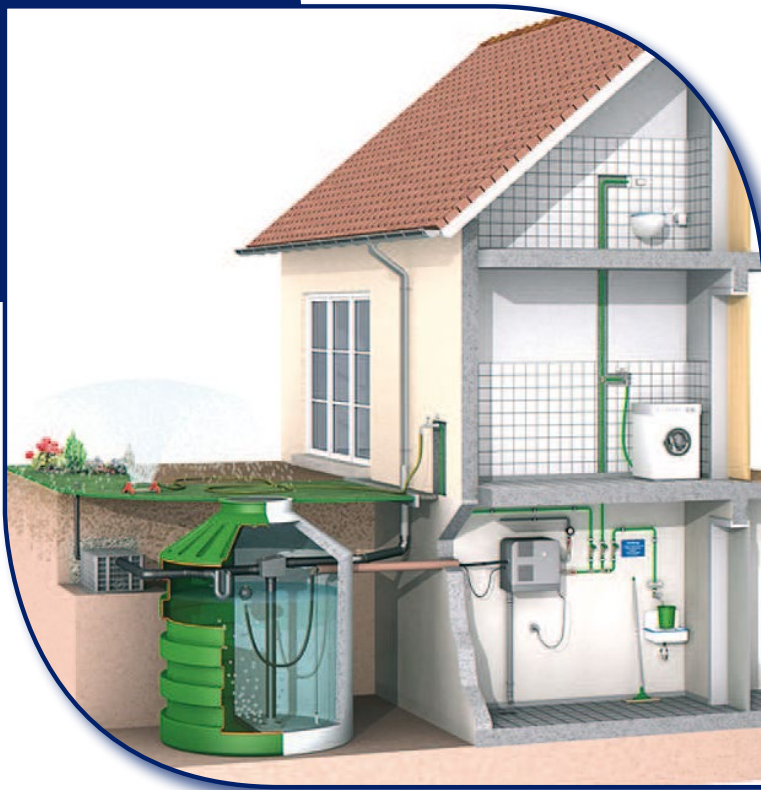


Guía Técnica

de aprovechamiento de aguas pluviales
en edificios





Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios

© AQUA ESPAÑA 2016.

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 DE TRATAMIENTO
Y CONTROL DE AGUAS (AQUA ESPAÑA).

NIF: G08942583.

Nº nacional en el Registro Nacional de Asociaciones: 588835.

www.aquaespana.org

Índice



Prólogo	4
1. Objetivo	5
2. Terminología	6
3. Aplicaciones	9
3.1. Interior de los edificios	9
3.2. Exterior de los edificios	9
3.3. Usos industriales	9
4. Diseño y equipos	10
4.1. Captación	10
4.2. Filtración	11
4.3. Almacenamiento	12
4.4. Sistema de distribución	15
5. Instalación	17
5.1. Capacidad de entrada de agua al sistema	17
5.2. Independencia del sistema	17
5.3. Señalización	17
5.4. Tuberías y canalizaciones	18
5.5. Emplazamientos	18
5.6. Infiltración de aguas de rebose	18
6. Mantenimiento y control del sistema	19
7. Bibliografía	20

Agradecimientos

Aqua España agradece la colaboración de todos los profesionales y técnicos expertos en la temática de esta guía técnica que han participado en la elaboración de este documento, aportando ideas, facilitando datos y otra información de interés que ha sido esencial para la redacción de esta guía técnica.

Merecen especial mención los componentes del comité redactor de esta guía revisada 2016, miembros de la Comisión Sectorial de Aguas Pluviales de Aqua España, y que se citan a continuación:

Jordi Lluís Huguet	AGUAPUR
Jean Oró	AQUA AMBIENT IBÉRICA
Vicente Tormo	HIDROWATER
Maria Cinta Pastor	LABORATORIO DR OLIVER RODÉS
Sílvia González	REMOSA

Prólogo

El agua de lluvia, un recurso disponible

En España disponemos de edificios e infraestructuras creadas ya en la Edad Clásica que ilustran la importancia del aprovechamiento del agua de la lluvia en países del ámbito mediterráneo como es el nuestro. Y es que el agua de lluvia es un recurso alternativo para el suministro de agua en los edificios y viviendas que resulta de especial interés medioambiental y económico. Particularmente allí donde el agua disponible es escasa y/o donde ya tiene una tarifa ajustada a su coste real, de acuerdo a los preceptos de la Directiva Marco del Agua.

Existen multitud de aplicaciones diarias que no requieren una calidad de agua potable y para las cuales el agua de lluvia es una alternativa eficaz y adecuada: cisternas de inodoros, lavado de ropa, riego, limpieza. Aplicando estas medidas se puede reducir un 40% el consumo de agua de nuestros hogares.

España fue hace siglos pionera en Europa en el aprovechamiento del agua, pero hoy está en la cola del continente en la instalación de estas soluciones que tanta aplicación tienen en el centro y norte europeo como medida sostenible en el uso del agua. Las inercias normativas, técnicas y de mercado son los principales obstáculos que han frenado y siguen frenando una amplia implementación de estas tecnologías, incluso cuando éstas están contrastadas ya en otros países.

El compromiso de Aqua España con las soluciones sostenibles para el acondicionamiento y la gestión del agua hizo que en 2008 la Asociación creara una comisión de trabajo orientada a promover el conocimiento de las soluciones para el aprovechamiento de las aguas pluviales en los edificios, aplicable a entornos mediterráneos como es el caso de nuestro país. Con este objetivo se publicó en 2011 la primera edición de la *Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios*, que se puso a disposición pública de todos los interesados en esta materia, y que ha sido hasta la fecha el referente técnico para los profesionales del sector, los profesionales de la arquitectura sostenible, y muchos técnicos de la Administración Pública implicada en este ámbito.

Desde entonces Aqua España ha participado en múltiples eventos e iniciativas de promoción de estas soluciones, a la vez que seguía la evolución tecnológica y de mercado de las mismas. Fruto de ello se consideró oportuno hacer una versión revisada de la guía técnica publicada en 2011, actualizando las mejores tecnologías disponibles e incorporando nuevos datos e información de interés. El resultado de ello es este documento.

Con esta edición revisada 2016, Aqua España pretende generar un nuevo impulso en nuestro país a la instalación de estas soluciones sostenibles para el uso del agua, que deben tener un papel central en las iniciativas avanzadas de gestión del agua. Deseamos y esperamos que nuestro compromiso sea compartido y reforzado por los organismos públicos implicados en la temática, y que con ello se contribuya a disponer de un país más sostenible.



1. Objetivo

Esta guía técnica pretende ser una actualización a la versión publicada en 2011 por Aqua España de la Guía Técnica Española del Aprovechamiento de Aguas Pluviales, manteniendo el objetivo original de dar a conocer las soluciones y tecnologías más adecuadas en la gestión de las aguas pluviales y las buenas prácticas asociadas, con la finalidad de promover el buen diseño, instalación y mantenimiento de las instalaciones de aprovechamiento de aguas pluviales.

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una fuente alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua de consumo en determinadas aplicaciones y de esta forma contribuyen al ahorro de este recurso.

El presente documento facilita informaciones técnicas sobre la gestión y la reutilización de aguas pluviales procedentes de cubiertas y terrazas; va dirigido a ingenieros, técnicos, arquitectos, instaladores y usuarios de los ámbitos de la administración pública, empresarial y particular.

Esta guía facilita asimismo informaciones y criterios sobre los componentes, el diseño y dimensionado, la instalación y el uso de los sistemas de reutilización de aguas pluviales para todo tipo de edificaciones, construcciones nuevas y rehabilitaciones de edificios.



2. Terminología

Agua pluvial

Agua de lluvia, procedente de la precipitación natural que ha recorrido una columna atmosférica.

Agua potable

Agua que sigue las pautas de calidad de la normativa vigente RD 140/2003 de 7 febrero, armonizada con la Directiva europea 98/83 para aguas de consumo. Ésta mayoritariamente es distribuida por una compañía autorizada, si bien también pueden calificarse para consumo aguas de captaciones propias debidamente legalizadas.

Canaleta

Elemento de conducción del agua pluvial acumulada de la superficie de recogida que posteriormente se dirigirá a través de bajantes hacia el sumidero para ingresar en el sistema de reaprovechamiento de agua pluvial.

Cisternas o depósitos de acumulación

Recipientes de acumulación de agua pluvial.

Coefficiente de superficie de captación

Es un parámetro que combinando posición, inclinación, orientación y composición de la superficie de captación, nos modifica la cantidad de agua captada realmente y por tanto el dimensionado del depósito.

Conexión cruzada

Conexión hidráulica física entre dos sistemas separados que puede dar origen a contaminación entre ambos.

Deflector

Aparato instalado en la alimentación del depósito que minimiza la turbulencia y reduce la velocidad de entrada del agua en ella. El objetivo de su uso es evitar en lo posible la suspensión de sólidos decantados en el depósito.

Dispositivo de descarte de primeras aguas

Elemento automático o manual que evita el ingreso al sistema de las primeras aguas de lavado de la superficie de captación.

Eficiencia de los filtros

Proporción entre el agua que entra en el filtro y la cantidad de agua acumulada para su utilización.

Grado de filtración

Se define como el tamaño mínimo de las partículas rechazadas por el filtro.

Mecanismo de prevención de flujo inverso

Previene la contaminación del agua potable por medio de un reflujo desde un sistema de agua no potable (EN 1717, "Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo").

Periodo de retorno

Periodo de tiempo medio en el que se iguala o excede la intensidad de precipitación para una unidad de tiempo determinado.

Pluviometría anual

Cantidad total de precipitación anual por unidad de superficie, comúnmente metro cuadrado.

Unidad de control

Unidad que controla y/o monitoriza el sistema de reaprovechamiento de agua pluvial y facilita una operación eficiente.



Sostenibilidad

Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades, en este caso de agua, de la población actual sin comprometer la capacidad de suministro a generaciones futuras o a poblaciones de otras regiones, o de satisfacer sus necesidades.

Sumidero

Elemento físico superficial y conducto por donde entra el agua a un sistema de reaprovechamiento de agua pluvial.

Suministro

Punto de demanda o uso en el sistema.

Superficie de captación

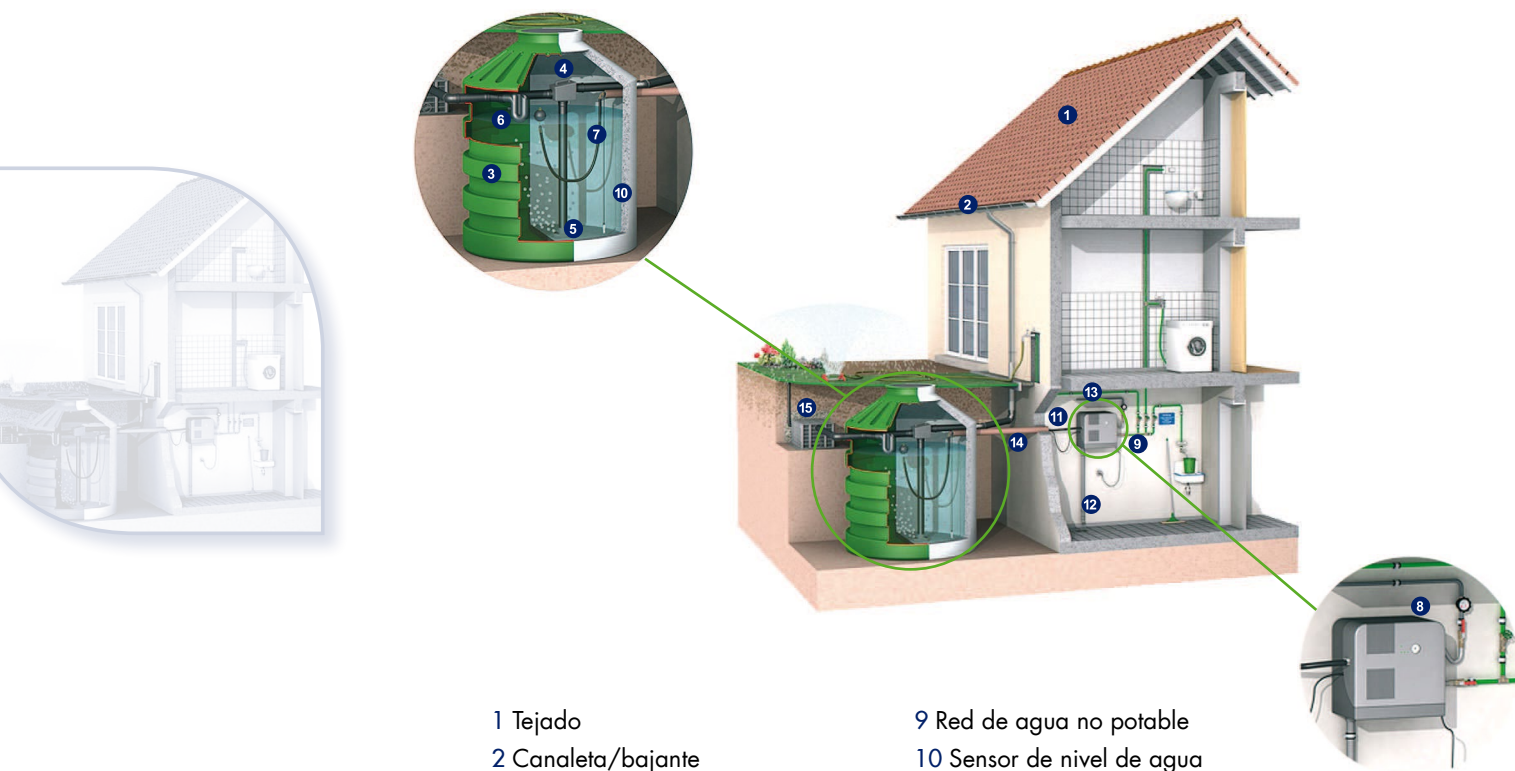
Superficie en la cual se recoge agua pluvial para ser almacenada.

Tejados inaccesibles

Cubierta de un edificio no accesible al público, exceptuando el acceso para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento.



Componentes de la instalación para la recuperación de aguas pluviales



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 Tejado | 9 Red de agua no potable |
| 2 Canaleta/bajante | 10 Sensor de nivel de agua |
| 3 Depósito de almacenaje | 11 Tubería de aspiración |
| 4 Filtro | 12 Rebosadero del equipo de control |
| 5 Entrada anti-turbulencia | 13 Tubo de agua potable para la realimentación |
| 6 Rebosadero con sifón | 14 Tubo de servicio |
| 7 Toma de agua | 15 Infiltración |
| 8 Equipo de control | |

La instalación de estos sistemas de reaprovechamiento de aguas pluviales se recomienda que sea mediante profesionales cualificados, cumpliendo con las normativas y guías técnicas vigentes.

3. Aplicaciones

Esta guía trata de las aguas pluviales procedentes de los tejados de viviendas o terrazas. Las aguas que provienen de superficies de recogida habitualmente transitables u otros sitios con residuos especiales, tienen que ser tratadas según la normativa vigente aplicable.

Las aguas de lluvia pueden ser empleadas para diversas aplicaciones, siendo las más habituales:



3.1. Interior de los edificios

- Cisternas de inodoros
- Lavado de los suelos
- Lavadora (en el uso del agua pluvial para lavadoras, se aconseja un tratamiento complementario, según las especificaciones del fabricante)

El agua pluvial debe respetar las normativas de calidad de las aguas de baño en los términos de la legislación nacional y de las directivas europeas aplicables. Asimismo, y por aplicación del principio de prevención, se excluye su uso en casos particulares como los centros médicos, sociales y de alojamiento de personas mayores y los de enseñanza infantil y primaria.

3.2. Exterior de los edificios

- Riego de zonas ajardinadas
- Lavado de los suelos
- Lavado de vehículos

En el caso de riego por aspersión de las zonas verdes accesibles al público, éste debe ser realizado fuera de los periodos de afluencia pública u otras medidas para evitar el riesgo de legionelosis.

3.3. Usos industriales

Se recomienda un estudio para cada aplicación, por ejemplo:

- Limpieza de superficies y vehículos industriales
- Depósito de almacenamiento de agua contra incendios
- Riego

4. Diseño y equipos

4.1. Captación

4.1.1. Superficies de captación

Se considerarán superficies de captación aquellas que, salvo operaciones de mantenimiento, no sean transitables. Desde un punto de vista cuantitativo se pueden usar todas las superficies de recogida disponibles que sean adecuadas cualitativamente. El diseño de las pendientes de las cubiertas, los sistemas de drenaje así como los sumideros se deberá realizar de acuerdo al código técnico de la edificación vigente.

Las superficies de captación pueden ser diversas y hay que considerar el efecto que a nivel cuantitativo y cualitativo producen en el agua recogida. A nivel cualitativo hay que tener en cuenta las limitaciones de los tejados verdes (por la aportación de nutrientes), los tejados asfálticos (por la aportación de hidrocarburos) o los tejados metálicos (por la aportación de iones metálicos), así como las limitaciones según las normativas específicas de los tejados de fibrocemento, amiantos u otros.

A nivel cuantitativo, la posición, inclinación, orientación y composición de la superficie de captación, deben ser tomados en consideración. Según la Norma DIN 1989-1:2001-10, "Regenwassernutzungsanlagen-Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung" se pueden emplear, como base de partida en función del tipo de tejado, los siguientes coeficientes de la superficie de captación expresados en tantos por uno.

Composición	Coefficiente
Tejado duro inclinado*	0,8
Tejado plano sin gravilla	0,8
Tejado plano con gravilla	0,6
Tejado verde intensivo	0,3
Tejado verde extensivo	0,5
Superficie empedrada	0,5
Revestimiento asfáltico	0,8
* desviaciones en función de la capacidad de absorción y la rugosidad	

4.1.2. Conducciones/Canaletas

El material constructivo de las canaletas no debe ser fácilmente alterable ni modificar a su vez en ningún caso la calidad del agua transportada, recomendándose utilizar materiales reciclables.

Las canaletas o conducciones verticales pueden ser colocadas en el interior o exterior de edificios. En el caso de conducciones interiores se debería considerar su accesibilidad para labores de mantenimiento en puntos estratégicos y en cualquier caso según establezcan las normas y reglamentos competentes vigentes en cada momento.

4.1.3. Sistema de descarte de las primeras aguas (*first flush*)

Es importante descartar las primeras aguas después de un periodo prolongado sin lluvia, debido a la abundante suciedad que podrían arrastrar al depósito.



4.2. Filtración

4.2.1. Objetivo de la filtración

Previo a la entrada en los depósitos de acumulación, las aguas pluviales deben ser filtradas para evitar la entrada de suciedad en los depósitos de almacenaje que pueden causar averías de funcionamiento del sistema, empeorar la calidad del agua almacenada o conllevar costes de mantenimiento innecesarios.

4.2.2. Tipos de filtros

Se puede distinguir tres tipos de filtros en función de su ubicación:

- Tipo U1. Filtros para la instalación en bajantes
- Tipo U2. Filtros para la instalación en depósitos
- Tipo U3. Filtros para la instalación individual (en arquetas, enterradas o en superficie).

Con respecto al principio de funcionamiento existen dos tipos básicos:

- Tipo F1. Filtros con expulsión de la suciedad "autolimpiantes"*
- Tipo F2. Filtros con acumulación de la suciedad

*Observación: El término "autolimpiante" no significa que los filtros correspondientes estén libres de mantenimiento.

4.2.3. Eficiencia

Definimos la eficiencia en la recogida, como el parámetro que nos permite calcular la proporción de agua que realmente entra dentro el depósito de recogida, una vez descontada la pérdida en la captación por el sistema de filtrado previo a la entrada.

La eficiencia de los filtros varía en función del diseño (paso de sólidos, tipo de funcionamiento, etc.) y de la intensidad de la lluvia. En función de la luz de paso, la mayoría de los filtros disponibles en el mercado tiene una eficiencia superior al 80% respecto a los materiales que pretenden remover.

Son más fiables las informaciones sobre la eficiencia de los filtros contenidas en la Norma DIN 1989-2 (2004-08) *Rainwater Harvesting Systems - Part 2: Filters*, al ser informaciones comprobadas por un organismo independiente.

4.2.4. Grado de filtración

Los filtros disponibles en el mercado tienen un grado de filtración habitual entre 0,5 y 3 mm. En función del uso del agua previsto y el filtro de entrada elegido puede ser necesaria la instalación de filtros más finos en la correspondiente línea de suministro. Es recomendable, combinar distintos tipos de filtros (en su localización y en el tamaño de la luz de paso) para conseguir unos gradientes de filtración que permitan aumentar el aprovechamiento y disminuir los sólidos en suspensión del agua captada.

4.2.5. Dimensionado y capacidad de los filtros

Los filtros deben ser dimensionados en función del caudal de agua que puede pasar por ellos. Como orientación se pueden utilizar las informaciones de los fabricantes que en muchos casos asignan una máxima superficie de recogida a sus filtros (por ejemplo, hasta 150 m²). De todas formas y en ningún caso el filtro debe reducir el corte seccional de la tubería final de aguas pluviales antes del filtro.

Especialmente, en instalaciones de tipo U2 y U3 será recomendable consultar a un profesional especializado en sistemas de aguas pluviales para el correcto dimensionado del filtro.



4.2.6. Instalación de los filtros

Los filtros deben ser instalados de forma que se facilite su mantenimiento y limpieza. Es importante en las instalaciones de los filtros tipo U2 y U3, tener en cuenta la posible pérdida de nivel entre la entrada y la salida del filtro.

En las instalaciones de los filtros tipo F1 se debe prever la conexión de la tubería del agua de rechazo con un sistema adecuado de desagüe.

En todos los casos de conexión del desagüe a un nivel inferior al del reflujo, los filtros deben estar provistos de la adecuada protección, con un sistema anti-retorno o similar, para evitar la posible entrada de agua sucia.

En instalaciones con infiltración o drenaje de aguas de rechazo, es necesario instalar un filtro tipo F2 que impiden infiltrar posibles sólidos.



4.2.7. Mantenimiento

De forma general, se deben seguir las instrucciones y recomendaciones de los fabricantes en relación a su mantenimiento. Como mínimo se recomienda una revisión mensual.

La necesidad de mantenimiento deberá aumentarse en ubicaciones con presencia de árboles y/o periodos prolongados sin precipitaciones, debido a la mayor acumulación de suciedad en las superficies de recogida.

El mantenimiento y control es especialmente importante en instalaciones con filtros tipo F2.

4.2.8. Tabla resumen filtros

Una visión general de las características principales de los distintos tipos de filtros, puede verse en el cuadro siguiente.

Tipo	Eficiencia	Grado fil mm	Mantenimiento	Capacidad	Coste
U1/F2 Tipo bajante	80%-90%	0,7-1,7	Bajo	Baja	Bajo
U2/U3/F2 Tipo cesta	99%	0,4-1	Alto/medio	Media/alta	Medio
U2/U3/F1 Tipo autolimpiantes	90%-95%	0,35-2,0	Bajo	Media	Alto

4.3. Almacenamiento

4.3.1. Objetivo

El objetivo del almacenamiento de agua de lluvia es acumular con las mejores garantías el agua procedente de la lluvia, para poder ser utilizada posteriormente para los usos designados.

4.3.2. Criterios básicos del depósito de recogida

- El agua debe almacenarse en el depósito, previamente filtrada y limpia de toda suciedad. El depósito deber ser exclusivamente para ese uso, en un sistema de reaprovechamiento de agua de lluvia, y su material no debe alterar en ningún caso la calidad del agua almacenada.
- Para la mejor conservación del agua, es recomendable proteger al depósito de la luz ultravioleta y del calor. Estos cuidados deben extremarse en los depósitos en superficie al exterior. La solución más recomendable en la mayoría de las ocasiones son los depósitos enterrados.

- Es imprescindible mantener un registro o arqueta de entrada al depósito, para permitir su inspección, limpieza y mantenimiento, así como asegurar la prevención de su acceso a personal no autorizado.
- Los componentes instalados dentro de El depósito deben ser fácilmente desmontables en caso de averías.

4.3.3. Instalación

El depósito debe tener un rebosadero de un diámetro igual o superior al diámetro de la tubería de entrada de agua y debe estar situada en una cota inferior a la misma.

En caso de tener que instalar un sistema de entrada de agua de la red en el depósito debe cumplirse la Norma UNE-EN 1717 (*“Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo”*). Se recomienda que el sistema garantice el mínimo consumo de agua de red posible.

Para mantener la calidad del agua dentro del depósito son necesarios los siguientes componentes:

- Uno o varios filtros adecuados según la necesidad.
- Deflector o entrada anti-turbulencia de agua. El agua debe entrar desde la parte inferior del depósito y en sentido ascendente, para evitar remover los sedimentos que pudiera contener.
- Se recomienda instalar un sifón de protección en la salida de agua, para evitar la posible contaminación de la misma por insectos u otros pequeños animales que pudieran mermar la calidad del agua.
- Para extraer agua del depósito se necesita un dispositivo de succión flotante conectado a la bomba de impulsión.

Equipamientos opcionales dependiendo del tipo de instalación:

- Soporte para bombas sumergidas.
- Sistema de conmutación entrada de agua de red, en el momento en que el agua acumulada en el depósito sea insuficiente.
- Sistema de descarte de las primeras aguas entre dos largos episodios de lluvia, para eliminar que la suciedad acumulada sea vertida al depósito.
- Indicador del nivel de agua dentro del depósito.
- Sistema de desinfección.
- Sistema anti-retorno de aguas ajenas a las pluviales al depósito, como las residuales y freáticas.

4.3.4. Dimensionado del depósito

El volumen del depósito depende de 2 factores:

- Demanda generada por el sistema (aparatos conectados al agua de lluvia del edificio).
- Oferta de agua pluvial generada por la superficie de captación y la precipitación local donde se sitúa la instalación.

Asimismo, deberá tenerse muy en cuenta el periodo máximo entre lluvias.

Existen numerosas formas de cálculo del volumen del depósito, todas ellas empíricamente probadas para diversas hipótesis de los factores anteriores. Para casos concretos se recomienda contar con la ayuda de un profesional de una empresa competente para realizar un cálculo más exacto.

A continuación, proponemos una fórmula abreviada y una aplicación práctica en un caso concreto. Este ejemplo es válido solamente para el aprovechamiento de agua pluvial, en



una situación en la que el agua de riego representa una proporción relativamente pequeña del total del agua. Dada la gran profusión de casuística existente, insistimos en la necesidad de contar con los servicios de una empresa competente y con experiencia para realizar este tipo de cálculos.

DEMANDA

$$D = D_{WC} + D_{RJ} + D_L + D_{LV}$$

La demanda (D) se calculará mediante las necesidades de consumo de agua no potable, donde D_{WC} es la demanda de las cisternas de inodoro, D_{RJ} es la demanda del riego de jardín, D_L es la demanda para la limpieza de superficies y D_{LV} es la demanda de la lavadora adaptada al uso de aguas pluviales.

OFERTA

La oferta (O) se calculará mediante la capacidad de captación de las aguas pluviales:

$$O = S \times C_{SC} \times P$$

- Superficie (S) = superficie de recogida (m²)
- Coeficiente superficie captación (C_{SC}) = tener en cuenta tabla 4.1.1
- Pluviometría (P) = pluviometría anual (mm/m²/año o l/m²/año), según la zona recurriremos al Instituto Nacional de Meteorología o a estaciones meteorológicas locales

DIMENSIONADO DEL DEPÓSITO DE RECOGIDA DE PLUVIALES

En primer lugar analizaremos la viabilidad del sistema:

- Si $D < O$ tomaremos la demanda como base de cálculo
- Si $D > O$ descartaremos algún uso de agua no potable (ya que la limitación vendrá por la captación)

Nota: prevalece siempre el valor de la demanda como referencia

$$V_{DEPÓSITO} = D / 365 \text{ días} \times F_D \times P$$

- Volumen ($V_{DEPÓSITO}$) = volumen del depósito de recogida de aguas pluviales (l)
- Demanda (D) = necesidades de agua diaria (l)
- Factor de dimensionado (F_D) = aumento entre 15-20%, debido al contenido de sedimentos en el fondo del depósito que produce la pérdida de volumen útil
- Periodo de retorno (P) = período máximo entre dos episodios de lluvia significativos 30-40 días (día)

Ejemplo. Vivienda unifamiliar de 4 personas (uso en lavadora, limpieza en general y cisterna de WC), con riego de jardín mediterráneo con área de césped de 100 m², en una zona con precipitación media histórica de 650 mm/año (650 l/m²/año). Superficie de recogida de tejado duro inclinado con una proyección de 120 m².

En este caso tomamos como base de cálculo:

- Descarga wc (D_{WC}) = 3 usos/día x 8 l/persona = 24 l/persona día
- Riego jardín (D_R) = 3 l/m² día x superficie de jardín (m²)
- Limpieza (D_L) = 1 uso/día x 3 l/persona = 3 l/persona y día
- Lavadora (D_{LV}) = 3 usos/semana x 1 semana/7 días x 32 l/persona = aprox. 14 l/persona y día



Por lo que tendríamos las siguientes necesidades de agua:

Suministros	Base de cálculo	Consumo medio anual por persona	Consumo total
Cisterna de WC	3 usos diarios de 8 l/persona	8.760 l	35.040 l
Riego jardín	3 l/m ² /día x 30 días sequía x 3 periodos sequía/año		27.000 l
Limpieza	1 uso diario de 3 l/persona	1.095 l	4.380 l
Lavadora	3 usos/semana de 32 l/persona	4.992 l	19.968 l

La demanda anual del sistema es de 86.388 l.

$$D = 35.040 \text{ l} + 27.000 \text{ l} + 4.380 \text{ l} + 19.968 \text{ l} = 86.388 \text{ l}$$

La oferta anual del sistema es de 70.200 l.

$$O = 120 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 650 \text{ l/m}^2 = 70.200 \text{ l}$$

Si $D > O$ tenemos limitación de captación, siendo ésta la determinante de la capacidad del depósito de recogida de pluviales.

Por lo tanto el volumen del depósito será, tomando un F_D de 1,2 y un P de 35 días, de:

$$V_{\text{DEPÓSITO}} = 70.200 \text{ l} / 365 \text{ días} \times 1,2 \times 35 \text{ días} = 8.077,80 \text{ l}$$

Volumen recomendado de 8.000 l.

4.4. Sistema de distribución

4.4.1. Objetivo

Para garantizar que el agua pluvial almacenada en el depósito llegue a los puntos de suministro previstos en una instalación, a no ser que se pueda garantizar la distribución por gravedad, se dispondrá de un sistema de impulsión.

4.4.2. Tipos de instalaciones de distribución

4.4.2.1. Por gravedad. Cuando el depósito se encuentra a un nivel superior al de los puntos de suministro.

4.4.2.2. En carga con grupo de presión. Aquellas cuyo depósito se encuentra a un nivel igual o superior al del sistema de captación o recogida.

4.4.2.3. En aspiración con grupo de presión de superficie. Aquellas cuyo depósito se encuentra a un nivel inferior al de los puntos de suministro. Es la más común de las instalaciones de aprovechamiento de agua pluvial. En este caso se requiere la instalación de un equipo de bombeo auto-aspirante. Se recomienda, no obstante incorporar una válvula de pie si el dispositivo de aspiración no la contempla.

Una variante es la aspiración con electrobomba sumergible. También puede instalarse, en estos casos, una bomba sumergible dentro del depósito de almacenamiento de agua de lluvia para impulsar directamente a los puntos de suministro o como bomba de transferencia a una central de distribución.

Se recomienda, a efectos de conseguir una larga vida útil de los equipos, la utilización de materiales constructivos que no se deterioren por el contacto con el agua pluvial y en concreto resistentes a la corrosión.

Se recomienda utilizar equipos que cumplan con las especificaciones vigentes del Código Técnico de la Edificación (HS - Sección HS4 Suministro de agua en edificios de viviendas, R. D. 314/2006) en cuanto a condiciones mínimas de consumo. En cuanto al control de ruido de estos equipos es de aplicación el documento básico DB HR Protección frente al ruido del mismo CTE.



4.4.3. Tipos de redes de distribución

4.4.3.1. Sin garantía de suministro.

En los casos en que el suministro se limita a la disponibilidad de agua de lluvia en el depósito. Los componentes necesarios son: electrobomba, equipo de control de la electrobomba y sistema de conducción hasta los puntos de servicio.

4.4.3.2. Con garantía de suministro.

En los casos en que el suministro debe garantizarse a los puntos de servicio durante todo el año con independencia de que pueda agotarse el agua pluvial del depósito y se disponga de una fuente alternativa de agua, como el agua de red. Los componentes necesarios son: electrobomba, equipo de control de la electrobomba, sistema de conmutación con el suministro alternativo, válvula de retención y sistema de conducción hasta los puntos de servicio.

4.4.4. Componentes de la red de distribución

4.4.4.1. Sistema de bombeo. Debe realizarse la correcta selección del equipo de impulsión con arreglo a las especificaciones de la obra siguiendo el criterio de máxima eficiencia y mínimo consumo. Podemos mencionar bombas sumergibles, grupos de presión y pozos de bombeo prefabricado entre otros. Estos equipos contarán con de una válvula anti-retorno.

4.4.4.2. Sistema de conmutación. Mecanismo manual o automático que deberá asegurar la correcta conmutación entre las dos redes de agua, cuando el nivel de agua pluvial en el depósito no sea suficiente para garantizar el suministro en los puntos de entrega. Debe cumplir con las separaciones mencionadas en 4.4.2.3 e incorporar un sistema de rebosadero, de acuerdo a la misma norma.

4.4.4.3. Sistema de conducción hasta los suministros. Debe ser específica para agua de lluvia. Con el fin de separar la red de agua potable de otras redes no potables deben instalarse dispositivos de separación física que debe cumplir la norma UNE-EN 1717:2001 *Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por refluo* o sus posibles equivalentes posteriores.

5. Instalación

Resaltaremos los aspectos de instalación que consideramos de mayor importancia.

5.1. Capacidad de entrada de agua al sistema

En el diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia debe tenerse en cuenta que en ningún punto se reduzca la sección de tubería y en consecuencia se permita siempre la libre evacuación del caudal punta, según las disposiciones del CTE.

5.2. Independencia del sistema

Los elementos de captación, filtración, almacenamiento, impulsión, conducción, evacuación y entrega de aguas pluviales, deben ser independientes del sistema de agua potable evitando riesgo de conexiones cruzadas. El sistema debe ser autosuficiente en cuanto a su evacuación (drenaje) incluso en casos de corte de fluido eléctrico.

5.3. Señalización

5.3.1. Señalización centralizada

En la acometida de agua potable del edificio o, a ser posible cerca del contador, debe señalizarse claramente:

!!!ATENCIÓN!!!
EDIFICIO CON SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES
PROHIBIDAS LAS CONEXIONES CRUZADAS

5.3.2. Señalización localizada

Los lugares de captación, filtración, almacenamiento, impulsión, conducción, evacuación y uso de aguas pluviales, deben estar convenientemente señalizados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca (punto 2.2 de la sección HS4 del Código Técnico de la Edificación).

Ello puede hacerse mediante etiquetas o cualquier medio permanente con un texto y un icono, que así señalice que son elementos que contienen aguas pluviales y no de consumo, según las disposiciones vigentes.



Ejemplo de pictograma

Las tuberías, siempre de material plástico o de acero inoxidable, deberán estar especialmente señalizadas durante todo su recorrido para evitar posibles confusiones.

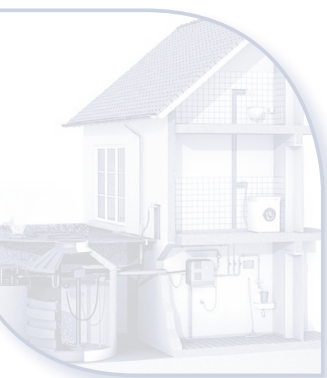
Los puntos de entrega de agua pluvial de libre acceso, deben asegurarse con sistemas de seguridad complementarios a la señalización como grifos con maneta desmontable o bloqueable, etc.



5.4. Tuberías y canalizaciones

Las tuberías y elementos de conexión asociados (entrada, rebose y vaciado), deben cumplir con las normativas vigentes, poniendo especial atención a los siguientes puntos:

- Los sistemas de ventilación y purga de las cisternas, deben ser colocados de forma que el agua superficial, hojas, basura y pequeños animales no puedan acceder a su interior.
- Las tuberías de rebose de las canales y las tuberías de desagüe deben equiparse con sifones para evitar entrada de gases de las alcantarillas y pequeños animales. Si el sistema de rebose se conecta a un sistema de infiltración situado por encima del suelo, debe colocarse un sistema anti-retorno para evitar la entrada de suciedad, así como de pequeños animales. En ningún caso estos elementos deben disminuir el caudal inicial de flujo diseñado.
- Los rebosaderos deben colocarse de forma que recojan la capa flotante del agua del depósito. En caso de utilizarse varios depósitos conectados en serie, se debe colocar un rebosadero en el depósito inicial.
- La tubería de salida de agua del depósito, debe colocarse de forma que no aspire los sedimentos del mismo, recomendándose un sistema de toma flotante. Esta tubería debe protegerse en su recorrido hasta el edificio de posibles heladas y de materiales adecuados para soportar el vacío por succión.
- Las tuberías de aguas pluviales, en el caso de transcurrir en paralelo con las de agua caliente sanitaria, deben estar completamente aisladas del calor de las mismas. Asimismo, si las condiciones climáticas de temperatura y humedad del aire lo aconsejan, las tuberías de aguas pluviales deben aislarse de manera que eviten la formación de condensación.



5.5. Emplazamientos

Los elementos a instalar deben ser ubicados en espacios adecuados que tengan en cuenta su fácil acceso para realizar el mantenimiento habitual y también en caso de avería del sistema.

5.6. Infiltración de aguas de rebose

Si las condiciones del suelo lo permiten, se aconseja realizar una infiltración del agua pluvial sobrante del depósito mediante un sistema de drenaje (bloques o túneles de drenaje, pozo de grava, zanja filtrante, etc.) directamente al subsuelo.

En el caso de hacer un pozo de grava se debe disponer de los elementos necesarios para evitar el posible reflujos de aguas del subsuelo.

6. Mantenimiento y control del sistema

Es necesario mantener la calidad del agua del depósito con un sistema de control y vigilancia, atendiendo a los diferentes usos finales que se le dará al agua y de las características de la propia instalación.

Se realizará un mantenimiento periódico de todo el sistema de reaprovechamiento de agua pluvial, como mínimo de una vez al año.

Cada uno de los elementos que conforman el sistema de aprovechamiento de aguas pluviales, debe disponer de su manual de mantenimiento proporcionado por el fabricante del equipo. Se aconseja disponer de ellos en un único lugar, conjuntamente con el libro de revisiones.

En el libro de revisiones periódicas, deberá anotarse la fecha y la intervención realizada en cada momento.

Los puntos clave a revisar periódicamente son los siguientes:

- **Captación.** Revisión de cubiertas, canaletas y bajantes para comprobar su estado de conservación y para evitar posibles obturaciones y suciedad.
- **Equipo de descarte de las primeras aguas,** en el caso de que se disponga. Revisión periódica del estado de conservación y limpieza.
- **Filtración.** Revisar y limpiar periódicamente el sistema de filtración.
- **Almacenamiento.** Revisión del depósito y sus equipos (en especial rebosadero y válvula de pie) para verificar las necesidades de limpieza y el estado de conservación.
- **Sistema de distribución.** Es especialmente importante hacer el correcto mantenimiento del sistema de bombeo, atendiendo a las recomendaciones del fabricante.
- **Sistema automático de desinfección,** en el caso de que se disponga. Se debe comprobar periódicamente su correcto funcionamiento.

En caso de detectar malos olores se debe investigar el origen del problema y aplicar las acciones correctivas y preventivas para evitar que se reproduzcan. En este caso se recomienda una limpieza y/o desinfección de todo el sistema.

En general, se recomienda hacer un estadillo similar al que se muestra a continuación, siendo muy útil tener un listado a modo de check list.

	ACCIÓN	PERIODICIDAD
Canaletas y bajantes	Inspección / limpieza	Semestral / anual
Descarte de las primeras aguas (opcional)	Inspección / limpieza	Semestral / anual
Filtración	Inspección / limpieza	Mensual
Almacenamiento	Inspección / limpieza e higienización	Anual
Sistema de distribución (bombeo)	Inspección / mantenimiento	Semestral / anual
Sistema de distribución (conducción y puntos de uso)	Inspección / control señalización	Semestral / anual
Sistema de desinfección (opcional)	Inspección / mantenimiento	Mensual / anual
Accesorios	Inspección	Anual

7. Bibliografía

- *7 reusing greywater and harvesting rainwater*. Newark (Reino Unido): UK Rainwater Harvesting Association, [s.a.]. 3 p. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <http://www.docdatabase.net/more-7-reusing-greywater-and-harvesting-rainwater-1147343.html>
- *Arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments*. Journal Officiel de la République Française, 29 août 2008.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Instalações prediais de águas pluviais*. NBR 10844. Rio de Janeiro: ABNT, 1988. 13 p.
- Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais. *Certificação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. ETA 0702*. Aveiro (Portugal): Anqip, 2009. 5p.
- Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais. *Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP). ETA 0701*. Aveiro (Portugal): Anqip, 2009. 23p.
- *BASIX Interim Rainwater Harvesting System Guidelines*. Sidney: New South Wales Government, 2015. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: https://www.basix.nsw.gov.au/iframe/images/BASIX_Rainwater_Harvesting_System_Guidelines.pdf
- British Standards Institution. *Rainwater harvesting systems – Code of practice. BS 8515:2009*. London: BSI, 2009. 50 p. ISBN 978-0-580-60490-4
- DESPINS, Christopher. LEIDL, Chantelle. *Alberta Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems*. Alberta: Municipal Affairs, Government of Alberta, 2010. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <http://www.municipalaffairs.alberta.ca/documents/ss/STANDATA/plumbing/AlbertaHandbook2010.pdf>
- DESPINS, Christopher. LEIDL, Chantelle. *Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems Handbook*. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation, [s.a.]. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <https://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/67608.pdf>
- *Dimensionar el tanque*. Girona: GRAF IBERICA Tecnología del plástico, 2008. 1 p.
- *Guidance on use of rainwater tanks*. Camberra: Commonwealth of Australia, 2010. [Consulta: 06-06-2016]. ISBN: 978-1-74241-326-6. Disponible en: [https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/OD71DB86E9DA7CF1CA257BF0001C-BF2F/\\$File/enhealth-raintank.pdf](https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/OD71DB86E9DA7CF1CA257BF0001C-BF2F/$File/enhealth-raintank.pdf)
- *Guidance on use of rainwater tanks*. Camberra: Commonwealth of Australia, 2004. [Consulta: 06-06-2016]. ISBN 0-642-82443-6. Disponible en: [https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/D3E8C00F3041304BCA257BF0001C685A/\\$File/env_rainwater.pdf](https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/D3E8C00F3041304BCA257BF0001C685A/$File/env_rainwater.pdf)
- *Guidelines and Manual for Rain Water Harvesting in Maldives*. Male (Maldivas): Ministry of Housing Transport and Environment, Government of the Republic of Maldives Technical Support: World Health Organization, 2009. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: http://www.searo.who.int/maldives/documents/Maldives_Guidelines_and_manual_of_Rain_Water_Harvesting_in_Maldives_2009.pdf?ua=1
- *Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide*. Bristol: Environment Agency, 2010. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140328084622/http://cdn.environment-agency.gov.uk/geho1110bten-ee.pdf>
- *Harvesting the Heavens: Guidelines for Rainwater Harvesting in Pacific Island Countries*. Suva (Islas Fiji): South Pacific Applied Geoscience Commission: Secretariat of the Pacific Community, 2004. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <http://apps.unep.org/redirect.php?file=/publications/pmtdocuments/-Harvesting%20the%20Heavens%20Guidelines%20for%20Rainwater%20Harvesting%20in%20Pacific%20Island%20Countries-2005550.pdf>





- *Household Rainwater Harvesting Guidelines for Government of Kiribati*. Charlbury (Reino Unido): GWP Consultants, 2011. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: <http://www.climate.gov.ki/wp-content/uploads/2013/03/Household-Rainwater-Harvesting-Guidelines-2011.pdf>
- MACOMBER, Patricia S. H. *Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii*. Manoa: College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Mānoa, 2010. [Consulta: 06-06-2016]. ISBN 1-929325-23-1. Disponible en: <http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/rm-12.pdf>
- NOVAU SISQUELLA, José M^o. *NTP 3: Señalizaciones de conducciones*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1982. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_003.pdf
- *Rainwater tanks: Guidelines for residential properties in Canberra*. Canberra: Australian Capital Territory, 2010. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: http://www.planning.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/3378/Rainwater_tanks.pdf
- *Rainwater use in and around the home*. Melbourne: Victorian Government, Department of Sustainability and Environment, 2006. 8 p.
- *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*. Austin, Texas: Texas Water Development Board, 2005. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: http://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf
- VAN GIESEN, Eddie. CARPENTER, Frances. *Georgia Rainwater Harvesting Guidelines*. Georgia: Department of Community Affairs, 2009. 70 p. [Consulta: 06-06-2016]. Disponible en: http://www.dca.state.ga.us/development/constructioncodes/programs/downloads/GeorgiaRainWaterHarvestingGuidelines_2009.pdf



Asociación Española
de Empresas de Tratamiento
y Control de Aguas

www.aquaespana.org