

Instalaciones de tratamiento y depuración de aguas residuales
y grises en edificación rural, con explotación sin apoyo de red
pública.

Trabajo Final de Grado
Septiembre 2018

AUTOR: Maria Verdeguer Pérez
TUTOR: Luis Montero Delgado



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Introducción.

“¿Cómo de sostenible es mi proyecto?” seguramente esta es la pregunta que más se formula a la hora de desarrollar un proyecto hoy en día. Buscamos soluciones para la captación de luz, aprovechamiento máximo de la misma, disponemos los mejores sistemas de ahorro de energía... Pero, ¿qué ocurre con el agua?

Es cierto que cada vez se implantan más medidas que tienen que ver con la sostenibilidad de la vivienda, pero en pocos de estos casos se hace referencia a este bien indispensable y su papel fundamental dentro de nuestras vidas. Para el arquitecto, el máximo aprovechamiento del agua debería ser uno más en el listado de premisas a cumplir dentro de un buen proyecto desde el inicio de su diseño y posterior construcción.

Debemos ser maestros y pioneros, despertar el interés por el buen uso del agua, así cómo exponer las posibilidades de actuación que tiene el mundo desde el punto de origen, en este caso la vivienda.

“Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno mismo”

Jacques Y. Cousteau.

Resumen

Se propone un sistema de reciclaje de aguas en un conjunto residencial de viviendas en la huerta de Alboraya. Serán estudiados los diferentes tipos de agua generados en las mismas y la solución más viable para el proyecto, sabiendo que no se dispone de conexión con la red de alcantarillado de la ciudad.

Como resultado, se obtienen dos sistemas de captación individuales (pluviales y aguas negras), jugando así un papel diferente en cuanto a usos se refiere, pues unas serán potabilizadas y redireccionadas al punto cero de suministro y las otras serán usadas en puntos de riego eficientes. Se aportarán los cálculos, diseños e investigaciones que han hecho posible el diseño del proyecto, así como los planos del conjunto.

Palabras clave: proyecto, reciclaje, agua, pluviales, aguas negras.

Resum

Es proposa un sistema de reciclatge d'aigües en un conjunt residencial de vivendes en l'horta d'Alboraya. Seran estudiats els diferents tipus d'aigua generats en les mateixes i la solució més viable per al projecte, sabent que no es disposa de connexió amb la xarxa de clavegueram de la ciutat.

Com resultat final, s'obtenen dos sistemes de captació individuals (pluvials i aigües negres), jugant així un paper diferent en quant a usos es referix, ja que unes seran potabilitzades i redireccionades al punt zero de subministrament i les altres seran usades en punts de reg eficients. S'aportaran els càlculs, dissenys i investigacions que han fet possible el disseny del projecte, així com els plans del conjunt.

Paraules clau: projecte, reciclatge, aigua, pluvials, aigües negres.

Abstract

A water recycling system is proposed in a residential group of homes in the Alboraya orchard. The different types of water generated and the most viable solution for the project will be studied, knowing that there is no connection with the sewerage network of the city.

As a result, two individual collection systems (rainwater and sewage) are obtained, thus playing a different role in terms of uses, as some will be treated and redirected to the point of supply and the others will be used in efficient irrigation points. The data of calculations, designs and investigations will be provided, so as well will the blueprint, everything that made possible the final design of the project.

Key words: project, recycling system, water, rainwater, sewage.

Objeto de proyecto.

En el siguiente proyecto se pretende diseñar una instalación de reciclaje del total de las aguas usadas a nivel de vivienda, así como su posterior uso en la misma, evitando a ser posible el vertido de la totalidad de las aguas generadas, ya que no se dispone de conexión con la red general de alcantarillado.

Así pues, tras realizar el análisis del título, se decide no solo diseñar la instalación para el tratamiento del agua y posterior vertido al sistema de acequias colindantes, sino que también se proyecta de forma que sea reutilizada en su totalidad, creando todo un ciclo del agua.

Previamente se realiza un estudio sobre la situación general sobre el consumo de este bien finito, como es el agua, legislación a nivel mundial y nacional, y el estado de tratamiento de las aguas.

También se comentan los diferentes usos que se le da al bien de forma continuada, los tipos existentes de aguas generadas a nivel urbano y doméstico, así como los infinitos esquemas y métodos de tratamientos de agua existentes.

Finalmente se diseña el proyecto de reciclaje, aportando cálculos de instalaciones de saneamiento y captación de pluviales, así como el diseño de suministro de agua una vez cumplido el ciclo de reutilización. Se adjunta también un pequeño estudio sobre costes y amortizaciones de las instalaciones.



Fuente imagen: hidrología sostenible.com.

Índice.

1. Introducción a la reutilización de aguas en la arquitectura.	
1.1. Situación sobre el consumo de agua en España.	6
1.2. Consumo de agua en la edificación.	7
2. Reutilización de aguas residuales, AR.	
2.1 Tipos de aguas y destinación en caso de reutilización.	9
2.3 Legislación.	11
2.3. La reutilización de aguas residuales en España.	12
3. Planificación del proyecto de reutilización de AR	
3.1 Presentación del proyecto.	14
3.2 Actuaciones previas al reciclaje.	
3.2.1. Ahorro de agua en las redes de pequeña evacuación.	18
3.2.2. Esquema de actuación.	20
4. Proyecto.	
4.1. Saneamiento y pluviales: cálculos y diseño de la instalación.	21
4.2. Suministro;	
4.2.1. Agua fría; Diseño de la instalación.	37
4.2.2. Agua Caliente Sanitaria; Diseño de la instalación.	39
4.3. Otros:	
4.3.1. Diseño red de riego.	40
4.3.2. Aclaraciones sobre la instalación de gas.	41
4.3.3. Estudio de ahorro y conclusiones.	42
5. Anexo planos.	46
6. Bibliografía.	47

1. Introducción a la reutilización de aguas en la arquitectura

Previo proyecto práctico, se realiza una investigación sobre la importancia del agua como recurso finito, del estudio de su consumo, así como de su reciclaje o tratamiento posterior al uso de esta.

1.1 Situación sobre el consumo de agua en España.

La **escasez de agua** en ciertos puntos del planeta viene siendo un hecho de hace tiempo, y globalmente cada vez más, dando por certero que es un bien preciado y finito. El estudio del consumo de agua globalmente sería muy extenso, por lo que estando situado el proyecto en España los datos a aportar serán en referencia al mismo y al continente al que pertenece.

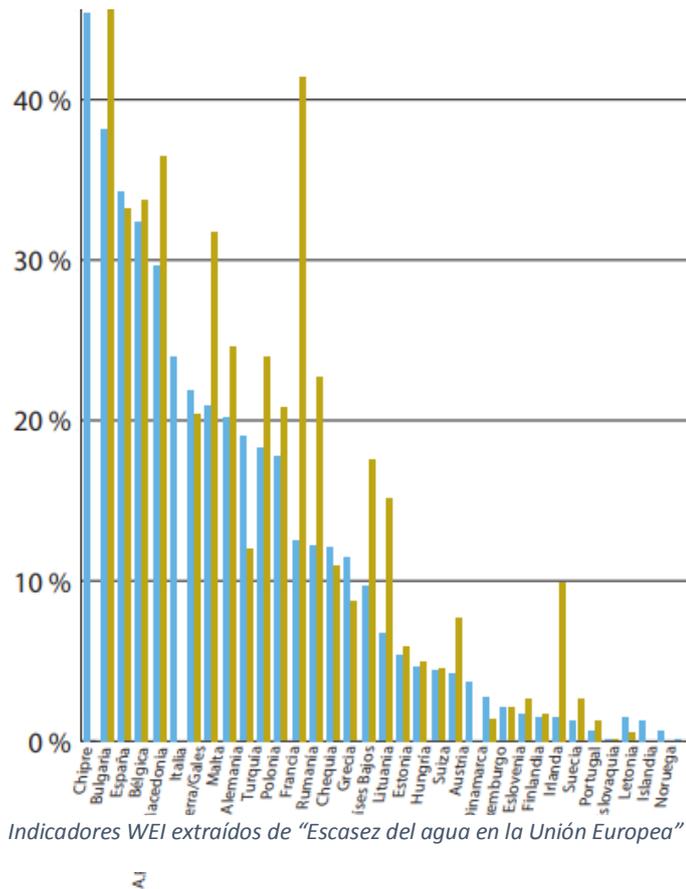
Hay un indicador que nos proporciona el consumo de agua y nivel de gestión de esta cuyo nombre es **WEI (Water Exploitation Index)**, siendo a grosso modo un porcentaje que proporciona datos sobre el nivel de riesgo del territorio en función del uso de reservas del que dispone. De más a menos por encima del 40% en riesgo es severo, entre el 30-40% sigue siendo importante y evidente, y entre el 20-30% existe.

Para el caso de España, el riesgo es elevado pues nos encontramos ante un porcentaje de uso de **más del 35%**, cuando ya por el 2000 se superó el 31%, y en referencia a otros países nos encontramos los terceros en el índice de consumo, siendo Chipre y Bulgaria el primer y segundo puesto con alrededor del 40% o más de consumo de sus reservas hídricas.

Estos datos son debidos a una incorrecta gestión del agua, pues la respuesta ante el aumento de la demanda de esta es dar mayor oferta, hecho que es insostenible con el tiempo económica y ambientalmente. La mayoría de los países que se encuentran ante dicha situación han propuesto como solución efectiva un aumento del precio de esta, así como adoptar nuevas pautas de riego y políticas de reutilización de aguas urbanas.

Además, teniendo en cuenta que la principal razón de consumo y sobreexplotación de agua en España es la agricultura, todavía se consideran como problemas a resolver las pérdidas debido a sistemas de riego no tan eficientes como se debe esperar.

Es fácil desorientarse frente a los últimos datos proporcionados por el **INE (Instituto Nacional de Estadística)** en la **Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario (2015)**; se muestra una disminución del 1,2% de uso nacional frente al anterior cotejado. Aunque se observe una disminución en el porcentaje de agua usada en riego sigue habiendo un desaprovechamiento claro de este recurso debido a las técnicas no eficientes de riego, siendo el mayor tipo de cultivo el herbáceo representando el 55% del volumen total.



Indicadores WEI extraídos de "Escasez del agua en la Unión Europea"

Volumen de agua usado por técnica de riego - Año 2015

	Valor	Variación
Total	14.944	-1,2
Aspersión	4.001	0,1
Goteo	5.739	1,1
Gravedad	5.204	-4,6

Valor: hm3 Variación: porcentaje sobre el año anterior

Valores generales para la encuesta INE sobre "El uso del agua en el sector agrario" 2015

Por lo que respecta a los otros focos de consumo el **industrial** es un sector difícil de cotejar como consecuencia de la clara dispersión geográfica de dicho sector, el abastecimiento a través de captaciones propias o directamente de la red municipal, pudiendo contabilizarse, así como tales.

En el ámbito de **consumo urbano** se denota un ligero cambio de actitud, adoptando una política de consumo más amable e iniciándose en campañas de concienciación a nivel urbano e individual.

A groso modo el consumo urbano total en España aumenta de 1996 a 2001, produciéndose en 2005 un estancamiento pudiera ser el aumento hasta la fecha de la población en España y paralización del nivel en el mismo, dándose un ligero descenso del consumo a nivel urbano.

1.2. Consumo de agua en la edificación.

La reciente encuesta dada en 2014 sobre el Suministro y Saneamiento del Agua según el INE el consumo medio de agua de los hogares fue de **132 l/habitante/día**, un **1,5% más que en 2013**. Además, el uso de agua de los sectores económicos se redujo en 1,4% y los usos municipales disminuyeron en un 2,3%.

Volumen de agua registrado y distribuido a los usuarios - Año 2014

		Valor	Variación
Hogares	1	2.238	0,9
Sectores económicos	1	685	-1,4
Consumos municipales y otros	1	291	-2,3
Consumo medio de los hogares	2	132	1,5
Coste unitario del suministro	3	1,10	0,9
Coste unitario del saneamiento	3	0,80	6,8

Variación: porcentaje sobre el año anterior

1. Hectómetros cúbicos
2. Litros por habitante y día
3. Euros por metro cúbico

Valores generales para la encuesta INE sobre "El uso del agua en el sector agrario" 2015

La demanda en edificación individual será la propia de consumo en el interior de esta a través de sus instalaciones. Para su debida planificación se deben realizar una serie de cálculos, así como consideraciones sobre los tipos de AG a reutilizar.

Dentro del consumo doméstico se considerará el de cualquier tipo de edificio residencial, actividades de trabajo y ocio, exceptuando los usos industriales, estando las aguas destinadas a riegos de jardines, superficies asfaltadas, etc. también dentro de las tipificadas como domésticas, siempre y cuando estén dentro de la misma construcción.

La **media de abastecimiento** de agua bajo ley actualmente está en **100l/hab.día**, a nivel domiciliario. Un aspecto por concretar es que, si bien la ley indica el mínimo de litros por habitante del

que debe disponer un español no concreta que deban existir ciertas instalaciones en la vivienda que garanticen un consumo mínimo, o al menos reduzcan, del agua.

Es por ello por lo que dentro del proyecto se deben incluir toda clase de herramientas, instalaciones y tecnologías que permitan hacer un uso más amable de dicho recurso, incluyendo nuevas técnicas de riego entre otros métodos de recogidas de agua en zonas exteriores de la edificación/vivienda en la medida de lo posible.

A continuación, se aporta una tabla con algunos de los datos más relevantes de consumo según el tipo de edificación, para una categoría normal:

Tabla 1: Consumo de agua en función de los usos en edificación.

Uso principal del edificio	Categoría normal (pers./maquina/empleador)
Residencial	-
Viv. En bloque urbana	125
Apartamento en bloque	200
Viv. unifamiliar	165
Viv. Rural aislada	75
Edificio residencial de apartamentos	300
Gran hotel (por huésped)	450
Pequeño hotel	200
Media pensión	180
Docente	-
Edificio universitario	75
Escuela con internado	155
Escuela sin internado	20
Administrativo	-
Edificio de oficinas	60
Administraciones públicas	80
Centro comercial	230
Lavandería	2000
Ocio cultura	-
Teatro	10
Instalación deportiva	350
Sanidad	-
Hospital o clínica	450
Servicios al transporte	-
Aeropuerto	200
Estación de tren	150

2. Reutilización de aguas residuales AR.

2.1 Tipos de aguas y destinación en caso de reutilización.

Dentro de una edificación de tipo vivienda los tipos de agua que se generan tras su uso son dos:

- **Aguas grises (AG)**, aquellas procedentes de ducha-bañera, lavabos, cocina (friegaplatos, fregaderos), lavadora...
- **Aguas negras (AN)**, que son aguas residuales generadas a partir de los inodoros y urinarios.

Para que el vertido de las aguas sea prácticamente inexistente, casos que deben darse en zonas dónde no existe conexión con la red de alcantarillado general, es objetivo principal la gestión del 100% de las aguas generadas en la edificación, tanto grises como negras. De tal forma se consigue alcanzar dos puntos clave, la no contaminación con el vertido de aguas no potables y la sostenibilidad (hidrológica) de la misma vivienda.

Se plantea reutilizar en primer lugar las **Aguas Grises** de diferentes formas. El riego de zonas verdes es la primera opción, pues pese a no tratar completamente las aguas, el objetivo es la reducción de uso de agua potable corriente y destinarla para aquellos usos que requieran más calidad. Sería de gran importancia implantar una política de reutilización de AG también dentro de las edificaciones privadas, y no sólo en áreas públicas y/o urbanas. Además, otros de los usos para las aguas grises que pueden plantearse son descarga de inodoros y urinarios, lavado de zonas comunes (baldeo)...

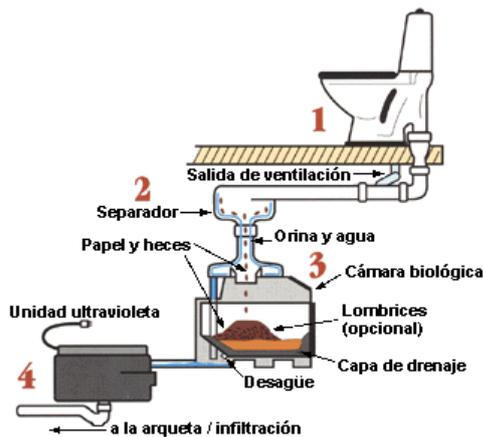


*Uno de los miles de esquemas posibles para la reutilización de aguas grises.
Fuente certificadosenergéticos.com*

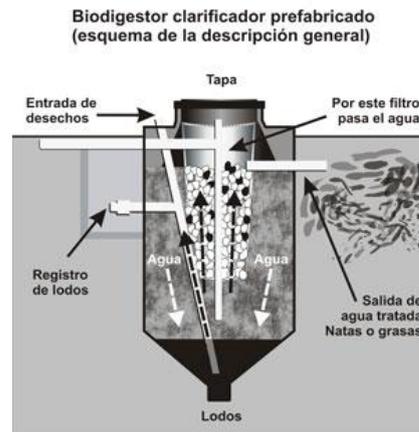
Es cierto que las AG tienen contaminantes procedentes de los diferentes productos usados y desalojados por los desagües (jabones, detergentes, cremas...) así como restos orgánicos y biológicos (en menor medida que las aguas negras, pero siempre hay cierta presencia). Por todo ello es importante que la instalación de reutilización de aguas sea debidamente diseñada y que se garantice la desinfección final del agua.

Para el caso de las **Aguas Negras**, el reciclaje de las aguas es un poco más especial. Se puede optar por disponer de inodoros secos o inodoros de compostaje, los cuales no disponen de descarga de agua, por lo que se elimina otro punto de consumo. De esta forma se obtendría como producto final el compost para las zonas regadas con el AG ya acondicionada para ello.

Otra opción es un sistema de reciclaje tipo biodigestor, hecho que permite la reducción de espacio respecto al inodoro de compostaje, pero requiere de un sistema de captación centralizado en una zona común y registrable.



Inodoro seco de compostaje. Fuente Google Images.



Sección de un biodigestor. Fuente Google Images.

De otra mano, para el caso de zonas sin conexión a la red de alcantarillado cabe la posibilidad de recoger las aguas y tratarlas en diferentes dispositivos, o bien elegir un solo método de reciclaje para ambas (AG y AN). Una opción sería una estación regeneradora de aguas residuales, disponiendo de un elemento de almacenaje para su posterior reutilización.

El rango de opciones es amplio, y es esencial un buen estudio de proyecto donde se especifique el tipo de aguas a recoger/reutilizar, siempre condicionado por el estado de las redes de saneamiento públicas (existencia o no de red de alcantarillado), así como por la concienciación por el medio ambiente y el correcto aprovechamiento del agua. A nivel legislativo, además, sería de gran importancia implantar una política de reutilización de aguas grises también dentro de las edificaciones privadas, y no sólo en áreas públicas y/o urbanas.



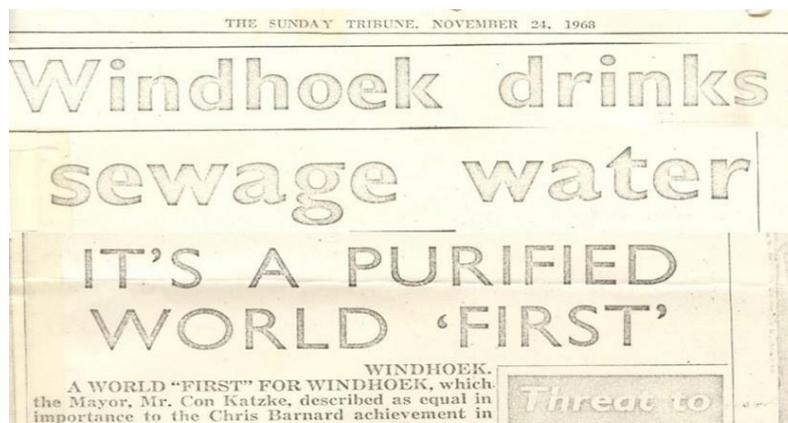
Estación regeneradora de aguas residuales. Catálogo 2016 Remosa.

2.2. Legislación.

En este momento no existe una normal que obligue a la reutilización de Aguas Grises en edificios. Si que existen normas que regulan la reutilización de Aguas Residuales depuradas, sin distinción entre AG y AN, siempre a nivel urbano y estas vienen dadas en el **Real Decreto 1620/2007**.

A su vez, a nivel mundial la reutilización de AR está también regulada según qué país, con destino habitual de uso el riego agrícola donde reside el mayor consumo de agua. En ciertos países se regula también del mismo modo el riego a nivel urbano, así como baldeo de calles, uso en masa de agua recreativas, etc.

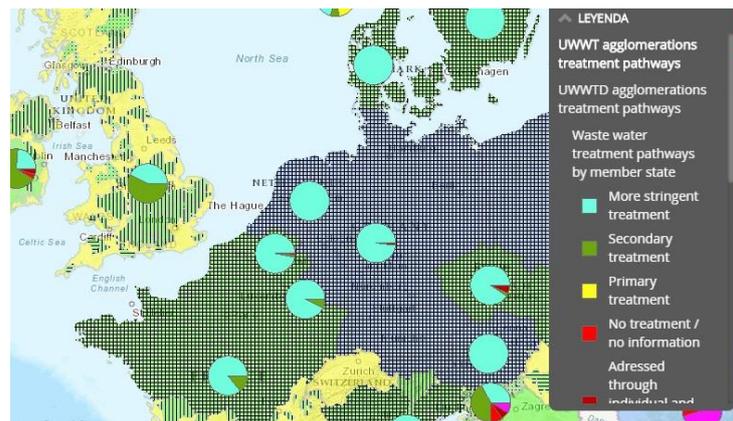
Algunos de estos países son EE. UU., Canadá y Australia cuyas normas de reutilización son muy similares (Destino urbano y agrícola) sin llegar a ser normativas a nivel usuario.



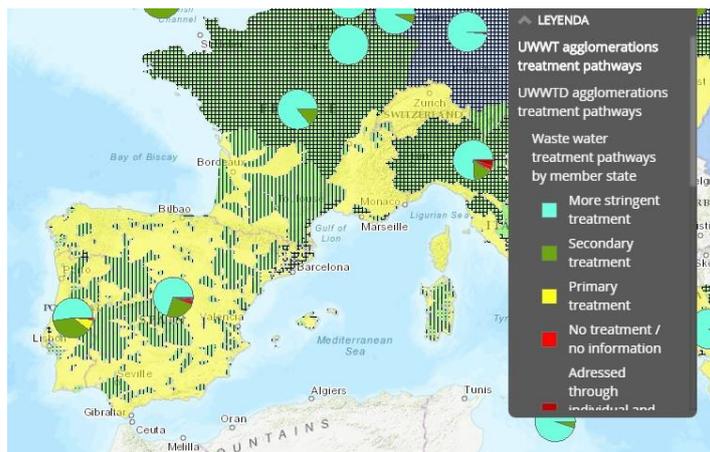
Recorte de un diario "Windhoek bebe aguas residuales", fuente Google Images.

Sólo existe un caso de reutilización de AR urbanas para uso potable en Windhoek, Namibia, dónde debido a la necesidad frente a la escasez de agua en ciertas épocas del año, la red pública se abastece de aguas potabilizadas a partir de AR depuradas.

A nivel europeo en países tales como Alemania, Países Bajos, entre otros, ya hay una política más agresiva frente al tratamiento de las aguas, si bien se observa en las gráficas aportadas cómo casi el 95% del indicador está en azul claro, color para el tratamiento más restrictivo de las aguas, y en Países Bajos se observa un 100% en tal color.



Gráficas WIE sobre el tratamiento de las aguas usadas en Europa, sector Francia, Países Bajos, Alemania y anexos; European Environment Agency.



Gráficas WIE sobre el tratamiento de las aguas usadas en Europa, sector España/Portugal y anexos; European Environment Agency.

Para el caso de España, vemos cómo se queda bastante atrás, siendo en medida de porcentaje un 70% de aguas tratadas de forma restrictiva, quedando en segundo lugar el tratamiento de tipo secundario de aguas.

En el mes de Julio de este mismo año, 2018, El Tribunal de Justicia de la UE ha condenado a pagar a España 12 millones de euros a consecuencia del incumplimiento de la directiva comunitaria sobre depuración de aguas residuales urbanas. Desde 1991 se estableció

que aquellos municipios de más de 15.000 habitantes tenían que cumplir una serie de requisitos sobre colectores y tratamiento de aguas con fecha tope año 2000, y todavía en la actualidad sigue habiendo municipios de tales características sin cumplir las condiciones expuestas.

2.3. La reutilización de aguas residuales en España.

Queda indicado que la reutilización de AR en España no está específicamente regulada, si bien existen una serie de normas que lo hacen de forma indirecta. A destacar, el gobierno aprueba el **Real Decreto 1620/2007** por el que establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas Residuales Urbanas.

Dicho RD regula los aspectos básicos de la reutilización de AR depuradas y básicamente, dicta que para proceder al reciclaje de estas se deben regenerar las AR y su vertido solo debe hacerse bajo las condiciones que el propio reglamento exige.

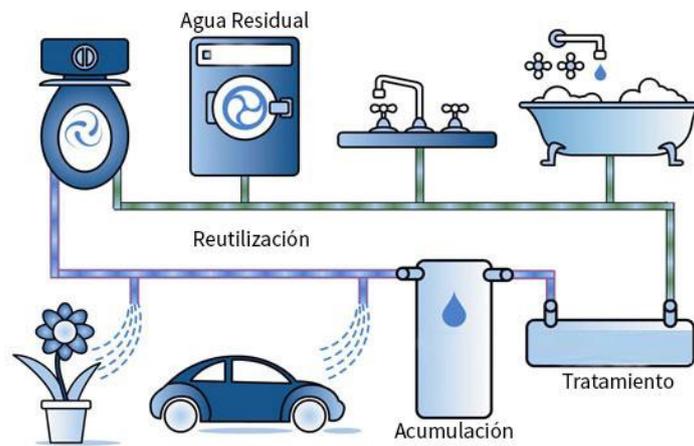
Además, para que todo esto sea posible se debe obtener una concesión o autorización de aprovechamiento de aguas depuradas, pues así se activa un protocolo de control higiénico-sanitario del proyecto en cuestión.

Se establece una jerarquía de calidades, que vienen especificadas en el BOE núm. 294 de 8/12/2007 mediante unas tablas, las cuales van desde Calidad tipo 1 (más permisiva) hasta la de tipo 5 (más restrictiva).

Los **usos** específicamente **permitidos** para la reutilización de AR en edificios y su entorno, siempre que no sean de uso clínico-Hospitalario son:

- **Riego de jardines** en edificios de uso residencial-vivienda u otros, sin existir especificaciones del tipo de riego. (Si que es especificado en el caso de usos agrícolas, pero no en edificación).
- **Riego de campos deportivos** excluyendo campos de golf. Podrían incluirse otro tipo de zonas verdes no deportivas, siendo la calidad exigida más restrictiva.
- Suministro a inodoros y urinarios exigiendo la misma calidad que en el riego para zonas verdes.
 - **Baldeo de calles.** Aunque la norma en este apartado no incluye la limpieza de superficies pavimentadas en zonas exteriores de edificios, se considerará una toma con este fin, siendo la calidad de esta agua bastante superior a la exigida para baldeo.

- **Masa de agua de uso recreativo.** La parte de la normativa que recoge este aspecto es bastante ambigua, pues el abanico de opciones de este uso de agua es muy amplio y pueden darse diferentes situaciones en las que se exija una mayor calidad de agua, es por ello por lo que se debe estudiar cada caso y usar las medidas de seguridad oportunas.
- **Masas no destinadas a baño** con acceso restringido.



Esquema visual de las posibilidades de reutilización de agua según el RD 1620/2007.

En cuanto al vertido de aguas residuales, el RD 1620/2007 dice que cualquiera que sea el destino de las aguas ya regeneradas su calidad debe cumplir todos los requisitos marcados para su deshecho, es decir para su disposición en el medio ambiente receptor.

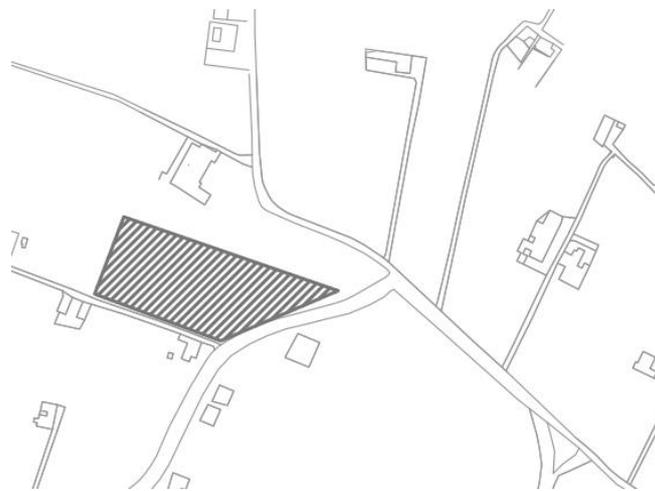
La normativa es clara frente al caso de aguas depuradas, pero no potabilizadas, hecho que abre otro frente mucho más amplio, donde se podría considerar un uso total del agua recogida y aprovechamiento máximo de la misma y que además será abordado en el objeto de proyecto.

3. Planificación del proyecto de reutilización de AR.

3.1. Presentación del proyecto.

El objeto de proyecto está situado en la huerta de Alboraya, se considera la no conexión con la red de alcantarillado y existe el suministro de agua potable. Con todo ello, se estima realizar un proyecto cuyo objetivo sea la total reutilización del agua usada, disponiendo de dos métodos de recogida/reciclaje que se expondrán más adelante.

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE PUNTO:
Anexo; Núm. 5.1.1. Emplazamiento



Fragmento plano 5.1.1. Emplazamiento del proyecto, huerta de Alboraya.

El punto exacto de situación de la parcela tiene las siguientes coordenadas $39^{\circ}29'16.0''N$ $0^{\circ}20'08.1''W$ situada en el "camí de Farinós". A su vez, dispone de diferentes accesos mediante el "camino de Vera y la Calle "Partida Calvet". Como punto principal de conexión con otros lugares colindantes encontramos la CV-3115, calle "Ingeniero Fausto Elio".



Emplazamiento del proyecto. Fuente Google maps.

Este dispone de una parcela de 9.000 m2 con 11 viviendas que consideran de tipo temporal, pudiendo estar destinadas a viviendas familiares y/o otros usos según necesidad y demanda. La particularidad del proyecto es la existencia de una serie de huertos urbanos para disfrute de los habitantes y explotación para amortización de posibles costes de instalaciones.

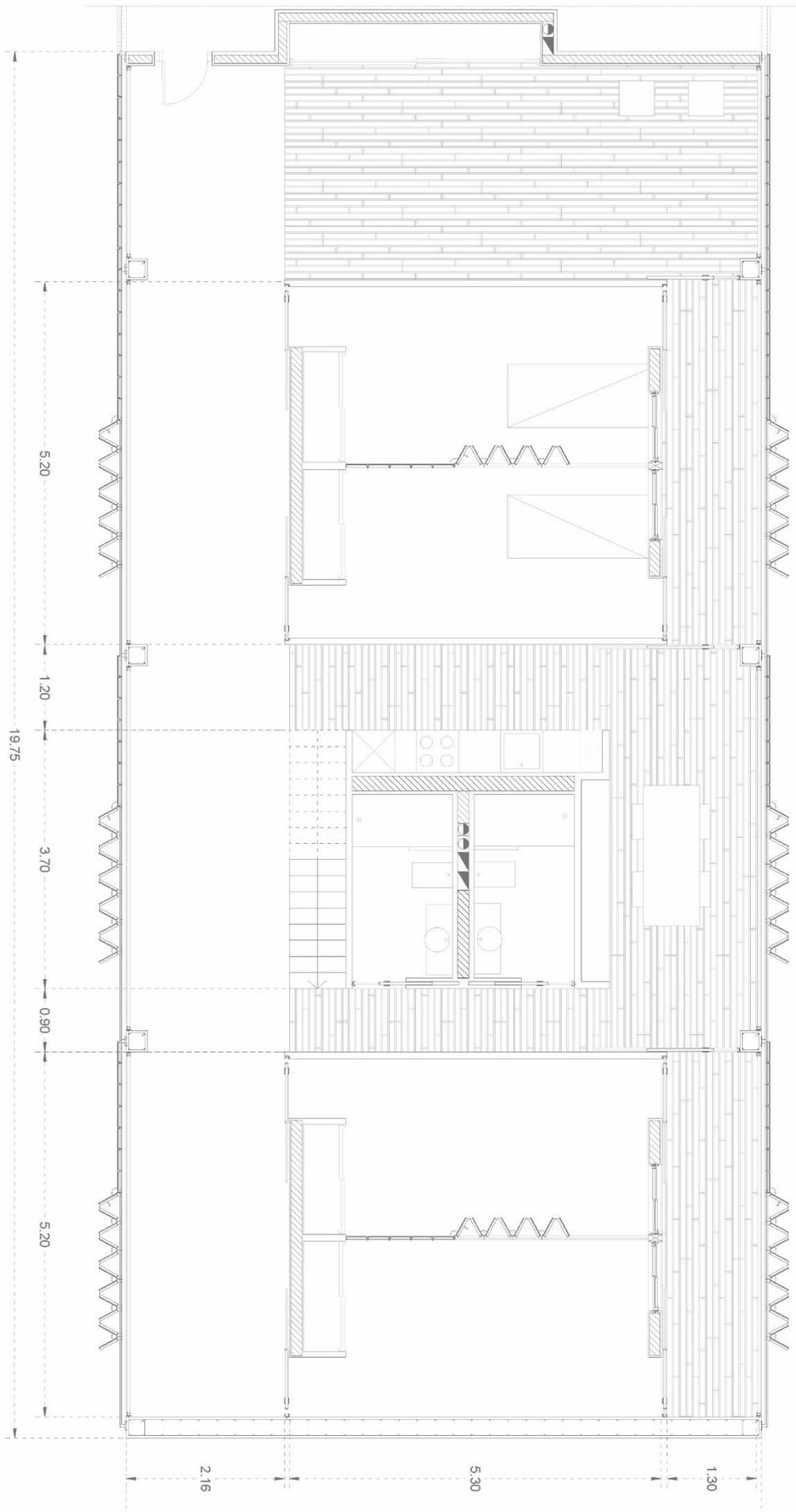


Fragmento plano 5.1.3: Emplazamiento, planta general

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE PUNTO:
Anexo; Núm. 5.1.2. Soleamiento, 5.1.3. Planta general, 5.1.4. Planta tipo, 5.1.5 Detalles en planta, 5.1.6. Sección detalle.



Plano 5.1.2: planta general y sección.



Plano 5.1.4: planta tipo.

3.2. Actuaciones previas al reciclaje.

Varias son las estimaciones que han de hacerse previamente. Pues el buen aprovechamiento de agua no radica en las mejores instalaciones de reciclaje, sino que, hay que atacar desde el lugar de partida. En el caso de edificación, los pequeños aparatos son el punto número uno a considerar.

3.2.1. Ahorro de agua en las redes pequeñas de evacuación.

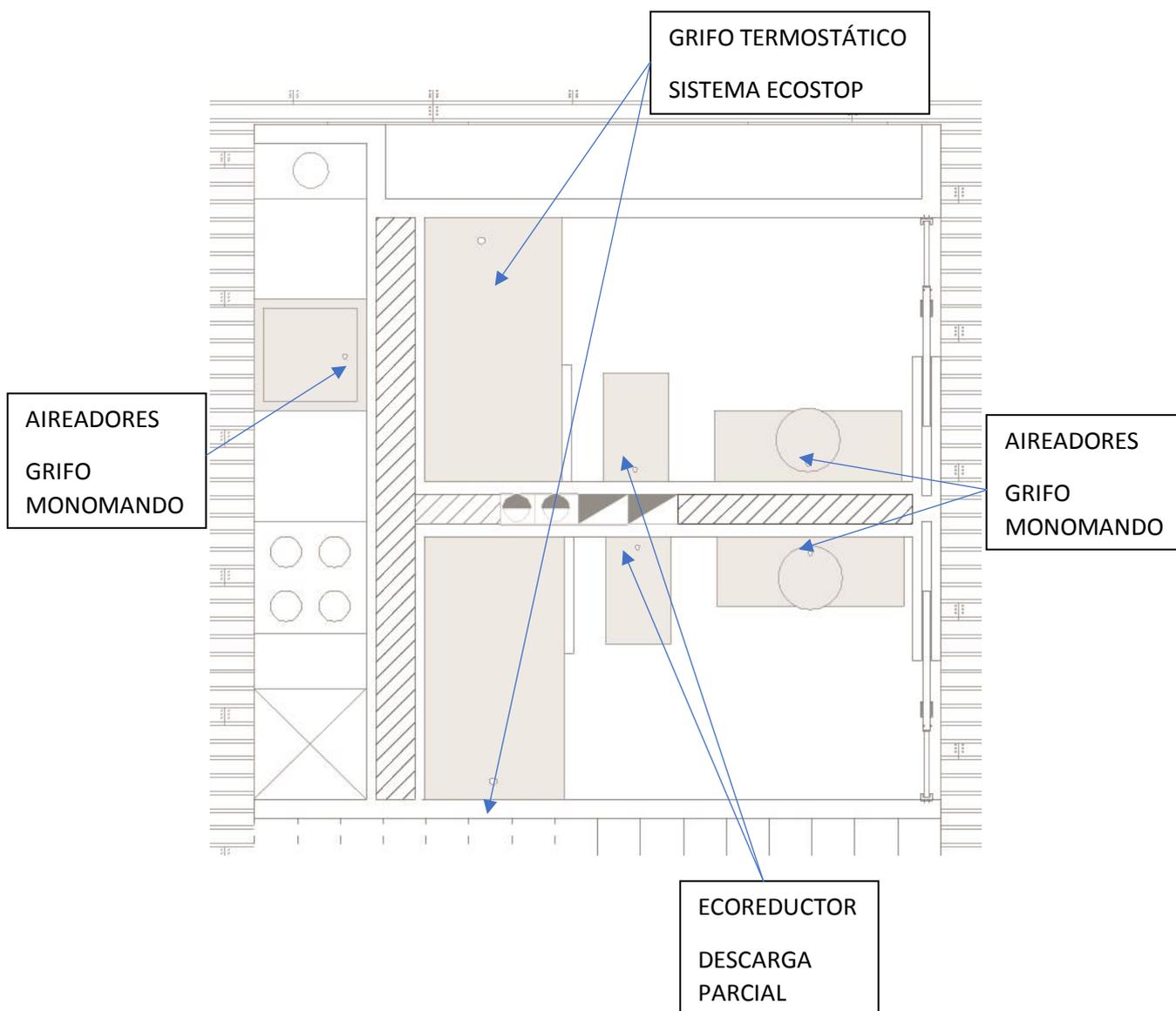
Se hace un estudio del tipo de aparatos y los métodos de ahorro para conseguir la mayor eficiencia.

Tabla 2: Ahorro de agua en pequeños aparatos.

Aparato	Solución	Descripción
Inodoros	Eco reductor para cisternas 	Impide la descarga total de agua. Ahorro aproximado de un 35%.
	Cisterna de descarga parcial	Descarga a escoger entre 3L /6L según necesidad.
Lavabos/Fregaderos	Aireadores 	Mezclan el agua con aire. Permiten ahorrar hasta un 50%.
	Grifos monomando con limitador de caudal	Grifería actual con reductor de caudal incorporado. Hasta 50% de ahorro en agua.
Griferías bañera/Ducha	Grifos termostáticos 	Regulación de la temperatura deseada en el momento. Ahorro entre 20% y 50%.
	Sistemas <i>ecostop</i>	Se permite cortar el flujo a través de la misma alcachofa sin alterar la temperatura y caudal elegidos.

Aplicación de los aparatos en la vivienda tipo.

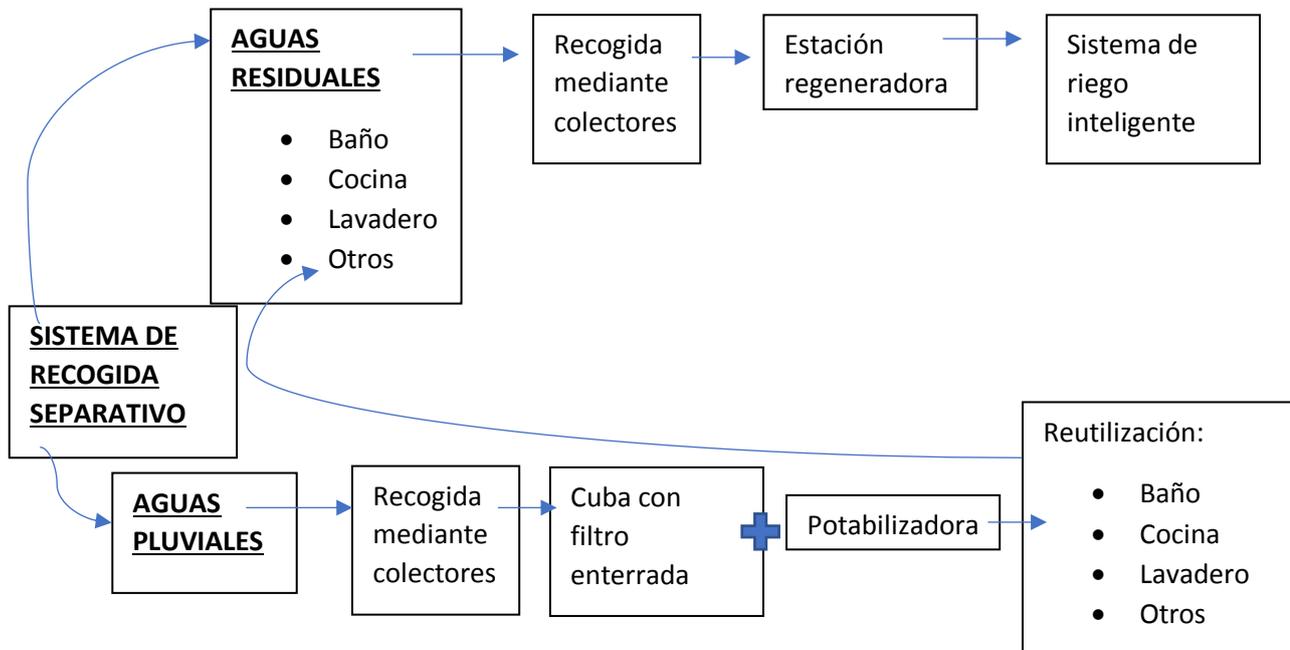
Siguiendo el esquema y de la misma forma se utilizarán también en el resto de las instalaciones del proyecto.



3.2.2. Esquema de actuación.

Después de haber hecho el estudio de tipo de aguas, se construye el siguiente esquema como solución óptima para su tratamiento:

Ciclo del agua en el proyecto



Varios son los motivos para elegir un sistema de recogida que separe las aguas residuales de las pluviales, todo esto sabiendo que se pretende evitar el deshecho del fluido tanto por la no existencia de red de alcantarillado como por la intencionalidad de construir un sistema de reutilización del 100% del agua.

Por otro lado, se considera la potabilización del agua, y tras haber hecho las consideraciones oportunas sobre el tipo de aguas y la problemática frente a su reciclaje, es evidente que las de tipo “pluviales” son mucho más fáciles de potabilizar, es por ello por lo que son separadas del resto.

En cuanto a las residuales, la estación regeneradora es la que se encargará de su reciclaje, si bien no la potabiliza, pero el resultado son aguas óptimas y muy eficientes para el riego de las diferentes parcelas que lo necesiten, así cómo de las huertas dentro del mismo proyecto.

4. Proyecto

4.1. Saneamiento y pluviales: cálculos y diseño de la instalación.

Cálculo de las redes de pequeña evacuación.

Vivienda 4 personas.

Consideraciones de cálculo y diseño:

- El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad.
- La red horizontal de desagüe tendrá que tener un trazado sencillo y pendiente entre 2% y 10%.
- El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud ≤ 1 metro.

Estimación del número de Uds. de desagüe (tabla 4.1) y obtención de los diámetros de las derivaciones individuales entre los aparatos sanitarios y las bajantes de residuales:

Baño

Tabla 4.1.1. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño.

Uds. correspondientes a los distintos aparatos sanitarios		
Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Lavabo	1	32
Bañera (con ducha)	3	40
Inodoro	4	100
-	-	-
Total	8	-

Cocina

Tabla 4.1.2. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: cocina.

Uds. correspondientes a los distintos aparatos sanitarios		
Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Fregadero	3	40
Lavadora	3	40
Lavavajillas	3	40
-	-	-
Total	9	-

Cálculo de bajantes.

Se toma la decisión de disponer 2 bajantes diferentes, 1 para el inodoro y el fregadero y otra para el resto de los aparatos.

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE PUNTO:
Anexo; Núm.5.2.1. Saneamiento, vivienda tipo.

R1 *Tabla 4.1.3. Unidades por bajante: R1.*

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe
Fregadero	3
Inodoro x 2	4 x 2
-	-
Total	11 unidades

R2 *Tabla 4.1.4. Unidades por bajante: R2.*

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe
Lavabo x 2	1 x 2
Bañera con ducha x 2	3 x 2
Lavavajillas + Lavadora	3+3
-	-
Total	2+6+6=14 unidades

Tabla 4.1.5. Diámetro de la bajante de residuales.

Bajante	UD por planta	Diámetro según tabla	Diámetro bajante residuales (mm)
R1	3+4+4=11	63	100*
R2	1+1+3+3+3+3=14	90	100

*Siendo el diámetro mínimo de sifón y derivación individual para los inodoros de 100 mm, las bajantes de residuales R1, R2 tomarán dichos diámetros en caso de obtener calibre inferior.

Cálculo de ramales colectores entre aparatos sanitarios y las bajantes de residuales.

Tabla 4.1.6. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes.

Letra colector	Unidades de desagüe UD	Diámetro (mm)
A - Baño (bis)	4	50
B - Cocina	6	50
Inodoro (cisterna)	4	100
Fregadero	3	50

*Diámetro del bote sifónico = 40mm

Todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante tendrán una pendiente del 2%.

Utilizaremos bote sifónico para unir todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y desde este bote uniremos con la bajante. El fregadero y el lavadero irán con bote sifónico individual.

Colectores en planta baja

- Cuando el número de UD sea menor o igual que 250 UDD, la superficie equivalente es de 90 m²

Tabla 4.1.7. Diámetro de colectores en planta.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
R1'-A /R2'-A	121,5	110*
B	121,5	110*
B-Arqueta	121,5	110*

*según la tabla son 90mm, pero debido al diámetro adaptado en las bajantes (100mm) se toma el siguiente por no tomar sección más pequeña al de la bajante.

Dimensionado de la ventilación

Ventilación primaria

Como la cubierta es plana se prolongará la bajante 2 metros por encima de la cubierta y con el mismo diámetro.

Tratándose de edificios en planta baja no es necesaria la ventilación secundaria, pues este se da en casos donde se supera una cierta altura y/o un número de plantas determinado.

Zona comunitaria

Baño

Tabla 4.1.8. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño.

Uds. correspondientes a los distintos aparatos sanitarios		
Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Lavabo	1	32
Inodoro	4	100
-	-	-
Total	8	-

Cálculo de bajantes: (tablas 4.1 y 4.4)

Se dispone una sola bajante para el baño de la zona comunitaria:

R1

Tabla 4.1.9. Unidades por bajante: R1.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe
Lavabo x 3	1 x 3
Inodoro x 3	4 x 3
-	-
Total	12+3=15 unidades

PLANOS ADJUNTOS A
CONSULTAR EN ESTE PUNTO:
Anexo; Núm.5.2.2.
Saneamiento, zona
común/mantenimiento.

Tabla 4.1.10. Diámetro de la bajante de residuales.

Bajante	UD por planta	Diámetro según tabla	Diámetro bajante residuales (mm)
R1	3+4+4=15	75	100*

*Siendo el diámetro mínimo de sifón y derivación individual para los inodoros de 110 mm.

Cálculo de ramales colectores entre aparatos sanitarios y las bajantes de residuales.

Tabla 4.1.11. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes.

Letra colector	Unidades de desagüe UD	Diámetro (mm)
A - Baño (bis)	4	50
Inodoro (cisterna)	4	100

*Diámetro del bote sifónico = 40mm

Todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante tendrán una pendiente del 2%.

Utilizaremos bote sifónico para unir todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y desde este bote uniremos con la bajante. El fregadero y el lavadero irán con bote sifónico individual.

Colectores en planta baja

- Cuando el número de UD sea menor o igual que 250 UDD, la superficie equivalente es de 90 m²

Tabla 4.1.12. Diámetro de colectores en planta.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
R1'-A	121,5	110*
A-Arqueta	-	110*

*según la tabla son 90mm, pero debido al diámetro adaptado en las bajantes (100mm) se toma el siguiente por no tomar sección más pequeña al de la baja

Dimensionado de la ventilación

Ventilación primaria

De nuevo:

- Se prolongará la bajante 2 metros por encima de la cubierta y con el mismo diámetro.

- Tratándose de edificios en planta baja no es necesaria la ventilación secundaria, pues este se da en casos donde se supera una cierta altura y/o un número de plantas determinado.

Bloque mantenimiento

Baño

Tabla 4.1.13. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño.

Uds. correspondientes a los distintos aparatos sanitarios		
Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Lavabo	1	32
Inodoro	4	100
Ducha	3	40
Total	-	-

Cálculo de bajantes: (tablas 4.1 y 4.4)

Se dispone de una bajante en el aseo/lavadero.

R1

Tabla 4.1.14. Unidades por bajante: R1

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe
Lavabo x 2	2 x 3
Inodoro	4
Ducha	3
-	-
Total	6+4+3=13 unidades

Segunda bajante para el cuarto de instalaciones, debido a la disposición de dos sumideros por si se debiera proceder al vaciado de algún acumulador de agua.

R2

Tabla 4.1.15. Unidades por bajante: R2.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe
Sumidero sifónico x 2	2 x 3
-	-
Total	6 unidades

Tabla 4.1.16. Diámetro de la bajante de residuales.

Bajante	UD por planta	Diámetro según tabla	Diámetro bajante residuales (mm)
R1	3+4+4=13	63	100*
R2	6	50	100**

*Siendo el diámetro mínimo de sifón y derivación individual para los inodoros de 110 mm.

** Debido al cálculo de todas las bajantes restantes unificamos diámetros, el coste sería mínimo, y habilitamos la tubería para posibles reformas posteriores y por consiguiente un aumento de unidades de desagüe.

Cálculo de ramales colectores entre aparatos sanitarios y las bajantes de residuales.

Tabla 4.1.17. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes.

Letra colector	Unidades de desagüe UD	Diámetro (mm)
A - Baño	4	50
Inodoro (cisterna)	4	100

*Diámetro del bote sifónico = 40mm

Todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante tendrán una pendiente del 2%.

Utilizaremos bote sifónico para unir todos los ramales colectores entre aparatos sanitarios y desde este bote uniremos con la bajante. El fregadero y el lavadero irán con bote sifónico individual.

Colectores en planta baja

- Cuando el número de UD sea menor o igual que 250 UDD, la superficie equivalente es de 90 m²

- *Tabla 4.1.18. Diámetro de colectores en planta.*

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
R1'-A *	121,5	110**
A-B	121,5	110*
B-Arqueta	-	110*

*Adaptamos el mismo diámetro para la bajante R2'

**según la tabla son 90mm, pero debido al diámetro adaptado en las bajantes (100mm) se toma el siguiente por no tomar sección más pequeña al de la baja

Dimensionado de la ventilación

Ventilación primaria

Una vez más:

- Se prolongará la bajante 2 metros por encima de la cubierta y con el mismo diámetro.

- Tratándose de edificios en planta baja no es necesaria la ventilación secundaria, pues este se da en casos donde se supera una cierta altura y/o un número de plantas determinado.

Dimensionado de la red de Aguas pluviales

Vivienda tipo

Cálculo de las redes de pequeña evacuación

Red compuesta por los sumideros de la cubierta.

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la siguiente tabla, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

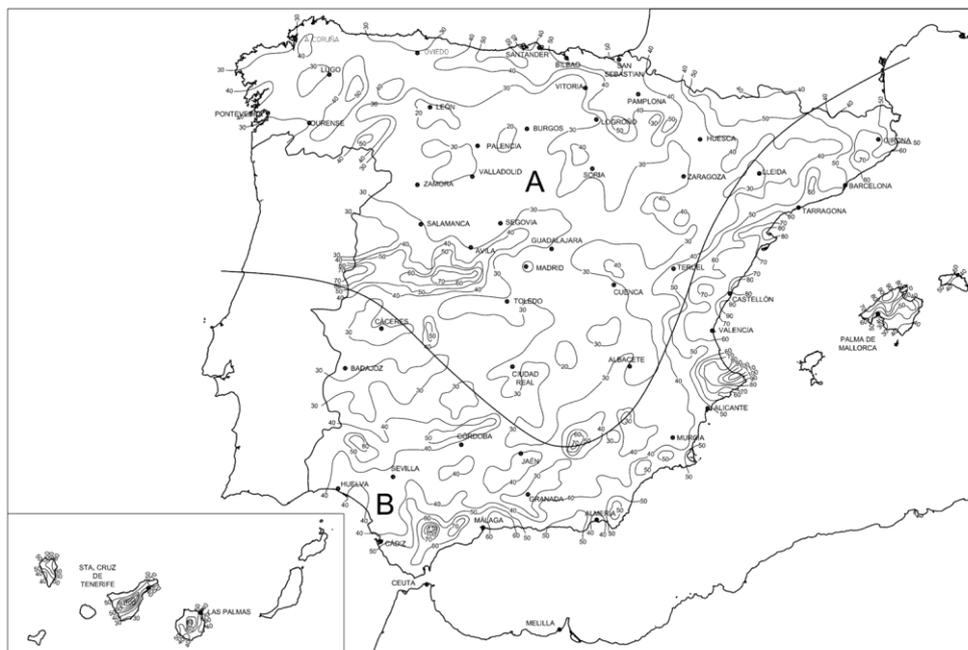
Tabla 4.1.19. Número mínimo de sumideros según superficie.

Número de sumideros en función de la superficie de cubierta:	
Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
$200 \leq S < 500$	4

Disponiendo de 205m² de superficie de cubierta en proyección horizontal, se dispondrán al menos 4 sumideros. Debido a la distribución de cubierta se disponen finalmente de 5 sumideros + 2, pues se dispone de una caseta para la zona de máquinas destinada al agua caliente sanitaria, y debido a su uso, se sitúa un sumidero en su interior ante la posibilidad de vaciado de los acumuladores.

Cálculo de las bajantes

Para calcular la intensidad pluviométrica I_m se localiza la curva isoyeta del mapa de zona pluviométrica correspondiente, según sea zona A o B.



Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

El edificio en cuestión se encuentra en Alboraya por lo que pertenece a la zona B del mapa.

En el mismo mapa observamos que se encuentra en la curva de isoyeta 60. Por lo tanto, tenemos una intensidad pluviométrica: $I_m = 135 \text{ mm/h}$.

Para calcular el diámetro de las bajantes, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que $f = I_m / 100$, ya que en tablas se considera una intensidad pluviométrica de 100 mm/h , y disponemos de $I_m = 135 \text{ mm/h}$.

Bajantes

Tabla 4.1.20. Diámetro de las bajantes según superficie..

Diámetro de las bajantes de aguas pluviales:		
Bajante de pluvial	Superficie de cubierta en proyección horizontal servida (m^2)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
P1	96,62	90
P2	105,98	90

Cálculo de colectores

La recogida de aguas se hace mediante colectores con una pendiente del 2% que van recogiendo el agua de los sumideros hasta llevarla a la bajante de pluvial.

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se define en la siguiente tabla, en función de su pendiente (2%) y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.1.21. Diámetro colectores según superficie.

Colector	Superficie real (m^2)	Superficie real * f	Diámetro (mm)
1	23,95	32,33	90
2	70,95	95,78	90
3	43,13	58,225	90
4	16,49	22,26	90
5	14,44	19,49	90
6	17,78	24,003	90
7	14,44	19,49	90

Colectores en planta baja

Tabla 4.1.22. Diámetro colectores en planta baja según superficie.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
A	192	110*
B	286,93	125
B-Arqueta	-	125

*En el colector desde P'1 se adapta el mismo diámetro que P'2 para unificar medidas.

Zona comunitaria

Tabla 4.1.23. Número mínimo de sumideros según superficie.

Número de sumideros en función de la superficie de cubierta:	
Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S>500	1 cada 150m ²

Bajantes

Tabla 4.1.24. Diámetro de las bajantes según superficie.

Diámetro de las bajantes de aguas pluviales:		
Bajante de pluvial	Superficie de cubierta en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
P1	831,6	125

Cálculo de colectores

Tabla 4.1.25. Diámetro colectores según superficie.

Colector	Superficie real (m ²)	Superficie real * f	Diámetro (mm)
1	77,88	105,3	90
2	77,88	105,03	90
3	114	153,9	90
4	114	153,9	90
5	62,14	83,9	90
6	62,14	83,9	90

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE PUNTO: Anexo; Núm.5.3.2., 5.3.3., 5.3.4. Pluviales, zona común/mantenimiento.

Colectores en planta baja

Tabla 4.1.26. Diámetro colectores en planta baja según superficie.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
P1'-A	831,6	160
A-Arqueta	-	160

Bloque mantenimiento

Tabla 4.1.27. Número mínimo de sumideros según superficie.

Número de sumideros en función de la superficie de cubierta:	
Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S<200	2

Bajantes

Tabla 4.1.28. Diámetro de las bajantes según superficie.

Diámetro de las bajantes de aguas pluviales:		
Bajante de pluvial	Superficie de cubierta en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
P1	96,26	90
P2	115,46	90

Cálculo de colectores

Tabla 4.1.29. Diámetro colectores según superficie.

Colector	Superficie real (m ²)	Superficie real * f	Diámetro (mm)
1	31,76	42,87	90
2	37,6	50,7	90
3	39,14	52,83	90
4	45,58	61,53	90

Colectores en planta baja

Tabla 4.1.30. Diámetro colectores en planta baja según superficie.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
P2-A	154,4	110*
B	293,43	110
B-Arqueta	-	

*En el colector desde P'1 se adapta el mismo diámetro que P'2 para unificar medidas.

Dimensionado de la ventilación

Ventilación primaria

Como la cubierta es plana se prolongará la bajante 2 metros por encima de la cubierta y con el mismo diámetro.

Red de colectores y arquetas hasta punto de destino

Colectores/Arquetas Aguas residuales hasta fosa séptica

Cálculo de las arquetas

En la tabla 4.13 del DB-HS se obtienen las dimensiones mínimas necesarias de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Para arquetas prefabricadas de hormigón o PVC.

Previamente calculamos los colectores entre arquetas para saber los diámetros de salida de estos.

Colectores entre arquetas

Tabla 4.1.31. Colectores entre arquetas.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
AR1-AR2 (3%)	-	110
AR2-AR3 (3%)	243	110
AR3-AR4 (3%)	486	125
AR4-AR5 (3%)	729	160
AR5-AR6 (3%)	972	160
AR6-AR7 (3%)	1215	200
AR7-AR8 (3%)	1458	200
AR8-AR9 (4%)	1579	200
AR9-AR10 (4%)	1700,5	200
AR9-Fosa (4%)	1700,5	200

Arqueta AR2

Tabla 4.1.32. Tamaños de las arquetas según diámetro de salida.

Arqueta	Diámetro del colector de salida (mm)	L x A (cm)
AR1	-	40x40
AR2	110	40x40
AR3	125	40x40
AR4	160	50x50
AR5	160	50x50
AR6	200	60x60
AR7	200	60x60
AR8	200	60x60
AR9	200	60x60
AR10	200	60x60

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE
 PUNTO: Anexo; Núm.5.3.5. Colectores, 5.3.5.1.
 Z1, 5.3.5.2 Z2, 5.3.5.3. Z3, 5.3.5.4. Z4.

El Sistema elegido para el tratamiento de las aguas residuales, a excepción de las pluviales, es la **estación regeneradora de aguas residuales de Remosa.**

Este permite reutilizar el agua mediante la tecnología de membranas, cumpliendo los requisitos del Real Decreto 1620/2007. Dichas aguas serán destinadas para riego. A continuación, se adjunta la ficha de características, partes y requisitos de la estación:

Tabla 4.1.33. Estación regeneradora de aguas residuales, catálogo Remosa.

Estación regeneradora de aguas residuales; formato horizontal

Referencia	Nº Habitantes	D mm	L mm
ROXPLUS 50	50	2350	3400



Accesorios incluidos

- Reja de desbaste
- Soplante del reactor
- Soplante de las membranas
- Módulo de membranas planas
- Bomba de extracción de permeado
- Caudalímetro
- Transmisor de presión
- Cuadro eléctrico e instalación trifásica (380V)

Colectores/Arquetas Aguas pluviales hasta tanque de pluviales

Colectores entre arquetas

Tabla 4.1.34. Colectores entre arquetas.

Tramo	Superficie real * f	Diámetro (mm)
AP1-AP2 (3%)	-	160
AP2-AP3 (3%)	831	160
AP3-AP4 (3%)	1124	160
AP4-AP5 (3%)	1710	200
AP5-AP6 (3%)	2296	250
AP6-AP7 (3%)	2282	250
AP7-AP8 (3%)	3468	250
AP8-AP9 (4%)	4054	250
AP9-AP10 (4%)	4254	315
AP9-Tanque (4%)	4254	315

Arqueta AR2

Tabla 4.1.35. Tamaños de las arquetas según diámetro de salida.

Arqueta	Diámetro del colector de salida (mm)	L x A (cm)
AP1	160	50x50
AP2	160	50x50
AP3	160	50x50
AP4	200	60x60
AP5	250	60x70
AP6	250	60x70
AP7	250	60x70
AP8	250	60x70
AP9	315	60x70
AP10	315	60x70

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE
PUNTO: Anexo; Núm.5.3.5. Colectores, 5.3.5.1.
Z1, 5.3.5.2 Z2, 5.3.5.3. Z3, 5.3.5.4. Z4.

Cálculo volumen del Depósito de Recogida de Pluviales

$$C = f_1 \times P \times S$$

C: Caudal de captación anual (l/año)
f₁: factor de escorrentía (f₁: 0,9 si corresponde a un tejado convencional)
P: pluviometría anual (mm/m²/año o l/m²/año)
S: superficie de recogida (m² de tejado)

Esquema obtenido del catálogo Remosa.

- Pluviometría 450 mm
- Superficie de recogida: 202,6 x 11 = 2228,6
- C= 0,9 x 450 x 2228,6 = 902.583 L/año

Demanda de aguas

$$D = W + R + L$$

D: Caudal de demanda anual (l/año)
W: Caudal recarga sanitarios: 24 l/persona/día x 365 días x N° de personas
L: Limpieza de suelos: 2 l/persona/día x 365 días x N° personas = 730 x N° personas
R: Riego de jardines: 2-6 l/m²/día x 100 días sequía x m² superficie= 500 x m² superficie

Esquema obtenido del catálogo Remosa.

- W= Caudal recarga sanitarios 24x365x44= 385.440
- R= 500 x (500 + 80+ 60+60+ 80+270) = 525.000
- Obviamos la limpieza de suelo por encontrarnos en zona rural y no disponer apenas de suelo asfaltado, además se pretenden instalar sistemas de riego inteligentes que harán la demanda antes calculada menos alta.
- D= 385.440 + 525.000 = 910.440 L/año

Volumen total del depósito

$$V_{DRP} = \frac{(C + D)}{(2 \times 365)} \times t \times f_2$$

V_{DRP}: Volumen total (l)
C: Caudal de captación anual (l/año)
D: Caudal de demanda anual (l/año)
t: tiempo de retención (días) = 30 o 40
f₂: factor de sobredimensionado = 0,2. Este factor se incorpora para tener en cuenta los volúmenes extras que suponen las aguas arenosas decantadas en el fondo y el volumen por encima de la lámina de agua.

Esquema obtenido del catálogo Remosa.

V_{drp}= 14.901 litros

El depósito elegido es una **cuba para enterrar con filtro integrado**, una vez mas del catálogo Remosa. En este caso se potabilizará el agua mediante ultravioletas y se reutilizará en todos los puntos de consumo de las viviendas.

A continuación se adjunta la ficha del depósito, así como el modelo y funcionamiento del esterilizador para el agua:

Tabla 4.1.33. Estación regeneradora de aguas residuales, catálogo Remosa.

Cubas y cisternas horizontales para enterrar.

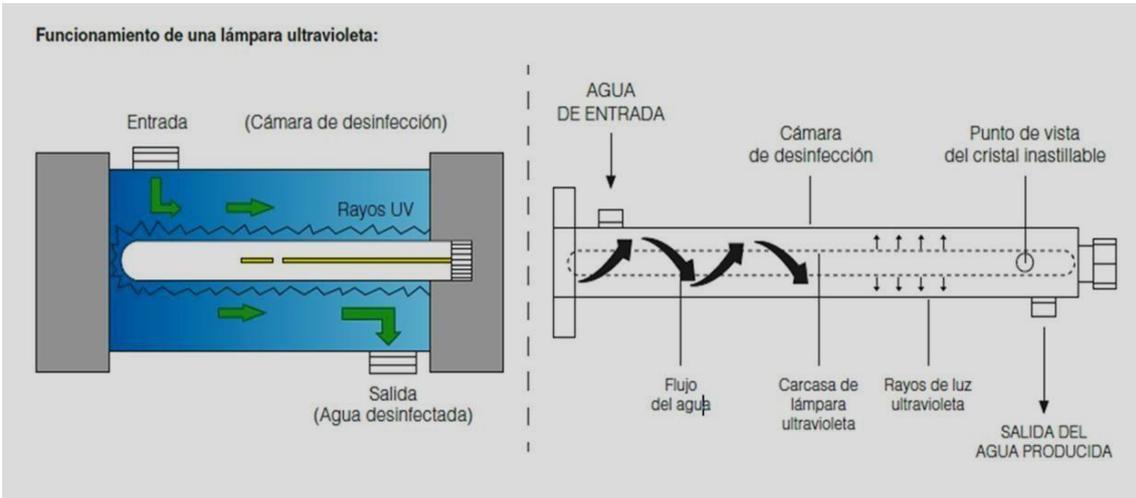
DRP 15000 F	15.000	2.000	5.290	410/567	110	675
-------------	--------	-------	-------	---------	-----	-----

Modelo de cuba/cisterna horizontal	Capacidad en litros
DRP 15000 F	15.000

Lámpara ultravioleta para potabilizar.

¿Cómo funciona?

La purificación del Agua mediante rayos ultravioleta es un método rápido y único para desinfectar el Agua sin utilizar productos químicos, ni calor. Las lámparas germicidas de ultravioleta producen radiaciones de pequeñas ondas que son letales para las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el Agua.



Esquema de funcionamiento de una lámpara ultravioleta, fuente Google images.

El espectro UV proveniente del sol, se divide en cuatro regiones, siendo la región de onda corta, la que tiene mayor poder germicida, por lo tanto la utilizada en los equipos de desinfección. Las lámparas germicidas son ampliamente utilizadas para la desinfección microbiológica del agua y constituyen una alternativa segura, eficaz, económica y ecológica frente a otros métodos de desinfección del agua, como por ejemplo la cloración.

La acción germicida de la luz ultravioleta es inmediata, eliminando de forma instantánea cualquier microorganismo que se encuentre en el agua. Por esta razón, y a diferencia de otros métodos de desinfección (cloro, dióxido de cloro...), no solamente destruye las bacterias, sino también los virus, levaduras y esporas.



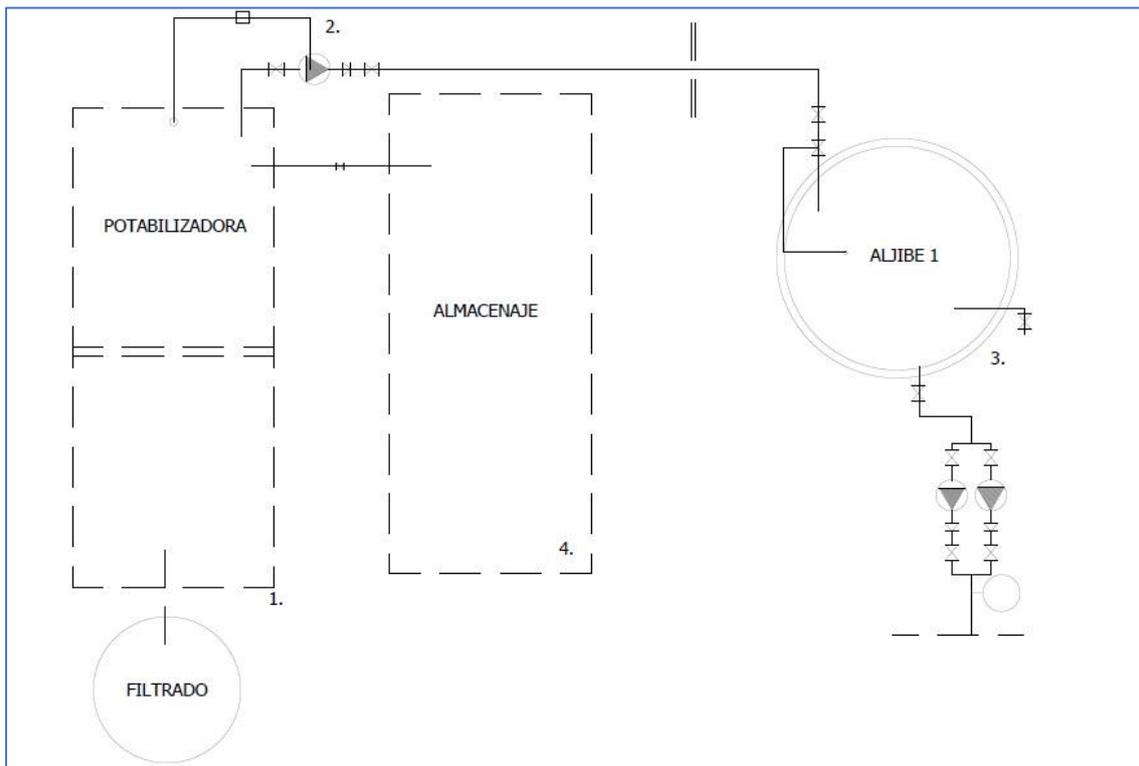
Fotografía de la lámpara UV elegida para el proyecto.

4.2. Suministro

4.2.1. Agua fría: Diseño instalación.

- *Altura libre de las viviendas: 2,7 m*
- *Cada una cuenta con:*
 - *Dos baños: equipados con bañera, inodoro, y lavabo.*
 - *Cocina: equipada con fregadero, lavavajillas, lavadora.*
- *La cubierta es plana y transitable en todos los casos.*
- *Las bombas también se situarán en planta baja, junto al calderín y el aljibe. Por lo que las bombas aspirarán del depósito auxiliar (aljibe).*
- *Se situarán contadores divisionarios en cada vivienda.*
- *Se ha diseñado la instalación de modo que, por una parte, el agua que se recicla procedente de los colectores pluviales se potabiliza y almacena en un primer aljibe. Se adjunta el esquema de la primera parte de la instalación:*

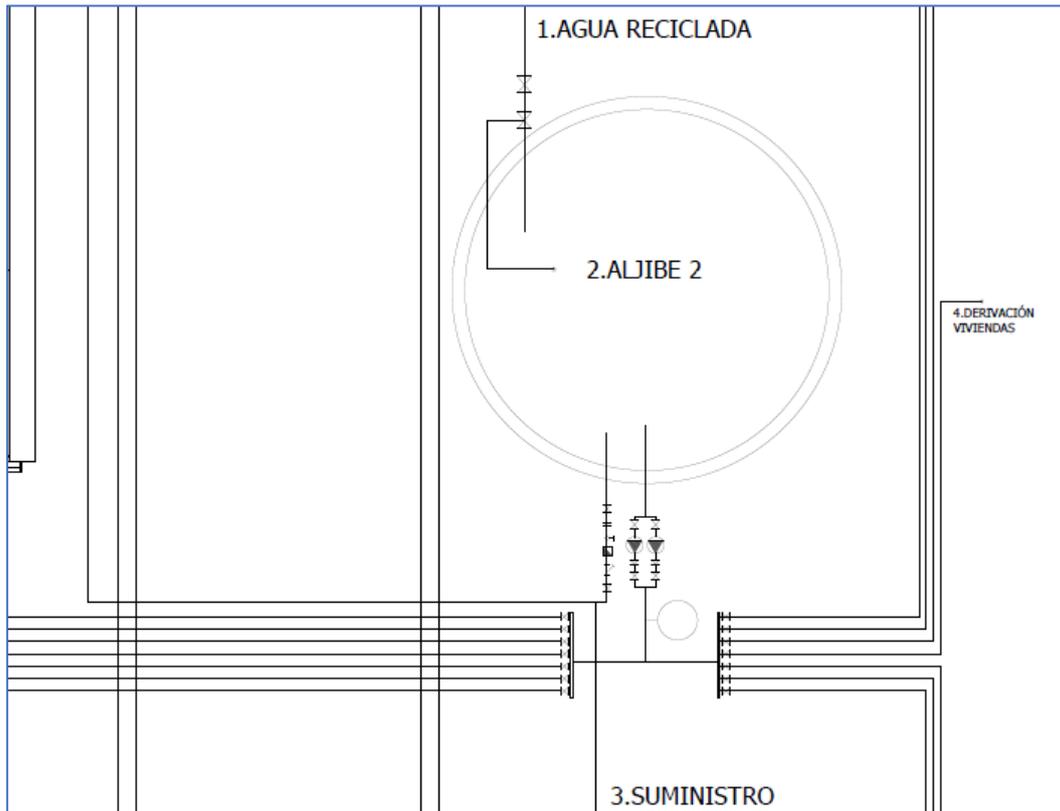
PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE PUNTO: Anexo; Núm. 5.4.1. Suministro Agua Fría, 5.4.1.1 .Z1, 5.4.1.2. Z2, 5.4.1.3. Z3.



Esquema propio.

1. *Cuba para almacenamiento de aguas pluviales con filtro integrado. El agua se hace pasar por un filtro inicialmente, a continuación, procede a su limpieza y posterior potabilización mediante ultravioletas.*
2. *Cuando el agua ya es potable la bomba la hace pasar al aljibe situado en el cuarto de instalaciones.*

3. El agua no puede estar estancada durante un periodo de tiempo determinado por lo que las bombas activan el flujo y hacen pasar el agua a un segundo aljibe (presente en el siguiente esquema). Además, es necesario este aljibe intermedio para posibles complicaciones en el proceso de reciclaje/potabilización, en caso de necesitar mantenimiento y aislamiento frente al agua potable de la RG.
4. Se sitúa un depósito enterrado que estará conectado tanto al tanque de pluviales cómo al de residuales, por si fuera necesario la evacuación de líquidos en ambas piezas y posterior recogida de estos.

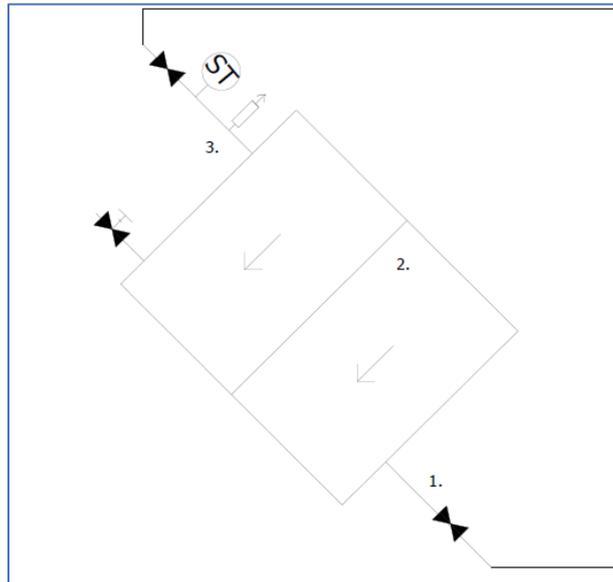


Esquema propio.

1. Llegada del agua procedente de aljibe 1 hasta aljibe 2.
2. En este depósito llegan tanto las aguas procedentes de suministro (punto 3) cómo las recicladas. Para evitar contaminación en caso de necesitar reparación la cuba de aguas pluviales se dispone de una válvula antirretorno y corte de suministro del agua potabilizada.
3. Red general de abastecimiento.
4. Derivaciones individuales a vivienda. Cada una cuenta con su contador individual.
5. Ver plano de instalación individual en viviendas, zona común y mantenimiento.

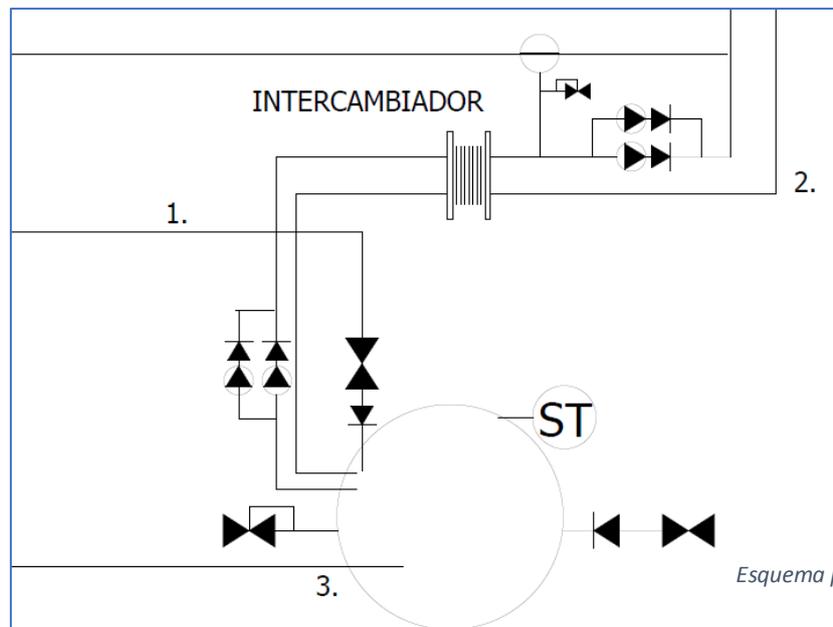
4.2.2. Agua Caliente: Diseño instalación.

PLANOS ADJUNTOS A CONSULTAR EN ESTE
PUNTO: Anexo; Núm. 5.4.1. Suministro Agua
Fría, 5.4.1.1 .Z1, 5.4.1.2. Z2, 5.4.1.3. Z3.



Esquema propio.

1. Entrada agua fría.
2. Acumuladores solares.
3. Salida agua caliente.

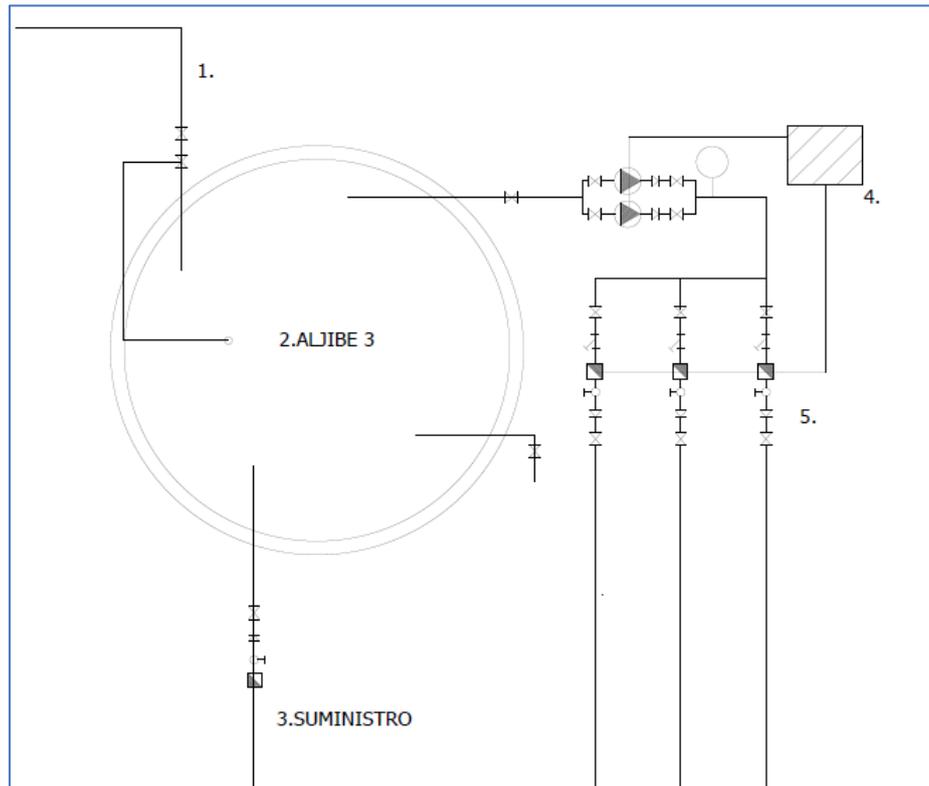


Esquema propio.

1. Entrada agua fría. El agua se hace pasar por el intercambiador.
2. Entrada agua caliente. El agua se hace pasar por el intercambiador, como resultado se nivela la temperatura resultante.
3. Salida agua caliente sanitaria a temperatura apta para uso doméstico.

4.3 Otros

3.3.1. Diseño red de riego.

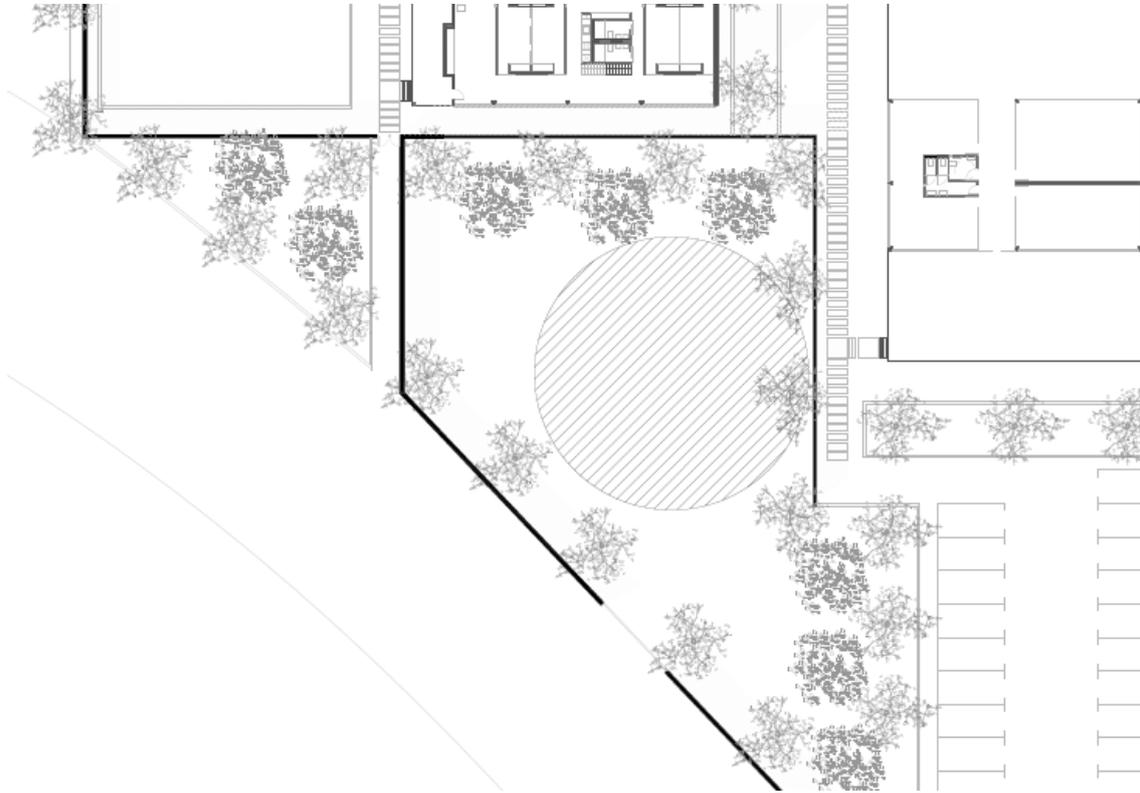


Esquema propio.

1. Llegada agua desde la depuradora.
2. Aljibe para almacenar el agua procedente de la depuradora.
3. Suministro de agua desde la red general.
4. Cuadro eléctrico para programar el riego.
5. Derivaciones TIPO1 TIPO2 TIPO3 para el riego.
 - 5.1. TIPO 1: Derivación para huertos. 1365m²
 - 5.2. TIPO 2: Derivación para plantas con flores. 275m²
 - 5.3. TIPO 3: Derivación para extensiones verdes y arbolado. 1400m²

3.3.2. Aclaraciones sobre la instalación de gas.

Se habilita una zona aislada para el depósito de gas enterrado. La misma cuenta con un acceso lo suficientemente amplio que garantiza la entrada de camiones y coches destinados al mantenimiento. Además, se dispone una gran arbolada en la parte superior para garantizar que los malos olores no puedan llegar a la zona de viviendas.



Las derivaciones pertinentes serán enterradas y cumplirán con las premisas necesarias para garantizar su buen uso y seguridad.

4.3.3. Estudio de ahorro y conclusiones.

Para evaluar el **impacto económico y el ahorro** que implicará haber implantado estos sistemas de reciclaje en el proyecto, así como las superficies de riego eficientes y los pequeños aparatos de ahorro de las viviendas, se utiliza un programa especial para ello. Este software es un proyecto-creación de Hidrología Sostenible, cuyo link de descarga viene indicado en la bibliografía.

El programa nos permite modelizar el balance de agua diario en el proyecto, abarcando usos domésticos, zonas verdes y láminas de agua. Para ello se deben introducir los siguientes datos:

- Tipos de vivienda
- Características de la zona verde y si existen puntos de riego eficientes
- Meteorología
- Tarifas de agua vigentes de la zona

También nos permite tener en cuenta los puntos de ahorro de los pequeños aparatos, tales como los aireadores o reductores en grifos e inodoros, si disponemos de lavavajillas en las viviendas...

The screenshot shows the MHS1 software interface with the following data and settings:

- Directorio del proyecto:** ...
- Doméstico:** Consumo base diario (l/hab día) = 142; Tipos de vivienda = 2; Nº Viviendas = 11 (1 in category 1, 1 in category 2); Nº Ocupantes = 4 (4 in category 1, 5 in category 2).
- Láminas de agua:** Número de láminas de agua = 0; Superficie de recogida; Cubierta (S/N).
- Microcomponentes:**

Fregadero	8 %	11.4 litros
Lavavajillas	1 %	1.4 litros
Ducha	15.0 %	21.2 litros
WC	19 %	27.0 litros
Lavadero	2 %	2.8 litros
Lavadora	9 %	12.8 litros
Grifos	9.5 %	13.5 litros
Fugas	0 %	0.0 litros
TOTAL	63.4 %	90.1 litros
- Otros consumos (exterior):** Consumo en litros = 0; Frecuencia en días = 0.
- Jardín y clima:** Datos del suelo, Datos de la vegetación, Datos meteorológicos.
- Tarifas:** Contadores separados (selected); Tarifas de consumo doméstico; Tarifas de exteriores.
- Medidas:** Fontanería en buen estado, Reductores en grifos, Lavavajillas, WC eficiente, Recirculación ACS, Riego optimizado (all checked).

Captura del Software una vez introducidos los datos de nuestro proyecto; fuente propia.

Además, permite dividir los tipos de agua (pluviales y Grises) y la reutilización que tendrán de forma individual, teniendo en cuenta la energía que consumen los sistemas de reciclaje, así como las bombas:

Datos 1 Datos 2 Resultados Pluviales Sobre MHS1

Reutilización

Lluvia

Superficie de recogida de pluviales 2228

Tamaño del depósito en litros 14000

Para riego

Para WC

Para limpieza interior

Para otros consumos

Para duchas y grifos

Para relleno de piscina

Grises

Para riego

Para WC

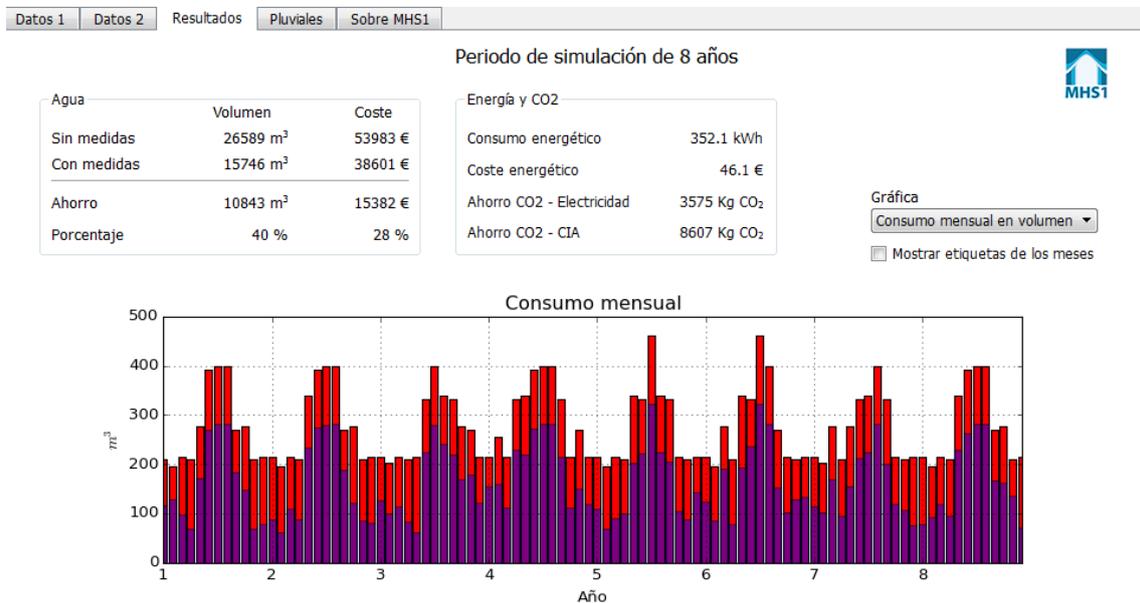
Para limpieza interior

Para otros consumos

Captura del Software una vez introducidos los datos de nuestro proyecto;
fuente propia.

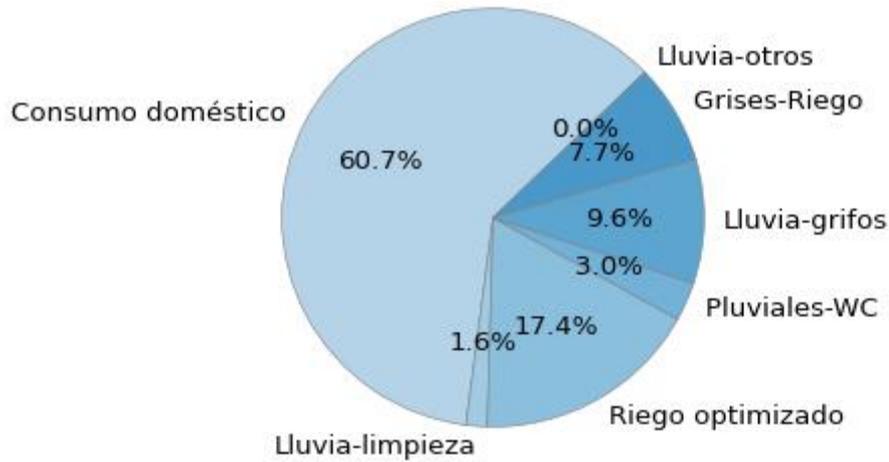
Los resultados obtenidos

Se calcula un **ahorro del 40% de agua en un periodo de 8 años**. Además, en cuanto a **costes se ahorra un 28%** frente a una instalación sin medidas.



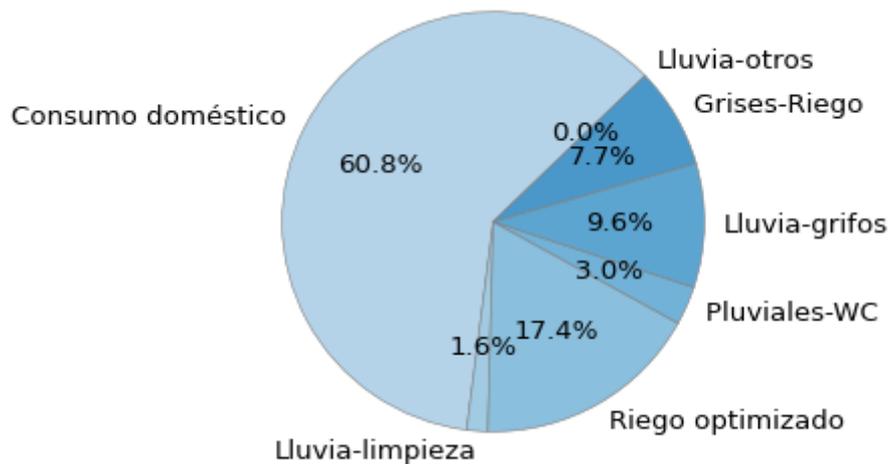
Captura de los resultados obtenidos; fuente propia.

Ahorro por medida en volumen



Captura de los resultados obtenidos; fuente propia.

Ahorro por medida en euros



Captura de los resultados obtenidos; fuente propia.

Este software no incluye los costes de los depósitos y sistemas de depuración, así como su instalación. Tan solo el coste de la estación de depuración son 33.000€, más la cuba de pluviales 5.000€. Eso hace un total de 38.000€, exceptuando costes de instalación. Tras 8 años se ha conseguido un ahorro de 15.300€, así pues, haciendo cálculos, el periodo de amortización estaría por encima de los 15 años.

Sería importante considerar otros métodos de ahorro que además aportan sostenibilidad al proyecto, cómo pueden ser placas solares, que abaratarían los costes de la gran cantidad de electricidad utilizada por las bombas y las estaciones de reciclaje y reducirían el tiempo de amortización de la instalación. Además, sería un paso más para conseguir catalogarlas como viviendas totalmente eficientes.

No obstante, pese al largo periodo de amortización y observarse que con los medios disponibles no es una instalación viable frente a costes, se ha de considerar el factor ecológico, pues es de gran importancia invertir en instalaciones que hagan un mejor uso del agua y ayuden al medio ambiente.

Sería además de gran interés, que el estado fomentara este tipo de proyectos, proporcionando ayudas tanto al particular que apueste por disponer de estas instalaciones con tal de crear una vivienda más eficiente, tanto a los fabricantes de los diferentes sistemas de ahorro y reciclaje, hecho que abarataría costes desde el punto de partida del producto, facilitando así el acceso a los mismos.

ANEXO

5. Planos

5.1. Planos de proyecto.

- 5.1.1. Emplazamiento Escala 1:10.000/1:2.500
- 5.1.2. Emplazamiento; soleamiento Escala 1:500
- 5.1.3. Emplazamiento; planta tipo. Escala 1:300
- 5.1.4. Planta tipo. Escala 1:75
- 5.1.5. Detalles en planta. Escala 1:20
- 5.1.6. Sección; detalle. Escala 1:15

5.2. Planos Saneamiento.

- 5.2.1. Saneamiento; vivienda tipo. Escala 1:100
- 5.2.2. Saneamiento; zona común/ mantenimiento. Escala 1:100

5.3. Planos pluviales.

- 5.3.1. Pluviales; vivienda tipo. Escala 1:100
- 5.3.2. Pluviales; zona común. Escala 1:100
- 5.3.3. Pluviales; zona común (II). Escala 1:100
- 5.3.4. Pluviales; mantenimiento. Escala 1:100
- 5.3.5. Saneamiento y pluviales; Colectores general Escala 1:300
 - 5.3.5.1. Colectores Zona 1 Escala 1:100
 - 5.3.5.2. Colectores Zona 2 Escala 1:100
 - 5.3.5.3. Colectores Zona 3 Escala 1:100
 - 5.3.5.4. Colectores Zona 4 Escala 1:100

5.4. Planos suministro.

- 5.4.1. Suministro; Agua fría general.
 - 5.4.1.1. Agua fría Zona 1 Escala 1:100
 - 5.4.1.2. Agua fría Zona 2 Escala 1:100
 - 5.4.1.3. Agua fría Zona 3 Escala 1:100
 - 5.4.1.4. Diseño red de riego.

Bibliografía

- **ALMAGRUPO (2018)** Catálogo Tarifas vigentes fontanería.
 - **ANÓNIMO (2017)** "Vivienda sustentable" Video <
<https://www.youtube.com/watch?v=jH57PVjJJ5g&t=704s>>
 - **COMISIÓN EUROPEA (2010)** "Escasez de agua y sequía en la Unión Europea"
http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/water_scarcity/es.pdf
 - DEPARTAMENTO CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS ETSAV (2013), "Instalaciones hidráulicas: diseño y cálculo"
 - **ECOLOCOS (2016)** "Sabes que es una casa autosostenible?" video
<https://www.youtube.com/watch?v=ad95-k8PBX8>
 - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2018) "Water exploitation index and trend"
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-exploitation-index-and-trend>
 - **EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2018)** "Interactive maps" <
<https://www.eea.europa.eu/themes/landuse/interactive/land-recycling-and-densification-map>>
 - **EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE VALENCIA (2016)** "Ordenanza Municipal de Saneamiento" BOE Oficial de la provincia de Valencia.
 - **G. STEGMANNA, JOSEFINA (2017)** "Depuración en España: La gran asignatura pendiente" en ABC vivir. <http://www.abc.es/natural/vivirenverde/abci-depuracion-espana-gran-asignatura-pendiente-201703151331_noticia.html>
 - **INSTITUTO NACIONAL ESPAÑOL (2015)** "Encuesta sobre el uso de agua en el sector agrario INE: Nota de prensa" <http://www.ine.es/prensa/euasa_2015.pdf>
 - **INSTITUTO NACIONAL ESPAÑOL (2014)** "Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua INE, Nota de prensa" <<http://www.ine.es/prensa/np992.pdf>>
 - **MARTINEZ, RUIZ (2015)** "Cómo diseñar una vivienda sostenible en el uso de agua" <<https://www.iagua.es/blogs/luis-martin-martinez/como-disenar-vivienda-sostenible-uso-agua>>
 - **MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, (2007)** "RealDecreto 1620/2007: Régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas". BOE núm. 294.
 - **MUJERIEGO, RAFAEL (2015)** "Reutilización Potable Directa en Namibia: Pasado y futuro" <
<https://www.iagua.es/blogs/rafael-mujeriego/reutilizacion-potable-directa-namibia-pasado-y-futuro>>
 - **REMOSA (2016)** Catálogo instalaciones. <http://Remosa.net>
 - **SERRANO YUSTE, PAULA (2014)** "¿Aprovechamiento del agua de lluvia para impedir el aumento del precio del agua?" <<https://www.certificadosenergeticos.com/aprovechamiento-agua-lluvia-impedir-aumento-precio>>
 - *
 - **
- *Todas las fuentes de las fotografías/imágenes/esquemas vienen indicadas en cada una de ellas.
- **Software hidrología sostenible- Modelo de Hidrología Sostenible 1;
<http://hidrologiasostenible.com/mhs1/>

Índice de tablas

Introducción

- *Tabla 1: Consumo de agua en función de los usos en edificación. Pág. 8*

Proyecto

- *Tabla 2: Ahorro de agua en pequeños aparatos. Pág. 18*

Cálculos saneamiento

Vivienda tipo

- *Tabla 4.1.1. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño. Pág. 21.*
- *Tabla 4.1.2. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: cocina. Pág. 21.*
- *Tabla 4.1.3. Unidades por bajante: R1. Pág. 22.*
- *Tabla 4.1.4. Unidades por bajante: R2. Pág. 22*
- *Tabla 4.1.5. Diámetro de la bajante de residuales. Pág. 22*
- *Tabla 4.1.6. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes. Pág. 22*
- *Tabla 4.1.7. Diámetro de colectores en planta. Pág. 23*

Zona comunitaria

- *Tabla 4.1.8. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño. Pág. 23*
- *Tabla 4.1.9. Unidades por bajante: R1. Pág. 23*
- *Tabla 4.1.10. Diámetro de la bajante de residuales. Pág. 23*
- *Tabla 4.1.11. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes. Pág. 24*
- *Tabla 4.1.12. Diámetro de colectores en planta. Pág. 24*

Bloque mantenimiento

- *Tabla 4.1.13. Unidades correspondientes a los distintos aparatos sanitarios: baño. Pág. 25*
- *Tabla 4.1.14. Unidades por bajante: R1. Pág.25*
- *Tabla 4.1.15. Unidades por bajante: R2. Pág. 25*
- *Tabla 4.1.16. Diámetro de la bajante de residuales. Pág. 25*
- *Tabla 4.1.17. Diámetro de ramales entre aparatos y bajantes. Pág. 25*
- *Tabla 4.1.18. Diámetro de colectores en planta. Pág. 26*

Cálculos pluviales

Vivienda tipo

- *Tabla 4.1.19. Número mínimo de sumideros según superficie. Pág. 27*
- *Tabla 4.1.20. Diámetro de las bajantes según superficie. Pág. 28*
- *Tabla 4.1.21. Diámetro colectores según superficie. Pág. 28*
- *Tabla 4.1.22. Diámetro colectores en planta baja según superficie. Pág.28*

Zona comunitaria

- *Tabla 4.1.23. Número mínimo de sumideros según superficie. Pág. 29*
- *Tabla 4.1.24. Diámetro de las bajantes según superficie. Pág. 29*
- *Tabla 4.1.25. Diámetro colectores según superficie. Pág. 29*
- *Tabla 4.1.26. Diámetro colectores en planta baja según superficie. Pág.29*

Bloque mantenimiento

- *Tabla 4.1.27. Número mínimo de sumideros según superficie. Pág. 29*
- *Tabla 4.1.28. Diámetro de las bajantes según superficie. Pág. 30*
- *Tabla 4.1.29. Diámetro colectores según superficie. Pág. 30*
- *Tabla 4.1.30. Diámetro colectores en planta baja según superficie. Pág.30*

Colectores/Arquetas Aguas residuales hasta fosa séptica

- *Tabla 4.1.31. Colectores entre arquetas. Pág.31*
- *Tabla 4.1.32. Tamaños de las arquetas según diámetro de salida. Pág. 31*
- *Tabla 4.1.33. Estación regeneradora de aguas residuales, catálogo Remosa. Pág 32.*

Colectores/Arquetas Aguas residuales hasta tanque de pluviales

- *Tabla 4.1.34. Colectores entre arquetas. Pág.33*
- *Tabla 4.1.35. Tamaños de las arquetas según diámetro de salida. Pág. 33*
- *Tabla 4.1.36. Cisterna de almacenamiento para aguas pluviales, catálogo Remosa. Pág 35*