgánica del efluente mediante los microorganismos que se hallan adheridos a un material soporte que gira semisumergido en el agua residual.

#### Funcionamiento

El proceso de contactores biológicos rotativos debe ir precedido de un pretratamiento y un tratamiento primario [35]. En esta tecnología, los microorganismos se encuentran adheridos, formando una biopelícula a un soporte que gira semisumergido. De ese modo, el soporte con la biomasa fija está en contacto con el aire para que los microorganismos tomen el oxígeno necesario para la degradación de la materia orgánica. Estos sistemas están formados por un depósito donde se encuentran los soportes giratorios (biodiscos) y por un decantador secundario o clarificador, con la función de extraer el exceso de fango generado.

## Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto digerir parte de la materia orgánica presente en el agua.
- Alternativa tecnológica al proceso convencional de fangos activos [35].

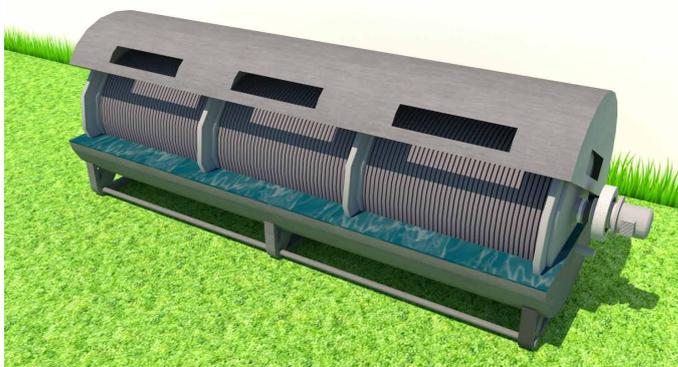


Figura 13: Ejemplo de módulo CBR



### 4.3.7. Reactores de aireación prolongada Secuenciales (SBR)

#### Fundamento y características

La tecnología SBR, *Sequencing Batch Reactor*, se emplea para el tratamiento biológico del agua residual. El objetivo es reducir el contenido de la materia orgánica y nitrógeno del afluente mediante un sistema de fangos activos, además de poder absorber los caudales puntas característicos de las pequeñas poblaciones. Los SBR trabajan de forma secuencial.

#### Funcionamiento

El sistema SBR realiza las funciones de un reactor biológico y la separación de fangos. Este tipo de reactor opera de forma discontinua y cíclica. Cada ciclo se compone principalmente de las siguientes fases:

- a) Llenado: el agua residual entra en el reactor secuencial. Puede distinguirse dos tipos de llenado según si el licor mezcla del reactor se encuentra en reposo (llenado estático) o en agitación y/o aireación.
- b) Reacción: en esta fase se produce la degradación de la materia orgánica y de los nutrientes presentes en el agua residual.
- c) Decantación: Una vez termina la fase de reacción, se proporcionan las condiciones favorables para la sedimentación de los fangos activos.
- d) Vaciado: el agua residual clarificada es evacuada del reactor.

En algunos diseños se incorpora una fase de recirculación del lodo del reactor al decantador primario.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico del agua residual que tiene por objeto degradar la materia orgánica y nutrientes presentes en el agua.
- Se aplica este tratamiento cuando es necesaria la eliminación de nitrógeno.
- Sistema flexible que se adapta a caudales fluctuantes.

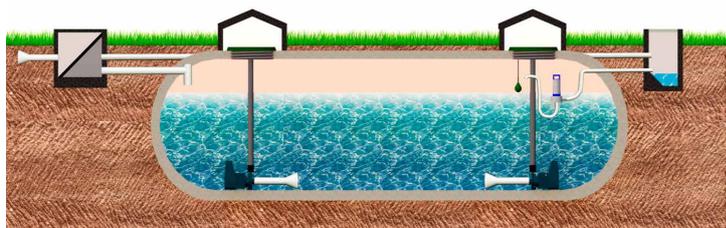


Figura 14: Ejemplo de depuradora SBR sin decantador primario y con sistema de aireación mediante eyectores

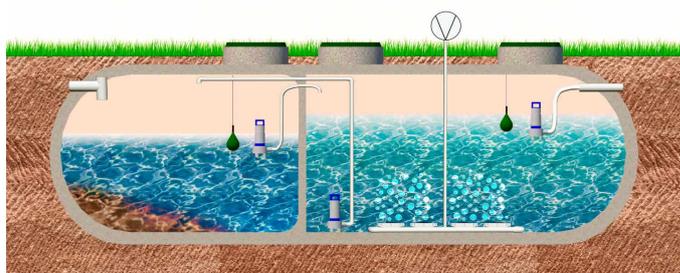


Figura 15: Ejemplo de depuradora SBR con decantador primario, sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina y soplante exterior

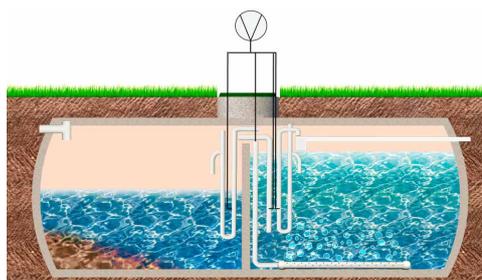


Figura 16: Ejemplo de depuradora SBR con decantador primario, sistema de aireación mediante difusores de burbuja fina tubulares y soplante exterior. El bombeo de las aguas se realiza mediante un sistema air-lift

### 4.3.8. Reactores Biológicos de Membrana (MBR)

#### Fundamento y características

La tecnología MBR, *Membrane Biological Reactor*, se utiliza para el tratamiento biológico del agua residual. El objetivo consiste en reducir el contenido de la materia orgánica del afluente mediante reactor biológico junto con membranas de micro o ultrafiltración. En el mercado existen diferentes tipos de membranas (planas, de fibra hueca, tubulares...) con diferentes configuraciones en función de los contaminantes que se quiere eliminar [36].

#### Funcionamiento

Los MBR combinan dos procesos básicos (degradación biológica y separación física mediante membranas) en un único tratamiento. Los sólidos en suspensión y microorganismos responsables de la biodegradación son separados del agua tratada mediante una unidad de filtración por membrana [38]. Las membranas pueden estar sumergidas en el reactor biológico o en un depósito anexo al sistema.

#### Aplicaciones

- Tratamiento biológico de las aguas residuales para núcleos pequeños de población con la posibilidad de reutilización.
- Aplicable en áreas de elevada sensibilidad ambiental y en tratamientos de complejos efluentes industriales [38].



Figura 17: Ejemplo de estación regeneradora MBR con cámara anóxica

## 5. Características de las aguas residuales asimilables a domésticas

La composición de las aguas asimilables a domésticas tipo es la siguiente:

Tabla 25: Parámetros de contaminación «tipo» de las aguas residuales

Parámetro	Carga g.h-e /día	Concentración (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	60	300-400
DQO	90-120	600-800
Sólidos en Suspensión	70	350-450
N t	10	50-60
P t	2	8-10

Los datos de la Tabla 25 pretenden, solamente, servir de guía y no como base de proyecto.

Según se define en la directiva 91/271/CEE un habitante equivalente aporta 60 g/DBO<sub>5</sub>. día al afluente. La dotación de diseño más aceptada por habitante equivalente se encuentra entre 150-200 l/h-e.



## 6. Dimensionado

Dentro del marco de la depuración de aguas residuales asimilables a domésticas para pequeñas poblaciones, se incluyen aquellas actividades que no tienen acceso a la red de saneamiento; tales como campings, hoteles rurales, restaurantes, refugios de montaña, urbanizaciones, polígonos industriales, edificios de oficinas, etc.

El dimensionado de los equipos se realiza en base a la carga contaminante y el caudal de agua a tratar en los distintos usos, aplicaciones y servicios. La siguiente tabla permite calcular la carga diaria total que accede al sistema de tratamiento de las aguas residuales. Las cargas pueden ser utilizadas como valores de referencia para dimensionar los equipos de tratamiento. Los valores de flujos y cargas reflejan los valores en el Reino Unido del 2013 [39].

Tabla 26: Cargas para sistemas de tratamiento de aguas residuales (por persona/actividad/día) [39]

ACTIVIDAD	DOTACIÓN (L)	DBO <sub>5</sub> (g)	Nitrógeno amoniacal (g)
<b>Viviendas domésticas</b>			
Residencias estándar	150	60	8
Caravanas con servicios completos	150	60	8
<b>Industrial</b>			
Oficina/Fábrica sin cantina	50	25	5
Oficina/Fábrica con cantina	100	38	5
Sitio industrial abierto (construcción, cantera, sin cantina)	60	25	5
<b>Escuelas</b>			
No residencial – cantina con cocina	90	38	5
No residencial – sin cantina	50	25	5
Internado - residentes	175	60	8
<b>Hoteles y Bares</b>			
Huéspedes hoteles ****	300	105	12
Huéspedes hoteles estándar	250	94	10
Huéspedes (sólo dormitorio – sin comidas)	80	50	6
Bares (clientes)	12	15	5
Restaurantes – catering categoría alta	30	38	4
Restaurantes – catering estándar	25	30	2.5
Bares	15	19	2.5
Bufet libre	15	19	2.5
Comida rápida (bar/restaurantes carreteras)	12	12	2.5
Comida rápida (hamburguesas y similares)	12	15	4
<b>Servicios</b>			
WC módulos (por uso)	10	12	2.5
Ducha (por uso)	40	19	2
Club deportivo local (fútbol, baloncesto, etc.)	40	25	6
Natación (piscina separada sin un centro deportivo asociado)	10	12	2.5
Club de sanidad/centro deportivo	50	19	4
Áreas de caravana – completamente equipadas	150	60	8
<b>Hospitales y residencias</b>			
Residencias de personas mayores/enfermería	350	110	13
Hospitales pequeños	450	140	evaluar
Hospitales grandes	evaluar individualmente		



Para la estimación del número de habitantes equivalentes puede dividirse el valor total de la  $DBO_5$  por  $60\text{g/h-e día}$ .

De todas formas, para casos especiales, recomendamos proceder a una caracterización y cuantificación de las aguas residuales a tratar, considerando el tipo de instalación, y las fluctuaciones de caudal y de carga contaminante.

Cuando se observe la presencia de elementos o concentraciones no habituales, se recomienda tomar muestras separadas en el tiempo.

Con el objetivo de ajustar el diseño de la depuradora a las necesidades reales, se recomienda realizar muestras integradas durante los periodos de máxima ocupación de la actividad, o cuando se observe la presencia de elementos o concentraciones no habituales.



## 7. Perfiles hidráulicos para instalaciones de menos de 50 h-e

Para el tratamiento de aguas asimilables a domésticas de menos de 50 Habitantes Equivalentes, habitualmente se proyecta el siguiente tipo de perfiles hidráulicos:

En cualquiera de los casos debe consultarse los requisitos de vertido con las autoridades competentes o Confederaciones Hidrográficas de Cuenca.

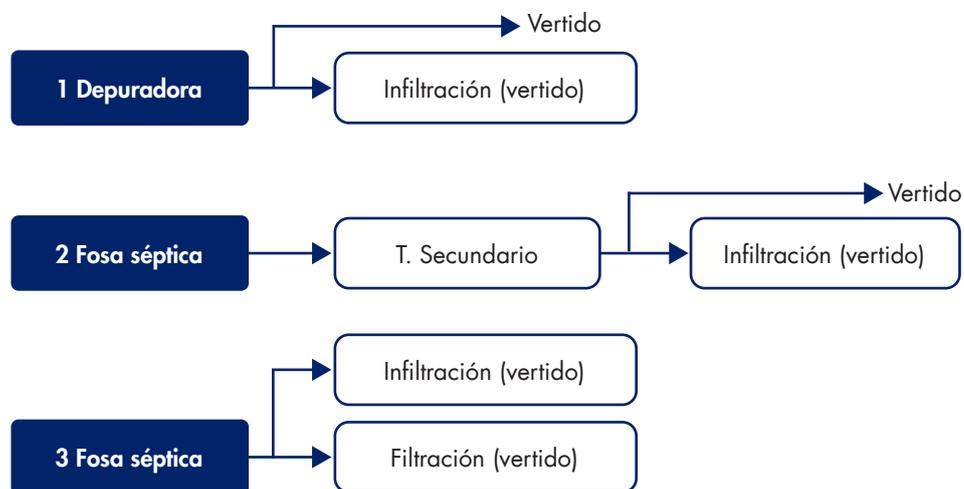


Figura 18: Diagrama perfiles hidráulicos depuradoras de menos de 50 e-h

- 1 Depuradora con marcado CE (UNE-EN 12566-3) + vertido a cauce público con o sin sistema de infiltración (pudiendo seguir el código CEN/TR 12566-2)
- 2 Fosa séptica con marcado CE (UNE-EN 12566-1) completado con tratamiento secundario mediante unidades prefabricadas para efluentes de fosas (marcado CE UNE-EN 12566-6)
- 3 Fosa séptica con marcado CE (UNE-EN 12566-1) + tratamiento secundario (pudiendo seguir el código de buenas prácticas CEN/TR 12566-5) o bien completado con un sistema de infiltración (pudiendo seguir el código CEN/TR 12566-2)

Para los casos nº 1 y 2, el marcado CE de los equipos implica la declaración, por parte del fabricante, de los rendimientos alcanzados con estos sistemas. Estos ensayos se realizan en organismos Notificados para ello.

En el caso nº 3, la norma no indica los niveles de eficacia que se obtienen de dichos tratamientos.

Todos los sistemas pueden completarse con tratamientos terciarios (UNE-EN 12566-7) para la eliminación de otros parámetros, tales como el nitrógeno y el fósforo.

## 8. Desarrollo de un proyecto

Cuando se requiera el tratamiento de las aguas residuales se deben tener en cuenta las siguientes etapas:

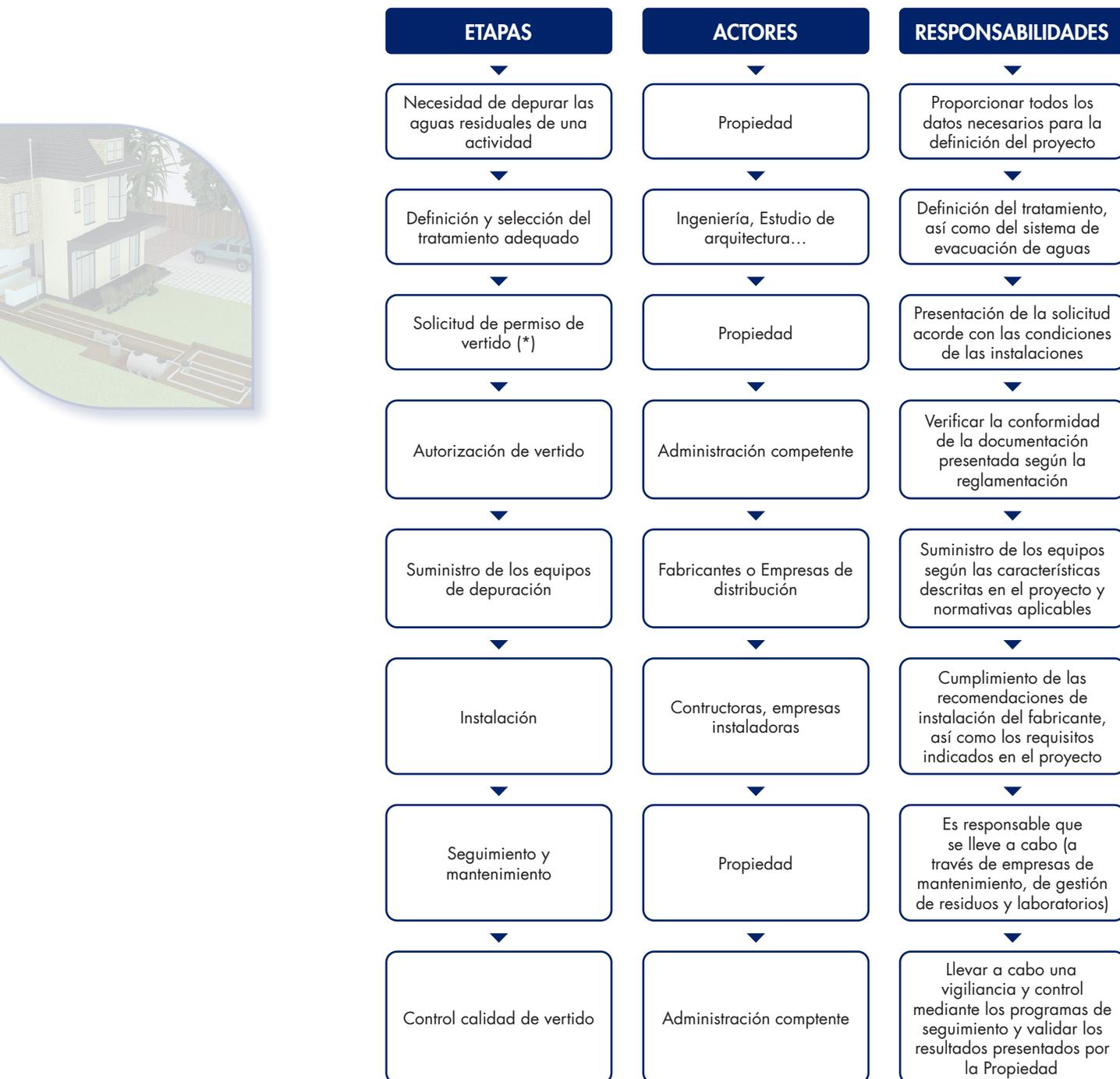


Figura 19: Etapas del desarrollo de un proyecto

(\*) La solicitud puede ser la simplificada para instalaciones de menos de 250 habitantes equivalentes. Principalmente, en la solicitud se deberá indicar: los datos del titular, el origen de las aguas residuales y la localización del punto de vertido, el caudal y los valores límite del efluente, la descripción de las instalaciones de depuración, etc. El modelo de solicitud se encuentra disponible en las páginas web de cada organismo competente.

## 9. Criterios de instalación

A continuación se detallan los aspectos a considerar para la instalación de los equipos de depuración.

### 9.1. Requisitos generales

- Las aguas pluviales y/o hidrocarburadas deben canalizarse y evacuarse separadamente de las aguas residuales [40].
- El área donde está instalada la depuradora debe estar delimitada para evitar el acceso a personas ajenas.
- La instalación debe permitir el acceso de un camión cisterna para las operaciones periódicas de vaciado de lodos. Habitualmente se acepta una anchura de accesos de 4 a 5m.
- En el caso que los sistemas incorporen dispositivos electromecánicos instalados en el exterior de los equipos, debe estudiarse el lugar de emplazamiento, teniendo en cuenta, las necesidades de protección, ventilación y seguridad, así como el tamaño y la intensidad sonora.
- La distancia mínima entre los pozos o sistemas de captación de agua para el consumo y el sistema de infiltración o tratamiento secundario (mediante filtros) debe ser de 35 m [41]. Las normativas locales y/o regionales pueden exigir una distancia mayor.
- Es muy recomendable disponer de una toma de agua limpia cerca de la depuradora para facilitar los trabajos de mantenimiento.



Se recomienda respetar, como mínimo, las siguientes distancias y pendientes para la instalación de los equipos y el sistema de evacuación [41], [2].

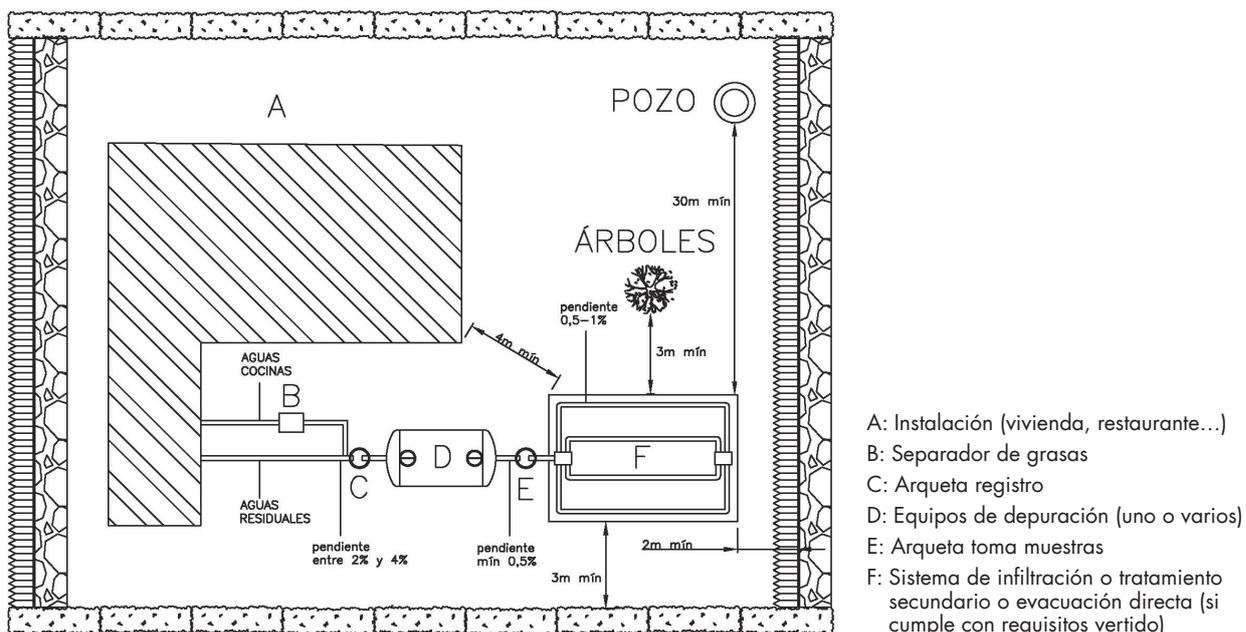


Figura 20: Esquema de instalación de un sistema de depuración

#### 9.1.1. Ventilación

- Salida de gases: Cuando el sistema de depuración esté formado por un decantador primario, fosa séptica, tanque Imhoff, separador de grasas o cualquier tratamiento o pretratamiento sin presencia de oxígeno (anaerobio), será necesaria la instalación de una tubería de salida de gases por encima del nivel de agua del

equipo. Se deberá tener en cuenta el emplazamiento y recorrido de esta canalización para que los gases, generados en la degradación de las aguas residuales, no causen molestias al usuario.

Generalmente estas tuberías deben instalarse por encima del tejado siguiendo un recorrido lo más recto posible y siempre en sentido ascendente, con un diámetro suficiente para garantizar dicha evacuación (mínimo 110 mm).

En sistemas con aireación forzada es importante la instalación de conductos de ventilación para aliviar eventuales sobrepresiones en los reactores.

- **Entrada de aire:** Para que se produzca el tiro de aire de la salida de gases es necesario una entrada de aire. Las construcciones deben disponer de entrada de aire en las bajantes como indica el Código Técnico de la Edificación. En el caso que no exista una continuidad en el paso del aire entre la entrada y la salida de gases, impidiendo el tiro, se requerirá la instalación de una entrada de aire adicional, de un diámetro  $\geq 110$  mm [42].



Figura 21: Ejemplo de instalación depuradora compacta

## 9.2. Instalación de los equipos

Las recomendaciones de instalación de los fabricantes prevalecen sobre lo aquí reflejado.

Así mismo, es necesario que un técnico competente realice las prescripciones necesarias, como el estudio geotécnico, el cálculo de estructuras, la correcta instalación de los equipos, etc.

### Instalación en terrenos estables y sin presencia de nivel freático

- Los equipos deben instalarse en el sentido de circulación de las aguas. El nivel de las entradas quedará por encima de las salidas.
- La excavación del foso debe permitir la colocación del equipo dejando un espacio entre paredes de unos 50 cm como mínimo.
- La primera capa de lecho que se esparce en el foso suele ser arena, grava u hormigón pobre (o magro), en función de la instalación y de las recomendaciones del fabricante. Además, es recomendable instalar una losa de hormigón armado por debajo de esta capa (sobre todo cuando se requiere estabilizar el terreno).
- Tras situar los equipos en el foso, es necesario proceder a la colocación de sucesivas capas de relleno exterior, alternándolo con el llenado de agua en el interior de los equipos. Estas operaciones se realizan gradualmente para compensar las cargas internas y externas. El relleno exterior se debe compactar para eliminar posibles bolsas de aire. Para la compactación se deben seguir las indicaciones del fabricante que puede recomendar la compactación hidráulica. No se recomienda la compactación mecánica para evitar transmitir vibraciones a los equipos.
- Deben construirse o instalarse arquetas de registro que permitan el acceso al interior de los equipos.

Además, en función de las necesidades de obra, pueden ser necesarios los siguientes elementos:

- Losa autoportante superior (de reparto). Para instalaciones con tráfico rodado o cuando los equipos están enterrados a una profundidad superior a la indicada por el fabricante.
- Paredes laterales. Para terrenos inestables
- Cubeto: cuando se incorporan paredes laterales y una losa superior.
- Sistemas de drenaje: cuando existan aguas subterráneas, nivel freático, o en suelos poco drenantes.
- Losas de amarre: cuando existan niveles freáticos elevados.



### 9.3. Sistemas de infiltración

A continuación, se describen tres sistemas para la evacuación de las aguas mediante infiltración. La naturaleza del terreno (pendiente, permeabilidad, espesor del suelo, nivel freático, etc.), así como la disponibilidad de terreno, juegan un papel fundamental en la selección del sistema más adecuado de evacuación de las aguas tratadas.

Cabe destacar que en el caso de presencia de nivel freático debe existir, como mínimo, 1 m de distancia entre la capa freática y el suelo no saturado [2].

Para ver otras opciones recomendamos consultar el código de buenas prácticas CEN/TR 12566-2 [2].

#### 9.3.1. Zanja de infiltración

Excavación en la que se coloca una tubería de infiltración y se recubre de material de relleno, a la vez que está separada de otras zanjas por medio del suelo sin remover.

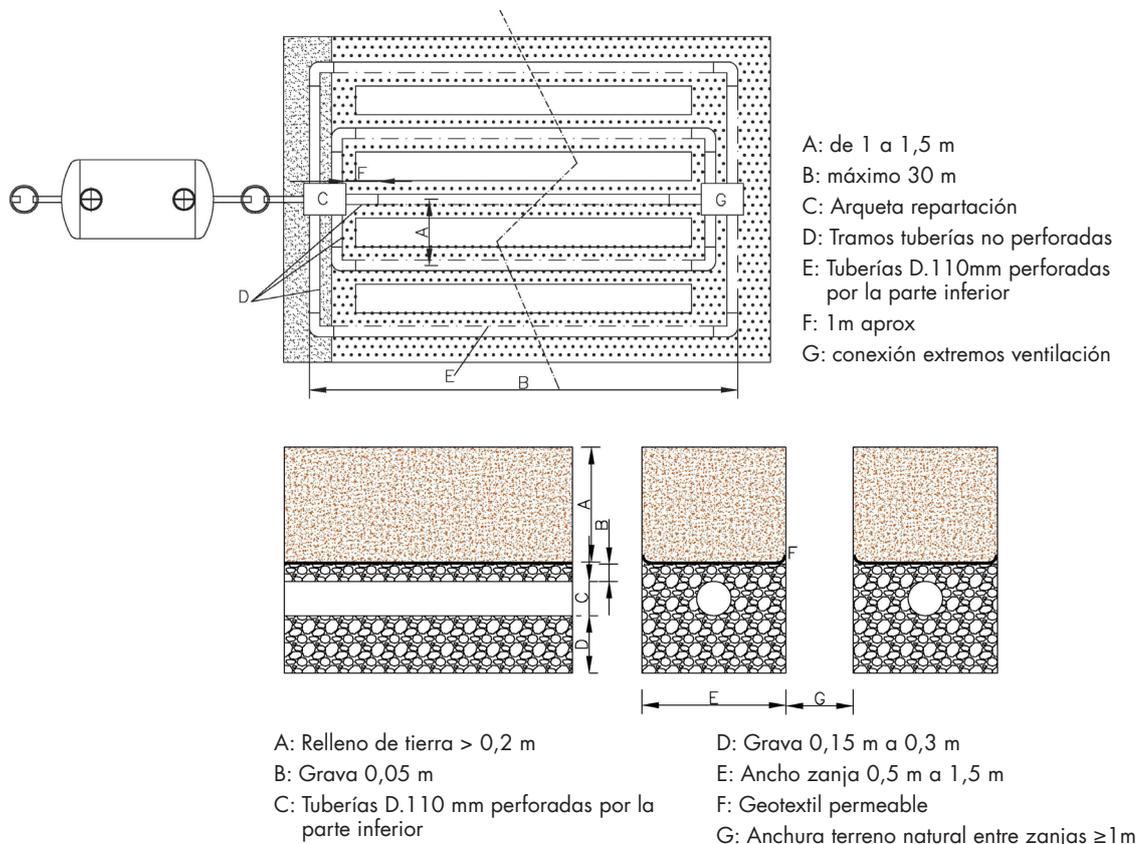


Figura 22: Esquema de una zanja de infiltración

### 9.3.2. Lecho de infiltración poco profundo

A diferencia de la zanja los lechos se realizan cuando el suelo es arenoso.

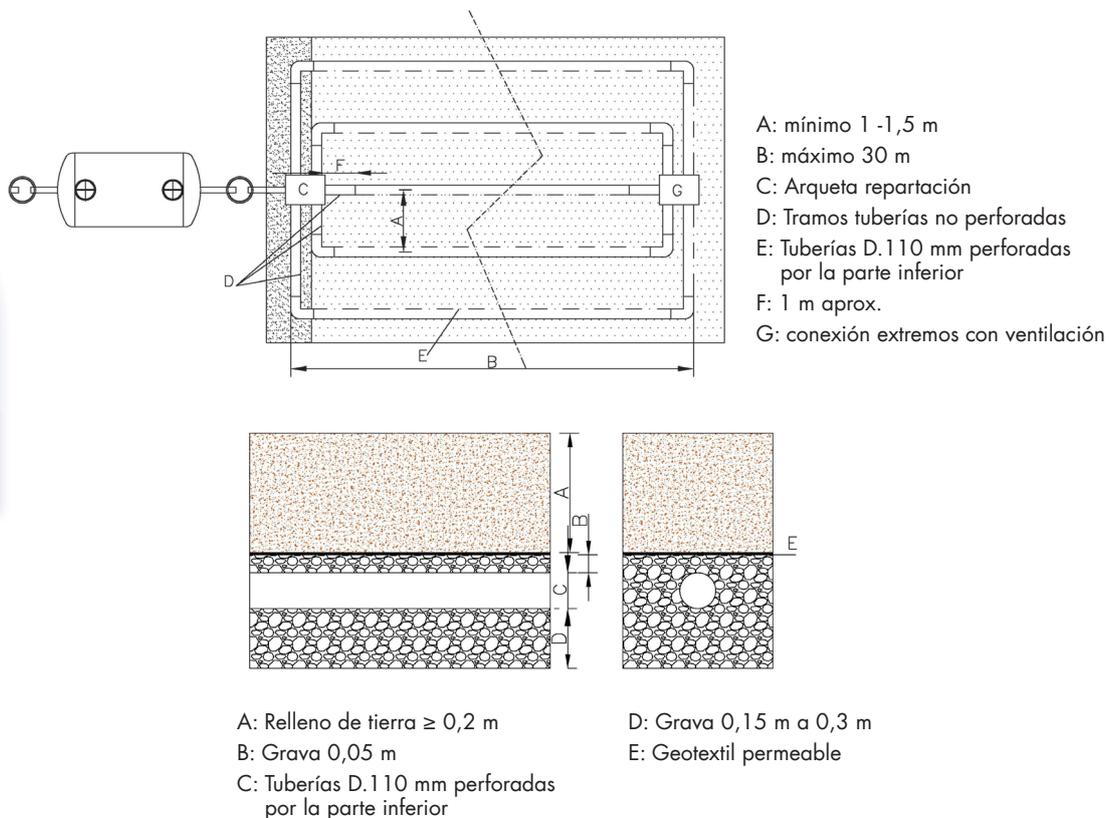


Figura 23: Esquema de un lecho de infiltración poco profundo

### 9.3.3. Montículo de Infiltración

Se suele utilizar este tipo de instalación cuando la capa freática, la capa rocosa o la roca agrietada se encuentra cercana a la superficie del terreno.

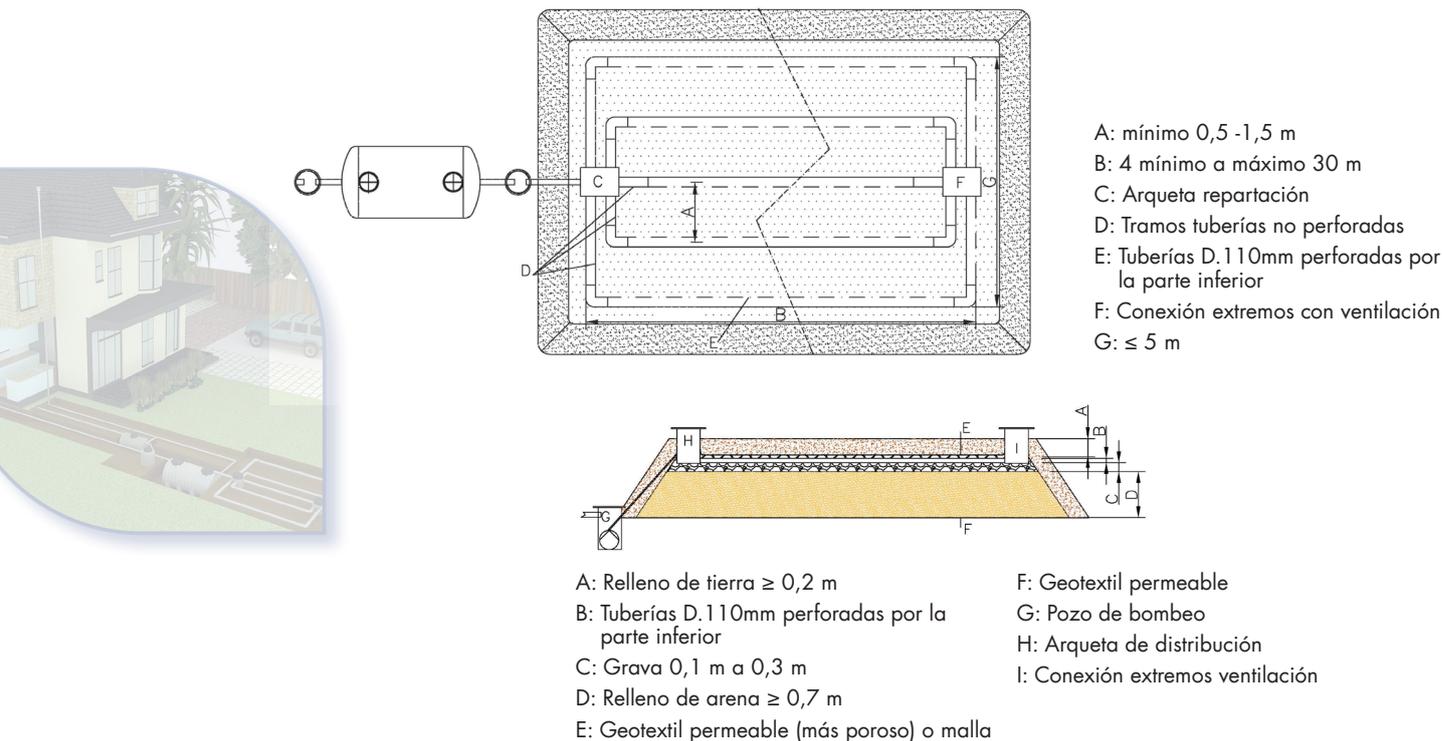


Figura 24: Esquema de un montículo de infiltración

#### Dimensiones de los sistemas de infiltración

Para la determinación de las dimensiones de los sistemas de infiltración será necesario un test de permeabilidad del terreno. Para ello, existen varios test, tales como el test Porchet o el test de Guelph. En caso de no disponer de test de permeabilidad del terreno, pueden considerarse las siguientes dimensiones para las **zanjas de infiltración** y **lechos de infiltración**, en función del tipo de terreno:

Tabla 27: Dimensiones del sistema de infiltración en función del número de habitantes y permeabilidad del terreno [41]

Nº habitantes equivalentes	Valor de K(*) (mm/h)			
	de 15 a 30	de 30 a 50	de 50 a 200	superior a 200
	Baja permeabilidad Suelos limosos o argilosos	Permeabilidad Media Suelos arenosos-limosos	Suelo permeable Suelos principalmente arenosos	Suelo muy permeable Suelo arenoso
Hasta 5 h-e.	Estudio particular	Zanjas de 50ml	Zanjas de 45ml	Lecho de infiltración: 30 m <sup>2</sup>
1 h-e adicional	Estudio particular	+ 10 ml	+ 9 ml	+ 6 m <sup>2</sup>

(\*) valor de permeabilidad ml (metros lineales de zanja)

Para los **montículos de infiltración**, la superficie mínima es de 20 m<sup>2</sup> para 4 h-e. y se debe sumar 5 m<sup>2</sup> por habitante adicional.

### 9.4. Check list de la puesta en marcha

Se propone a continuación un *check list* de los aspectos que se recomienda revisar para la puesta en marcha de una instalación. En cualquier caso, debe seguirse siempre la documentación de instalación del fabricante de los equipos y del proyecto en particular.



PUESTA EN MARCHA				
FECHA				
DIRECCIÓN de la OBRA				
EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN de la INSTALACIÓN				
PERSONA que REALIZA LA OPERACIÓN				
		<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>(**)</b>
<b>Condiciones generales de la Instalación de los equipos:</b>				
¿Se han seguido las recomendaciones de instalación proporcionadas por el fabricante?				
¿Se encuentran los equipos llenos de agua?				
¿La instalación presenta alguna de las siguientes situaciones? (*)				
Presencia nivel freático o zona inundable				
Tráfico rodado sobre los equipos o los equipos están instalados a profundidad superior a la permitida por el fabricante				
Terreno inestable				
Salida de gases: decantadores primarios, T. Imhoff, fosas sépticas...				
¿Se ha instalado una salida de gases? ¿está instalada adecuadamente?				
¿El diámetro del tubo es $\geq 110$ mm y el recorrido y ubicación de la tubería es correcto?				
Equipos que incorporan electromecánicos : bombas, soplantes, eyectores, biodiscos...				
¿La ubicación/protección de los electromecánicos instalados en el exterior es conforme? ( protegido de la lluvia, resguardado del polvo, suficientemente ventilado... )				
¿El diámetro de las tuberías de salida es igual o superior a la del electromecánico?				
¿El sentido de giro de los motores trifásicos es correcto (si aplica)?				
¿La programación de los electromecánicos es acorde a las instrucciones del fabricante?				
¿La regulación de los guardamotores es acorde con las características de cada motor?				
Arqueta de muestras				
¿Se ha instalado una arqueta de toma muestras o es posible extraer una muestra del efluente adecuadamente?				
Evacuación aguas tratadas				
Sistema utilizado para la evacuación:		Filtración		
		Infiltración		
		Otros		
(*) en caso afirmativo, comprobar si se han tomado las medidas adecuadas según la situación presentada				
(**) no se ha podido comprobar				

Figura 25: Ejemplo de check list puesta en marcha

## 10. Mantenimiento y control

Para conseguir un funcionamiento eficaz y minimizar averías de la depuradora, es necesario controlar y mantener los equipos.

### 10.1. Mantenimiento

A continuación se indican las posibles tareas que pueden llevarse a cabo en función del perfil hidráulico instalado.

#### Limpieza del entorno de la depuradora y arquetas registro

El crecimiento de la vegetación alrededor de la instalación puede dificultar el acceso a ella, resultando complicado realizar las operaciones de mantenimiento, y en algunos casos incluso provocarse daños en los equipos.

Las arquetas de acceso al equipo se deben mantener limpias y en perfectas condiciones para evitar la entrada de piedras y arenas en el interior de la depuradora.

#### Separadores de grasas

Los separadores de grasas se deben vaciar, limpiar y volver a llenar con agua limpia, como mínimo cada mes, aunque es preferible cada 15 días [33].

Además, se deberá tener en cuenta para su gestión la capacidad de almacenaje de grasas y lodos del separador.

#### Rejas de desbaste y tamices

Deberán retirarse regularmente los sólidos depositados en la cesta o en el contenedor, así como limpiar el sistema de desbaste. En el caso que haya reja de desbaste manual, se retirarán los sólidos mediante un rastrillo de púas o similar. Para las rejas automáticas y tamices, deberá revisarse el grado de desgaste de los elementos consumibles y proceder, si es necesario, a su sustitución.

Nunca se debe utilizar agua a presión para limpiar, si existen sólidos retenidos en la reja, ya que hay riesgo de empujarlos hacia el interior del equipo. El uso del agua a presión para limpieza únicamente debe hacerse después de extraer los sólidos de la reja.

#### Eliminación de flotantes en decantadores

Principalmente en decantadores o clarificadores, se deberá aspirar el sobrenadante (costra superficial formada por las grasas y materiales flotantes) y retirar estos flotantes para su gestión.

#### Vaciado de lodos en Decantadores, fosas sépticas, tanques Imhoff, clarificadores, reactores aireados y/o agitados.

La principal operación que deberá realizarse en cualquier sistema de depuración es el vaciado periódico de los lodos. Éstos son los sólidos que se acumulan, a lo largo del tiempo, en la depuradora. Están formados por materia orgánica e inorgánica y son producto del propio tratamiento de las aguas residuales. La retirada de los lodos se realizará mediante la evacuación de estos en un camión-cisterna y se llevará a cabo por un gestor de residuos autorizado. En algunos casos se podrá realizar el tratamiento «in situ» de estos lodos.

Es importante garantizar la correcta extracción del lodo siguiendo las instrucciones del fabricante que, en algunos casos, y sobre todo en reactores aireados y/o agitados, recomendará el paro de todos los electromecánicos que intervengan en esta operación, para evitar que se dañen.

Se deberá prestar especial atención en abrir las tapas lentamente para permitir la evacuación de posibles gases. Sobre todo, los generados en fermentaciones anaerobias (metano...) para evitar así, una depresión demasiado brusca en los equipos, que pueden provocar la contracción de las paredes de los depósitos o causar daños en la persona que realiza el vaciado (el metano es un gas pesado, explosivo y mortal).



Durante el vaciado es recomendable dejar una pequeña parte de la biomasa para facilitar el arranque del proceso de depuración. Además, se debe compensar la bajada de nivel de aguas, ocasionada durante la operación de vaciado, por un aporte regular y complementario de agua limpia, proveniente del inmueble o del vehículo de intervención.

La periodicidad del vaciado de lodos para depuradoras de menos de 50 h-e se determina durante el ensayo de eficiencia del marcado CE. Se deberá consultar las instrucciones del fabricante. Para depuradoras de más de 50 h-e esta periodicidad oscila generalmente entre 6 y 12 meses, dependiendo de los lodos acumulados y del volumen de los equipos.

### Sistema de difusión de aire

El sistema de aireación debe estar siempre en óptimas condiciones. Sin la adecuada aportación de aire difícilmente se logrará el rendimiento de depuración deseado.

Principalmente se distinguen dos sistemas de aireación, que introducen aire en el interior de la depuradora, mediante soplante que inyecta aire a través de una parrilla de difusores, o mediante eyectores instalados en el fondo de la depuradora que, por efecto venturi, introducen aire en ella.

En caso de que se disponga de un sistema de aireación por eyectores (efecto venturi) se deberá proceder a limpiarlos, cuando sea necesario.

Si la depuradora dispone de difusores de membrana para la difusión de aire, se deberán limpiar cuando estén colmatados, siguiendo las indicaciones del fabricante. Generalmente se realiza mediante una dosificación en la conducción de aire, con ácido fórmico.

### Equipos Electromecánicos

Atención: los siguientes trabajos sólo pueden realizarse por personal especializado.

El objetivo de estas tareas es de conservar las condiciones óptimas de funcionamiento y detectar posibles fallos potenciales que se puedan ocasionar.

Entre otras actividades destacamos:

- Sustitución y/o reparación de elementos deteriorados o averiados de los equipos.
- Lubricación (para evitar el desgaste de superficies en contacto y en movimiento).
- Ajuste y limpieza de los equipos.

## 10.2. Control

Para el seguimiento del sistema se pueden realizar las siguientes tareas:

### Inspección

- Estado externo de los equipos, arquetas de acceso y entorno.
- Color y transparencia del efluente de las aguas
- Color del lodo del interior del tanque
- Existencia de espumas
- Presencia de flotantes en los decantadores
- Burbujeo en reactores
- Presencia de malos olores (detectar dónde)
- Verificación del funcionamiento de los electromecánicos: detección de fallos (comprobación de consumos, lectura de manómetros, anomalías del nivel sonoro y/o vibraciones, sobrecalentamiento de motores...). En el caso de los cuadros eléctricos se debe verificar que no existen alarmas y que los pilotos están en buen estado.



### Nivel de grasas

Se debe controlar el nivel de grasas y lodos decantados en el separador de grasas. Estos niveles determinarán la necesidad de realizar un vaciado. Es recomendable utilizar un detector de nivel de grasas para detectar de manera fácil y fiable el alcance de este nivel máximo.

### Nivel de lodos en decantadores, fosas, tanques Imhoff...

Es recomendable determinar la altura de los fangos en la depuradora. Puede realizarse con un tubo transparente, dotado de una válvula en el extremo, que se desciende lentamente hasta el fondo del tanque. Seguidamente, se extrae el tubo pudiendo observar la altura de lodos. También existen detectores de lodos portátiles que determinan la altura del lodo introduciendo una sonda en el interior del depósito.

La altura de lodos nos indica el estado de colmatación de los decantadores.

### Control del oxígeno en reactores

Es importante el control de los niveles de oxígeno en los reactores para asegurar que mantienen unas condiciones aerobias para la degradación de la materia orgánica. Este parámetro debe estar por encima de 1-2 mg/l de oxígeno disuelto.

### Prueba de la $V_{30}$ en reactores

El objetivo de esta prueba es obtener información sobre la acumulación de lodos en el reactor, la capacidad de separación sólido-líquido, así como otros aspectos importantes para su correcto funcionamiento

Protocolo: La prueba consiste en recoger una muestra homogénea del reactor cuando éste está en fase de aireación y verterla en una probeta transparente de 1 L (generalmente plástica). Se debe observar el proceso de separación durante 30 minutos.

Generalmente, a partir de una sedimentación de 400-500 ml de lodos / L muestra se deberá proceder a una purga o vaciado de lodos.

### Toma de muestras

Una correcta toma de muestras es determinante para controlar la calidad de un efluente.

La arqueta de toma de muestras deberá disponer de una entrada y salida, instalados a diferentes alturas para que se disponga de espacio suficiente para colocar un recipiente por debajo de la entrada de aguas. Se recogerán las aguas que estén saliendo de la depuradora, aguas circulantes, evitando recoger las aguas estancadas en la arqueta de toma de muestras. Para ello, es recomendable que la salida esté en el fondo de la arqueta. Además, se recomienda no alterar el caudal natural de la depuradora.

Las muestras se deben tomar en botellas de boca ancha perfectamente limpias y aclaradas varias veces con la misma agua a analizar.

### Control analítico

Es aconsejable realizar el análisis de las muestras de aguas del afluente y del efluente, con el objetivo de determinar la eficiencia depuradora del sistema. Además, en algunos casos, también se podrán analizar las aguas del reactor para evaluar el estado de la planta.

Principalmente, se deben analizar los siguientes parámetros: DQO, Sólidos en Suspensión y pH.

A estos parámetros se debe sumar el control de amonio, nitratos, fósforo, grasas...



A continuación un modelo tipo de hoja de control:

MANTENIMIENTO Y CONTROL					
FECHA	EQUIPO	OPERACIÓN (*)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COMENTARIOS	REALIZADO POR: Nombre de la Empresa y del/de la Técnico/a
		Inspección visual			
		Prueba V <sub>30</sub>			
		Control oxígeno			
		Nivel lodos			
		Calibración de sondas:			
		O <sub>2</sub> , redox...			
		Toma de muestras		Parámetros analizados:	
		Afluente			
		Efluente			
		Vaciado de grasas			
		Vaciado de lodos			

(\*) Nota: se recomienda guardar las facturas de las operaciones realizadas por empresas competentes

Figura 26: Ejemplo de hoja de control



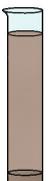
### 10.3. Principales problemas: causas y soluciones

De modo orientativo, indicamos en la siguiente tabla las problemáticas más conocidas que pueden ocurrir, identificando sus posibles causas y soluciones.

Tabla 28: Problemas, causas y posibles soluciones

PROBLEMAS	CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES
<b>SALIDA DEL TRATAMIENTO</b>		
Se observa que el efluente es turbio y presenta sólidos	Baja eficiencia de la depuradora, falta de mantenimiento o un mal muestreo	A,B,C,D,E
La analítica presenta valores de pH inferiores a 4,5 o superiores a 10	Vertidos incontrolados de origen industrial	F
Se detecta que las aguas en el interior de la depuradora se encuentran a temperaturas elevadas o bajas que provocan el cese de la actividad biológica (*)	Depuradoras instaladas en superficie, por ejemplo en refugios de montaña o bien por baja aportación de aguas durante un periodo	G
<b>FOSAS, DECANTADORES, T. IMHOFF...</b>		
Presencia de malos olores	Debido a la descomposición anaerobia de las aguas residuales, se producen gases que deben evacuarse adecuadamente	H
<b>REACTORES AIREADOS</b>		
El color del lodo del reactor es negruzco (en vez de marronoso)	Generalmente se debe a la falta de oxígeno	A,B,C
Presencia de malos olores: picante, huevos podridos... en el reactor.	Ineficaz aireación del reactor (generalmente también se observa un color negruzco del lodo)	B,C
Presencia de espumas blancas ligeras (aspecto jabonoso)	Puede darse en la arrancada del tratamiento por falta de biomasa en el reactor	I



PROBLEMAS	CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES
Falta de burbujeo	Suele darse por problemas en el sistema de aireación o por la programación de los electromecánicos	B, C
Prueba $V_{30}$ . Se observa: El agua es turbia, la cantidad de sólidos en suspensión es baja y el lodo no decanta	 Puede darse por los siguientes motivos: • Arranque de la depuradora • Falta de biomasa • Baja recirculación del decantador secundario al reactor	I, C
Se muestran espumas tipo mouse de color chocolate y bajo esta capa las aguas son claras	 • Presencia de grasas que arrastran parte del lodo	J, K
	• Presencia de microorganismos filamentosos (foaming)	A, J
	• Desnitrificación incontrolada	J, L
El agua superficial es clara pero se detecta una elevada cantidad de lodos	 • Excesiva acumulación de lodos aunque el sistema de aireación es capaz de aportar suficiente oxígeno • También es posible que sea por presencia excesiva de bacterias filamentosas si el lodo se observa poco compactado (bulking)(**)	A
El agua es turbia, la cantidad de sólidos en suspensión es alta el lodo no decanta o decanta parcialmente	 • Falta de aporte de oxígeno • Exceso de lodos en el sistema y falta de aporte de oxígeno • También es posible que sea por presencia excesiva de bacterias filamentosas si el lodo se observa poco compactado (bulking) (**)	A, B, C
<b>DECANTADORES SECUNDARIOS, CLARIFICADORES</b>		
Presencia de flotantes en los decantadores o clarificadores	Puede darse por diversos motivos: • Presencia de grasas	J, K
	• Exceso de lodos • Fenómenos tales como bulking, foaming, desnitrificación incontrolada...	A, J

(\*) A temperaturas entre 45-50°C se detiene la digestión aerobia y de nitrificación. Alrededor de 15°C las bacterias productoras de metano paran su actividad así como cerca a los 5°C las bacterias nitrificantes también la cesan o alrededor de los 2°C las bacterias que actúan sobre la materia carbonosa [43].

(\*\*) Determinar el Índice volumétrico de fangos (IVF) para confirmar la existencia de éste fenómeno. Si se encuentra por encima de 150 ml/g puede confirmar esta hipótesis.

- A: Vaciado del tanque (dejando una parte de la biomasa) o realizar una purga de lodos.
- B. Verificar el estado de los sistemas de aireación (agitadores, eyectores, turbinas, compresores, difusores, circuitos de aireación...)
- C. Verificar la programación/temporización de los equipos electromecánicos (sistemas de aireación, recirculación, purga...).
- D: Comprobar que se ha realizado un muestreo adecuado.



- E: Verificar la composición del afluente de las aguas de entrada y el dimensionado de la planta depuradora.
- F: Eliminar en origen el vertido industrial.
- G: Una de las posibles soluciones pasaría por vaciar parcialmente el tanque, o bien calorigar o proteger el depósito de los cambios de temperatura.
- H: Consultar el apartado 9.1.1.
- I: Esperar que se genere biomasa (unos días) o bien realizar un cultivo de biomasa procedente de otra depuradora similar que funcione correctamente del orden de 0,5-1 g/l en el interior del reactor.
- J: Retirar los flotantes.
- K: Eliminar las grasas en origen (buenos hábitos de trabajo) e instalar un separador de grasas.
- L: Reducir el tiempo de retención del decantador y/o aumentar la recirculación de lodos.

## 11. Buenas prácticas para una correcta depuración

A fin de facilitar una correcta depuración de las aguas residuales, recomendamos que los usuarios de las instalaciones sigan las siguientes acciones.

Tabla 29: Buenas prácticas

RESIDUOS PROCEDENTES DE	DEBEN DEPOSITARSE EN
<b>COCINAS</b>	
Aceites de origen vegetal o animal	Estos deberán almacenarse en contenedores o bidones para su posterior gestión.
Restos de comida	Retirarse en el contenedor de residuos orgánicos. Los envoltorios y servilletas de papel que contengan restos de comida deberán tirarse en la basura.
Antes del lavado de los utensilios de cocina: cazuelas, sartenes, platos... es importante retirar los restos de comida y de aceite con una espátula o esponja.	
<b>BAÑOS</b>	
Productos sanitarios y de higiene: Toallitas húmedas, discos de algodón, bastoncillos, tampones, compresas, preservativos, textiles...	Estos deben tirarse a la basura.
<b>OTROS</b>	
Medicamentos	Estos deben entregarse en el punto SIGRE de las farmacias.
Lejía, amoníaco, ácido clorhídrico, pesticidas e insecticidas. Pinturas, disolventes. Aceites minerales y otros productos procedentes de vehículos	Deberán almacenarse en bidones o contenedores y entregarse a un gestor de residuos.



- No utilizar el wáter como basurero o vertedero para la evacuación de los siguientes residuos sólidos y líquidos:
- Reducir el uso de detergentes. Es recomendable el uso de detergentes biodegradables y de bajo contenido en fosfatos.
- En el caso de usar descalcificadores, se deberán programar las descargas de las sales de modo que se viertan gradualmente.

## 12. Referencias

- [1] Normativa UNE-CEN/TR 12566-5 IN - Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 5: sistemas de filtración de efluentes, 2010.
- [2] Normativa UNE-CEN/TR 12566-2 IN - Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 2: Sistemas de infiltración de suelos, 2007.
- [3] Directiva (UE) 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, N° L 135/40, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991.
- [4] Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Boletín Oficial del Estado de 24 de julio de 2001, núm. 176.
- [5] 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, Boletín Oficial del Estado, de 30 abril de 1986.
- [6] Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. Boletín Oficial del Estado de 29 de marzo de 1996, núm. 77.
- [7] Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas. Boletín Oficial del Estado de 3 de febrero de 2007, núm. 30.
- [8] Dirección General del Agua, Secretaria de Estado de Medio Ambiente. Síntesis de los planes hidrológicos españoles. Segundo ciclo de la DMA (2015 – 2021). Enero de 2017.
- [9] Real Decreto Ley 1/2006, Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española del Cantábrico Oriental, Miño - Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro, Boletín Oficial del Estado de 19 de enero de 2016, núm. 16, 8 de enero de 2016.
- [10] Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, en el cual se citan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción y en la normativa que lo desarrolla.
- [11] Confederación Hidrográfica del Segura. Autorización de vertido de viviendas unifamiliares y núcleos urbanos de hasta 250 habitantes equivalentes: Requisitos a cumplimentar, 2017.
- [12] Augas de Galicia (2012). Objetivo y características en los efluentes, residuos y fangos (Edar-1/1/4). Instrucciones Técnicas para obras hidráulicas en Galicia. Serie EDAR.
- [13] Junta de Andalucía. Decreto 109/2015, por el que se aprueba el reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo Terrestre de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía de 12 de mayo de 2015, núm. 89.
- [14] Cataluña (2016 – 2021). Programa de medidas del Plan de gestión del distrito en la Cuenca Fluvial de Cataluña.
- [15] Resolución de la directora general de Recursos Hídricos por la que se dispone la publicación de las determinaciones del contenido normativo del Plan Hidrológico de las Islas Baleares, aprobado mediante el Real Decreto 51/2019, de 8 febrero, Palma, 2019.
- [16] Decreto 174/1994 por el que se aprueba el Reglamento de control de vertidos para la protección del Dominio Público Hidráulico de Canarias. Boletín Oficial de Canarias de 24 de agosto de 1994, núm. 104.
- [17] Decreto 168/2018, de 26 de noviembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife.





- [18] Decreto 2/2019, de 21 de enero, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria.
- [19] Decreto 184/2018, de 26 de diciembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de El Hierro.
- [20] Decreto 186/2018, de 26 de diciembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote.
- [21] Decreto 185/2018, de 26 de diciembre, por el que aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de Fuerteventura.
- [22] Decreto 169/2018, de 26 de noviembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de La Palma.
- [23] Decreto 137/2018, de 17 de septiembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Hidrológico Insular de la Demarcación Hidrográfica de la Gomera.
- [24] Secretaría general de industria y de la pequeña y mediana empresa. Productos de construcción (Reglamento (UE) n° 305/2011). Marcado CE. ¿Cómo se comprueba?, 2018.
- [25] Normativa UNE - EN 12566 Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes, 2017.
- [26] Normativa UNE - EN 12566-1. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 1: Fosas sépticas prefabricadas, 2017.
- [27] Normativa UNE - EN 12566-3. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 3: plantas de depuración de aguas residuales domésticas prefabricadas y/o montadas en su destino (in situ), 2017.
- [28] Normativa UNE - EN 12566-4. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Part 4: Fosas sépticas montadas en su destino a partir de conjuntos prefabricados, 2017.
- [29] Normativa UNE - EN 12566-6. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 6: unidades de tratamiento prefabricadas para efluentes de fosas sépticas, 2017.
- [30] Normativa UNE - EN 12566-7. Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 7: unidades prefabricadas de tratamiento terciario, 2017.
- [31] Normativa UNE - EN 1825: Separadores de grasas, 2005.
- [32] Normativa UNE - EN 1825-1. Separadores de grasas. Parte 1: Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado y control de calidad, 2005.
- [33] Normativa UNE - EN 1825-2. Separadores de grasas. Selección del tamaño nominal, instalación, funcionamiento y mantenimiento, 2002.
- [34] Huerta, R. y Marcos, C., (CHD), Iburguren, N., y Ordás, S., (OMICRON-AMEPRO, S.A. Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones, Confederación Hidrográfica del Duero (CHD), 2010.
- [35] Ministerio de Medio Ambiente. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones, 2010.
- [36] Ministerio de Medio Ambiente. XXIII curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras, Madrid, 2005.
- [37] Academia Ingnova. Diseño de EDAR en pequeñas poblaciones.
- [38] Caro, R.E. Estudio de aplicación de Biorreactores de Membrana (MBR) en la depuración de las aguas residuales, Trabajo Fin de Máster, Universidad de Cádiz, 2014.
- [39] British Water. Code of practice: flows and loads «Sizing criteria, treatment capacity for sewage treatment systems», 2013.
- [40] MINISTERIO DE LA VIVIENDA, Código Técnico de la Edificación - Documento básico HS salubridad, Madrid, 2017.



- [41] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs, La Défense cedex, 2016.
- [42] AFNOR, Dispositifs d'assainissement non collectif(dit autonome)-Pour les maisons d'habitations individuelle jusqu'à 20 pièces principales-Partie1-1:cahier des clauses techniques types-Partie1-2:critères généraux-Partie2:cahier des clauses administratives spécial, La Plaine Saint-Denis Cedex: AFNOR, 2013.
- [43] M. & Eddy, Ingenieria de aguas residuales : redes de alcantarillado y bombeo, Madrid: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, 1998.
- [44] Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Boletín Oficial del Estado de 12 de septiembre de 2015, núm. 219.
- [45] Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2011 que deroga la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 88, de 4 de abril de 2011.
- [46] Comisión Europea. Mercado CE de los productos de construcción. Paso a Paso.
- [47] Reglamento (UE) n° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2011 que deroga la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 88, de 4 de abril de 2011..





Asociación Española  
de Empresas del Sector  
del Agua

[www.aquaespana.org](http://www.aquaespana.org)