

Reaprovechamiento de aguas pluviales en España. Un problema de diseño.

Daniel Ferrández Vega*
Carlos Morón Fernández*
Pablo Saiz Martínez**

* *Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística, Universidad Politécnica de Madrid, 28660 Boadilla del Monte, Madrid. Correo institucional: daniel.fvega@upm.es*

carlos.moron@upm.es

** *Departamento de Economía Financiera, Contabilidad e Idioma Moderno - URJC*
pablosaizm@gmail.com

Reuse of rainwater in Spain. A design problem.

Recibido: 3 de diciembre de 2018

Aceptado: 14 de julio de 2019

Resumen

Actualmente existe una carencia en los proyectos arquitectónicos en cuanto a sostenibilidad de la edificación se requiere, evidencia que se ve resaltada en el actual diseño de redes de saneamiento. Tal cual se plantean hoy en día este tipo de instalaciones mediante redes mixtas de aguas fecales y aguas pluviales, se hace muy complicado la recuperación y reutilización del agua de lluvia para usos cotidianos. Por esta razón, en este trabajo se presenta un ejemplo de diseño de red de saneamiento para una vivienda, y se indican aquellos puntos sobre los cuales habría que incidir para mejorar la gestión de las aguas y poder sacar el máximo partido a su aprovechamiento en la edificación. Así pues, es necesario que en España se reivindique una correcta planificación de los edificios interviniendo sobre la normativa actual y que se redefina el concepto de saneamiento fundamentado en la sostenibilidad medioambiental y el beneficio de las generaciones futuras.

Palabras clave: aguas pluviales, construcción sostenible, saneamiento, recursos hídricos, edificación e instalaciones.

Abstract

Currently there is a lack in the architectural projects in terms of sustainability of the building is required, evidence that is highlighted in the current design of sanitation networks. As these types of installations are currently being proposed through mixed networks of sewage and rainwater, the recovery and reuse of rainwater for daily uses becomes very complicated. For this reason, this paper presents an example of design of sanitation network for an old house and indicate those points on which it would be necessary to improve water management and be able to make the most of its use in the building. Therefore, it is necessary that in Spain a correct planning of the buildings is implied, intervening on the current regulations and redefined the concept of sanitation in based on environmental sustainability and the benefit of future generations.

Keywords: rainwater, sustainable construction, sanitation, water resources, building and facilities.

1. Introducción

Como es bien sabido aproximadamente el 71% de la superficie del planeta es agua, siendo su ubicación geográfica la causante de organizar y planificar los asentamientos humanos e infraestructuras de comunicación y transporte. De ese porcentaje global, tan solo un 8% del agua mundial es destinada a la ingesta, saneamiento básico, alimentación e higiene personal, que a pesar de ser los usos que más directamente nos afectan se encuentran muy por debajo de otros como el agua empleada en la actividad agrícola o industrial [1]. Se trata, por tanto, de encontrar un equilibrio entre la cantidad de agua consumida y la cantidad de agua producida sin que existan grandes diferencias y se genere un impacto medioambiental insalvable.

Esta agua es un bien común de la humanidad y su gobernanza debe estar al margen de los principios del estado, ya que se trata de un derecho humano necesario para la vida y como tal no se debe involucrar en un sistema de mercado con ánimo de lucro. Por otro lado, cuanto menor es el índice de desarrollo humano, tanto menores son los niveles de abastecimiento de agua y peores

son sus infraestructuras de saneamiento [2]. Con la globalización y la creciente expansión de las ciudades se hace necesario aumentar la calidad de las redes de abastecimiento y recogida de aguas, tendiendo cada vez más hacia una construcción sostenible que permita crear redes de edificios de consumo energético prácticamente nulo y máximo aprovechamiento de los recursos naturales.

Existe actualmente una evidente falta de sostenibilidad en los proyectos arquitectónicos en cuanto a reciclado de aguas pluviales se refiere. Si bien es cierto que la irregular distribución temporal y espacial de los recursos hídricos en el territorio español provocan anualmente situaciones de déficit real en amplias zonas del sureste peninsular y Canarias, el trazado de las redes de saneamiento sigue dejando entrever la necesidad de implantar sistemas que permitan un mejor aprovechamiento de las aguas domésticas. Así pues, nos encontramos con un problema sociocultural en el cual la sociedad de consumo del siglo XXI sigue demandando mayores volúmenes de agua, sin tomar conciencia de la repercusión

sión que tendrá en las generaciones futuras el derroche y uso inapropiado de este recurso [3].

El sector de la edificación se sitúa únicamente por detrás del agrícola en consumo en litros por habitante y día, (aproximadamente 170 litros/hab*día en consumo domiciliario), tendencia que seguirá aumentando en los países desarrollados más aún si cabe con el calentamiento global y aumento de las temperaturas [4]. De esta forma, cualquier esfuerzo por diseñar sistemas que permitan la reutilización de aguas para la realización de tareas domésticas, y, porque no, para consumo humano, recae sobre las espaldas de los futuros ingenieros y arquitectos que tendrán que implementar en sus proyectos capítulos de reciclaje más eficientes y considerados con el medio ambiente.

Existen pues cinco grandes grupos de aguas generadas en la edificación: aguas grises, que no suelen estar muy contaminadas desde el punto de vista orgánico pero si pueden contener elevados índices de materia inorgánica, aguas negras, con elevado contenido orgánico y generalmente provenientes de las bajantes de residuales, aguas destinadas a ACS y calefacción, cuyo volumen en comparación con el resto es prácticamente despreciable, aguas empleadas en usos con carácter agotador, como riego o limpieza de vehículos, y finalmente las aguas que se pierden por falta de estanqueidad o infiltraciones en el edificio e instalaciones [5].

En este trabajo, se propone el empleo de redes de saneamiento separativas entre aguas fecales y pluviales como solución eficiente para el aprovechamiento del agua de lluvia en varios usos cotidianos en los edificios, siendo conscientes de que no

toda el agua de lluvia se transforma en esorrentía, ya que parte se devuelve a la atmósfera o es absorbida por las plantas y terrenos. Para ello, se ha tomado como ejemplo un edificio de Madrid situado en el casco antiguo de Alcorcón para ejemplificar la problemática actual y proponiendo posteriormente medidas de mejora y buenas prácticas para mejorar la calidad de las instalaciones sanitarias actuales.

2. Déficit en el diseño de la red de saneamiento

El actual Código Técnico de la Edificación en su articulado sobre Salubridad y más concretamente el apartado que hace referencia a la evacuación de aguas (CTE DB HS-5), presenta la posibilidad de dimensionar colectores mixtos en la red de saneamiento. Estas canalizaciones, aunque son tremendamente útiles desde el punto de vista arquitectónico ya que permiten simplificar y unificar el trazado definitivo de la red, repercuten negativamente y de forma irreversible en el proceso de recuperación de aguas pluviales su reutilización en sistemas domésticos o de riego [6].

Para comprender mejor lo que sucede se ha tomado como ejemplo un edificio de viviendas ubicado en la localidad madrileña de Alcorcón (Figura 1). Se trata de una zona obrera, cuyos bloques de viviendas en ocasiones no disponen de ascensor y las instalaciones son anteriores en su mayoría a la entrada en vigor del CTE. El número de personas del edificio estudiado se puede estimar en 16 (4 plantas y 4 personas por vivienda), lo cual debería ser tenido en cuenta para posteriores dimensionados en cuestiones de fontanería.



(a)



(b)

Figura 1. Edificio de viviendas estudiado. (a) Vista de la cubierta en planta indicando la zona de ubicación de la vivienda estudiada; (b) Perspectiva.

Se trata pues de un edificio con cuatro plantas sobre rasante más planta baja. La planta baja está destinada a acceso al edificio, portería y dos viviendas. Las otras cuatro alturas tienen dos viviendas por planta cuya vista tridimensional y en planta se puede apreciar en la Figura 2 correspondiente a un domicilio situado en el último piso.

Así pues, cada bajante de residuales recoge cuatro cuartos de baño completos (lavabo, inodoro, bidé y bañera) y cuatro cocinas (fregadero, lavadora y lavavajillas), así como, la bajante de pluviales recoge una superficie de aproximadamente 90 m². De esta forma, se tiene que el esquema de recogida para dichas bajantes es el que se muestra en la Figura 3.



(a)



(b)

Figura 2. Modelado de la vivienda tipo. (a) Diseño *SweetHome3D*; (b) Diseño *Magic Plan 2D*.

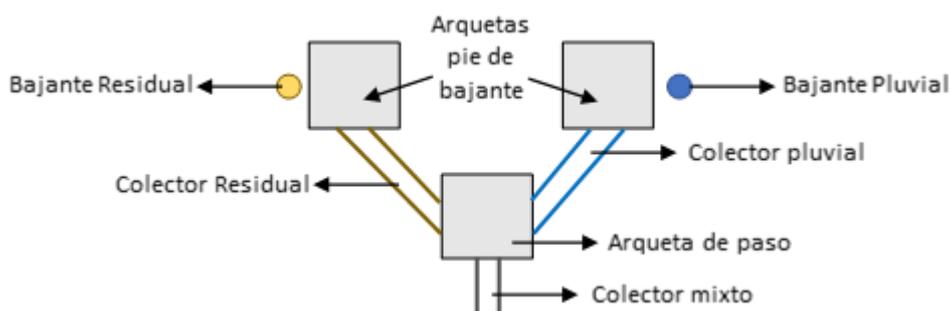


Figura 3. Esquema de saneamiento, recogida para una altura de pisos.

De esta forma, y conforme dicta el CTE DB HS-5, se pueden determinar las dimensiones de cada uno de los elementos que aparecen en el esquema. Para ello se deben considerar las unidades de desagüe que corresponden a cada aparato para poder ponderar el peso de los mismos en el sistema de residuales (1 UD = 0,47 dm³/s), así como, conocer el factor de corrección en función de la intensidad pluviométrica para

poder dimensionar la bajante de pluviales en función de su superficie horizontal (Madrid, zona A, isoyeta 20, f=0,65). Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1-3. El dimensionado se ajusta al real existente en el edificio, con la salvedad de que se ha obviado el dimensionado de la ventilación secundaria por no ser objeto de este estudio.

Tabla 1. Dimensionado de bajantes según CTE.

Bajante	Tipo	S (m ²)	S x f (m ²)	UD	Ø (mm)
BR-1	Residual	-	-	76	110(*)
BR-2	Pluvial	90	58,5	-	50

(*) Se ha considerado el diámetro mínimo para residuales según recomendación del CTE DB HS-5.

Tabla 2. Dimensionado de colectores según CTE.

Colector	Tipo	S (m ²)	UD	S.Eq (m ²)	S.T (m ²)	S.Tc (m ²)	Pte.	Ø (mm)
C-1	Residual	-	76	-	-	-	4%	110
C2	Pluvial	90	-	-	-	58,5	4%	90
C-3	Mixto	90	76	90	180	117	4%	110

(*) N^o UD < 250 → S.Eq = 90 m²; S.Tc = S.T x f = (S + S.Eq) x f

(*) Ningún colector puede ser menor que la bajante que acomete a el mismo.

Tabla 3. Dimensionado de arquetas según CTE.

Arqueta	Ø Colector (mm)	Superficie (cm ²)
Arqueta Bajante Residual	110	50 x 50
Arqueta Bajante Pluvial	90	40 x 40
Arqueta de Paso	110	50 x 50

En el mismo se puede apreciar cómo el sistema de recogida mixto favorece un trazado más simplista de cara a canalizar las aguas de saneamiento a la red municipal de alcantarillado. No obstante, se puede ver cómo este sistema impide cualquier posibilidad de reutilización de las aguas pluviales, ya que acaban juntándose con las fecales tras su recogida en la cubierta al pasar a canalizarse por el colector mixto.

Es por esta razón que se propone la inclusión de sistemas separativos de colectores de aguas residuales y pluviales en la normativa, al igual que sucede con las bajantes. De esta forma mediante adecuados sistemas de filtrado y depósitos ubicados en la planta baja o sótanos, el agua de lluvia puede ser reaprovechada para tareas de riego, limpieza o llenado de cisternas entre otras funciones. Sería factible pensar en un depósito monitorizado que permitiera el llenado del mismo mediante el agua de lluvia y canalizará el fluido hacia el alcantarillado cuando estuviera lleno para evitar que rebose. Para el caso del edificio en estudio, este dispone de una sala de contadores en su planta inferior donde podría albergarse el depósito para almacenamiento y posterior distribución de las aguas recogidas.

Para que este principio sea sostenible, es necesario tener en cuenta que las infraestructuras y los equipos han de estar correctamente instalados y mantenidos por técnicos competentes teniendo en cuenta las consideraciones del CTE-DB HS-5. Además, debe tenderse hacia la estandarización de los equipos implementados para facilitar su distribución en serie y conseguir la máxima financiación para su producción. Todos estos equipos deben contribuir a mejorar el estado actual del edificio causar un impacto negativo sobre el recurso hídrico y medioambiental.

En cuanto a las tecnologías más empleadas para el suministro de agua desde un depósito se encuentra el bombeo manual, la distribución por gravedad y el bombeo motorizado. Los dos primeros son más económicos, pero causan mayores problemas en situaciones de avería siendo los más empleados cuando se trata de abastecer a poblaciones de medio tamaño en ámbito rural. Por otro lado, el sistema monitorizado permite regular mejor los caudales a pesar de ser más pernicioso con el medioambiente, en la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques de un sistema automático de control del nivel de llenado de un depósito de recogida de aguas pluviales.

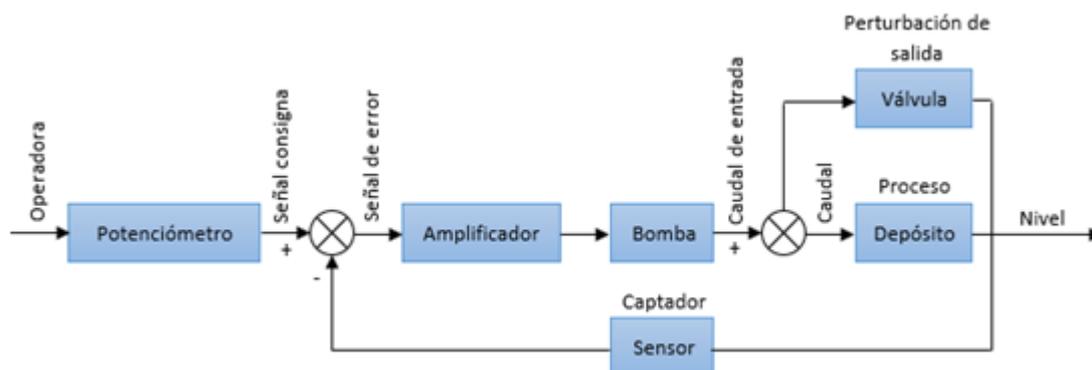


Figura 4. Diagrama de bloques: sistema de control de nivel de depósito.

El diagrama de la Figura 4 no es la única solución al problema de control, en el la tensión de consigna se establece actuando sobre el potenciómetro. Esta señal actúa sobre la entrada positiva del amplificador, quien recibe a su vez en la entrada negativa una señal procedente del sensor de nivel del depósito. El amplificador al comparar ambas señales amplifica y actúa sobre la bomba para introducir agua en el depósito. Cuando se alcanza el nivel deseado, la señal de consigna y la del sensor son iguales haciendo que la bomba se detenga. Si se abre la válvula y baja el nivel del agua, el sensor lo detecta creando una diferencia en el operacional que pone en marcha el circuito.

Todos estos sistemas de recogida de aguas cuentan además con varias dificultades, tales como la erosión y sedimentación de materiales que disminuyen su vida útil. Es importante controlar bien las entradas de agua para prolongar la durabilidad de la instalación, así como evitar la incidencia directa del sol sobre las mismas para impedir el crecimiento de algas situando la instalación en plantas inferiores. A parte, se debe conocer de antemano el número de personas a abastecer ya que con casi total seguridad será necesario realizar un sistema mixto de abastecimiento apoyado con agua de red, aun así, las dimensiones de la tubería dependen también de las diferencias entre cotas, las distancias al punto de consumo y el tipo de material empleado para su fabricación [7]. Se trata por tanto de un trabajo multidisciplinar que debe aunar tanto a políticos como a ingenieros, para la toma de decisiones premeditada y basada en el análisis y estudio de los datos obtenidos.

3. Posibles alternativas y medidas preventivas

Es imprescindible indicar que cualquier política de ahorro de agua nos obliga a tomar conciencia de la revisión de hábitos y costumbres domésticos, ninguna medida presentada será eficiente sin la implicación del ciudadano desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, ya que especialmente en el ámbito residencial existen múltiples acciones que repercuten en un derroche innecesario. De esta forma, se puede establecer una cadena secuencial como la mostrada en la Figura 5 para el reciclado de aguas en la edificación.

Existen países como Mozambique donde la recogida de aguas pluviales es obligatoria y donde se ha tomado conciencia de que gran parte del agua de consumo puede ser suministrada de manera natural por escorrentía gracias al agua de lluvia, previa incorporación de filtros de arenas o gravas, sistemas de cloración o fotólisis. Algunos autores han puesto de manifiesto que existe unanimidad en la normativa al considerar al agua de lluvia como fuente de suministro libre de impurezas, tales como pudiera ser la lluvia ácida [8], y por tanto un sistema separativo como el propuesto ayudaría a su aprovechamiento en el sector de la edificación siempre y cuando se llevarsen a cabo controles periódicos de la calidad del agua [9].

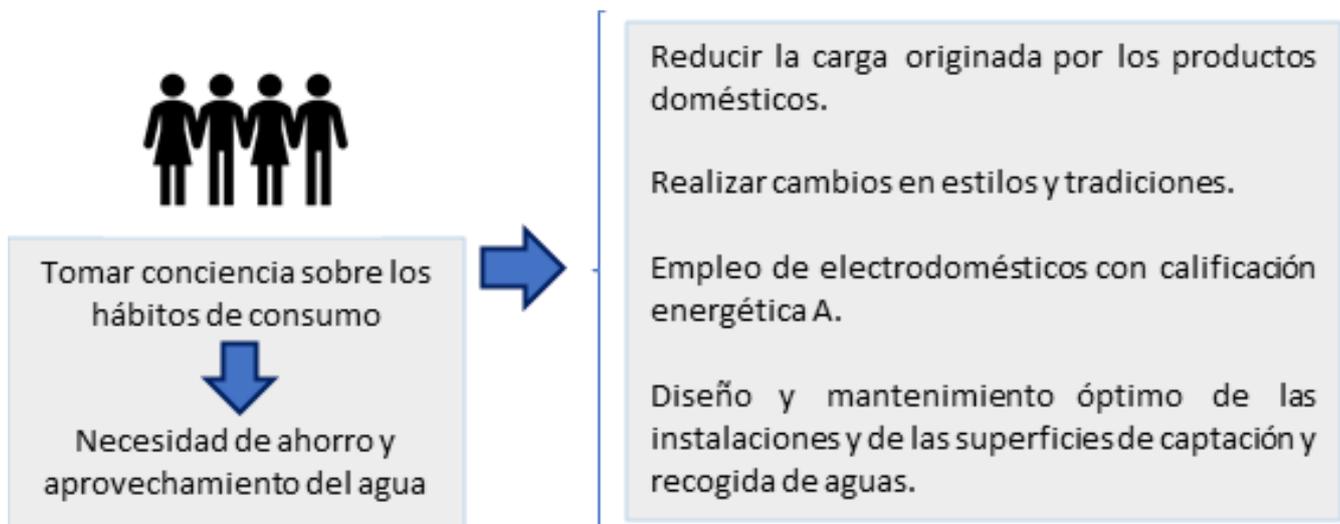


Figura 5. Acciones que favorecen una actitud más respetuosa con el medio hídrico.

Así pues, es importante llevar a cabo una correcta monitorización de los sistemas de recogida y abastecimiento que informe a tiempo real del estado de la instalación. Los depósitos de acumulación del agua es conveniente situarlos en el interior para mantener la temperatura del agua óptima, no obstante, para usos diferentes a riego y limpieza, deben llevarse a cabo las inspecciones oportunas para prevenir contra la Legionella.

Se puede indicar también como ventaja de introducir un sistema separativo de aguas en la edificación, que éstos no emplean aliviaderos evitando así que se produzcan fugas inesperadas en medio del receptor de las aguas. De esta forma, las aguas de saneamiento no se mezclan y favorecen su recuperación y depuración, ya que, al acumular el agua de lluvia, se consigue un régimen regular de agua y se abaratan los costes al no verse tan afectado el proceso de depuración por los ciclos de lluvia.

Así pues, es necesario que en España se reivindique una correcta planificación de los edificios y que se redefina el concepto

de saneamiento fundamentado en la sostenibilidad medioambiental y el beneficio de las generaciones futuras. Con los sistemas unificados actuales, no solo se pierde una gran cantidad de agua que de otra forma podría ser utilizable, sino que se contribuye a un aumento de la contaminación en ríos y mares al no disponer de sistemas de drenaje que puedan abarcar tales volúmenes de agua.

Por último, indicar que todos estos sistemas de recogida de aguas pluviales se verán beneficiados si para su distribución posterior se hace uso de instalaciones alimentadas mediante energía renovables tales como solar fotovoltaica, haciendo que todo el proceso de filtrado y distribución sea totalmente autosostenible.

4. Conclusiones

Las redes de saneamiento separativas se presentan por tanto como una solución eficiente de cara al mejor aprovechamiento del agua en la edificación. Es conveniente, por tanto, realizar una reevaluación sobre la normativa actual y exigir en los edificios de nueva construcción que se implementen

sistemas de recogida de aguas pluviales, optimizando así el aprovechamiento de este recurso natural cada vez más escaso. En este trabajo, se han propuesto diversas alternativas a la reutilización de las aguas y se ha presentado de manera teórica el cálculo de una instalación al uso, donde se han podido encontrar las carencias del sistema de saneamiento actual que se encuentra en la unión de colectores en las arquetas, y que imposibilita el empleo del

agua recogida de la cubierta al mezclarlas con las aguas fecales y enviar el fluido directamente a una planta de tratamiento o depuradora. De esta forma, el empleo de sistemas monitorizados que faciliten la regulación y control de las instalaciones, y el trabajo conjunto de técnicos y políticos para la gestión eficiente del agua en la edificación se vislumbra como una actividad futura de inminente aplicación y cada vez más necesaria.

REFERENCIAS

- [1] Canal de Isabel II. (2011). El agua como elemento clave para el desarrollo. Canal EducaMadrid, SMA.S.L., S-1585-2011.
- [2] Barlow, M. (2007). Our water commons. Towards a new freshwater narrative. The Council of Canadian.
- [3] Diez, M. & Ezquerro, I. (2018). Un recorrido por la dimensión cultural del agua. Consejos para futuras intervenciones de cooperación al desarrollo. DisTecD, 5, 5-19, ISSN: 2386-8546.
- [4] Gómez, D. & Gómez, M.T. (2013). Evaluación del impacto ambiental. 3ª Edición, Ediciones Nobel, S.A. ISBN: 9788484766438.
- [5] Martín, F. (1997). Manual de instalaciones de fontanería y saneamiento. Editor Antonio Madrid Vicente, ISBN: 9788489922020.
- [6] Código Técnico de la Edificación: Salubridad. HS-5 Evacuación de Aguas. Boletín Oficial del Estado número 74 de 28 de marzo de 2006, pp. 121-256.
- [7] Bolton, W. (2017). Ingeniería de control. 2ª Edición, Marcombo, ISBN-13: 978-9701506363.
- [8] Lavandeira, X. (1996). Market instruments and the control of acid rain damage: Effects of a sulphur tax on the Spanish electricity generating industry. Energy Policy, 25 (9), 841 – 854, doi.org/10.1016/0301-4215(96)00062-6.