

EL USO DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE ALICANTE. DE VIEJAS IDEAS A NUEVOS ENFOQUES

Álvaro Francisco Morote Seguido¹ & María Hernández Hernández²
Instituto Interuniversitario de Geografía (Universidad de Alicante)

RESUMEN

Desde los años sesenta, el litoral mediterráneo español se ha caracterizado por un espectacular incremento urbano relacionado con el turismo residencial y de sol y playa. Ello ha repercutido en el aumento del consumo de determinados recursos como es el agua. A esto, hay que sumar los problemas de suministro y de disponibilidad asociados a su escasez por factores climáticos y al incremento de la demanda. El objetivo de esta investigación es poner de manifiesto y analizar la importancia y potencialidad que tienen las aguas pluviales dentro del ciclo hidro-social en la ciudad de Alicante (España) para incrementar la oferta de agua para determinados usos (riego de jardines, baldeo de calles, etc.). Para ello, se han analizado datos sobre el uso y recogida de estos recursos y se han realizado diferentes entrevistas a técnicos de la empresa encargada de la gestión de los depósitos donde se almacena este recurso (Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta, S.A.). Como principal conclusión se puede reseñar que el uso de este nuevo recurso hídrico ha permitido, por un lado, reducir el gasto de agua potable para determinados usos municipales y, por otro, aminorar la contaminación y el riesgo de inundación coincidiendo con episodios de lluvias intensas.

Palabras clave: Aguas pluviales; fuentes hídricas no convencionales; consumo; ciclo hidro-social, Alicante.

THE USE OF RAINWATER IN THE CITY OF ALICANTE. OLD IDEAS TO NEW APPROACHES

ABSTRACT

From 1960's, the Mediterranean Spanish coastal is characterized by a spectacular increase of urban uses related with residential and sun and beach tourism. This process has affected the consumption growth of certain resources such water. To all this, it is necessary to add supply and availability problems associated to its shortage by climatic factors and the increased demand. The aim of this research is to show and to examine the importance and the potential that rainwater has in the hydro-social cycle in the city of Alicante (Spain) for increasing water supply for certain uses (watering gardens, street cleaning, etc.). To obtain it, it has been analysed databases about the use and collection of these resources. Also, different interviews have been carried out to the technical staff of the company (*Aguas municipalizadas de Alicante. Empresa Mixta, S.A.*) that is responsible of the tank management where these resources are stored. As main conclusion, it could be pointed that the use of this new water resources has allowed, on the one hand, reducing the use of drinking water to certain municipal water uses, and on the other, to reduce pollution and flooding risk coinciding with episodes of intense rainfall.

Keywords: Rain water; non-conventional water resources; consumption; hydro-social cycle, Alicante.

¹ Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante. Cta/ San Vicente del Raspeig s/n, Apartado 99, Alicante (03080). alvaro.morote@ua.es

² Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante. Cta/ San Vicente del Raspeig s/n, Apartado 99, Alicante (03080). maria.hernandez@ua.es. Este artículo es resultado del Proyecto de investigación "Usos y gestión de recursos hídricos no convencionales en el litoral de las regiones de Valencia y Murcia como estrategia de adaptación a la sequía" (CSO2015-65182-C2-2-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

1. INTRODUCCIÓN

El litoral del sureste peninsular español, caracterizado por la escasez de recursos hídricos y por la presencia de la actividad turística-residencial, ha visto como han acaecido grandes transformaciones territoriales desde los años sesenta y setenta (MOROTE, 2015). Ello tiene que ver con el incremento espectacular de población y viviendas, especialmente coincidiendo con el último *boom* inmobiliario (1997-2007) (BURRIEL, 2008). Estos cambios urbanos no sólo se han manifestado en el ámbito mediterráneo español, si no que se han generalizado en otras áreas turísticas del mediterráneo europeo como Francia (FERNÁNDEZ *et al.*, 2011), Italia (SALVATI *et al.*, 2011), áreas urbano-turísticas de los Estados Unidos (DEOREO *et al.*, 2012) o Australia (TROY *et al.*, 2004). Por lo tanto, se trata de una dinámica general que ha afectado a numerosos países desarrollados, especialmente, aquéllos caracterizados por situarse en ámbitos áridos o semiáridos, con escasez de recursos hídricos y la presencia de una actividad turístico-residencial que se suele manifestar en un paisaje urbano conocido en el ámbito anglo-sajón como “*urban sprawl*” (MOROTE *et al.*, 2016a).

Una de las repercusiones más evidentes de este proceso ha sido el incremento de determinados recursos como es el caso del consumo de agua y suelo (GÖSSLING, 2015). En la fachada mediterránea española, el agua se ha convertido en un recurso de vital importancia para el desarrollo socio-económico, especialmente para el sector turístico y la agricultura (HERNÁNDEZ, 2013). Hasta la sequía ibérica registrada entre 1992-95, la solución a los problemas de carencia de recursos hídricos se basó en la posibilidad de obtener y poner a disposición de los usuarios nuevos volúmenes de agua que garantizaran esas demandas (MORALES, 2001). Se primaban actuaciones y políticas dirigidas a generar más oferta de recursos sin adoptar medidas para controlar las demandas (RICO *et al.*, 1998; SWYNGEDOUW, 2015). Dicho periodo de escasez de precipitaciones, abrió el debate de la necesidad del aprovechamiento y la ordenación integrada de la totalidad de recursos potencialmente útiles, centrando la atención en las denominadas fuentes no convencionales, que engloban a las aguas residuales depuradas, a la producción de agua desalinizada y, en menor medida, el uso de agua de pluviales y aguas regeneradas depuradas (RICO *et al.*, 2016). Estos recursos, con el paso del tiempo, han ido ganando peso y convirtiéndose en una fuente alternativa para paliar la insuficiencia hídrica en España (PÉREZ *et al.*, 2014). Ello tiene que ver con la creciente preocupación sobre la disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente, así como con la necesidad de avanzar hacia un enfoque de sostenibilidad en la planificación y la gestión de los recursos hídricos (DEL MORAL, 2009; GARCÍA, 2013).

La importancia de estos recursos no convencionales se acentúa aún más si cabe, si se tienen en cuenta las consecuencias del Cambio Climático y la adaptación a éste, que constituye uno de los mayores retos de las sociedades a escala global (IPCC, 2014). En este sentido, en 2013, la Unión Europea aprobó la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático que persigue convertir a los países europeos en territorios más resilientes ante las modificaciones previstas en las condiciones climáticas. Según OLCINA *et al.*, (2016a), hay dos procesos que, por efecto del calentamiento global, pueden acentuarse en España con implicaciones directas en los recursos hídricos: el aumento de los extremos atmosféricos (precipitaciones más intensas y concentradas en el tiempo) y la reducción de precipitaciones y de volúmenes de agua disponible y acentuación de las sequías. En España, el número mayor de acciones de reducción y adaptación ante el Cambio Climático se ha relacionado con las mejoras en la gestión de la energía y el agua, especialmente en áreas con escasez de recursos hídricos como son el litoral mediterráneo español y el archipiélago canario (HOF *et al.*, 2015; GABARDÁ *et al.*, 2015); territorios en los que la importancia del turismo como sector económico es innegable (OMT, 2014; OLCINA *et al.*, 2016a).

Teniendo en cuenta los posibles efectos que puede tener el Cambio Climático en el ámbito mediterráneo español, las políticas de mitigación se han orientado hacia nuevas formas de diversificación de las fuentes de agua alternativa y por una planificación y gestión de los recursos hídricos que se inclina cada vez más hacia la gestión de la demanda (DEL MORAL, 2009; MOROTE *et al.*, 2016b). Este nuevo planteamiento, además de los cambios normativos (concretamente la aprobación de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE), no es ajeno a

recientes situaciones de sequía y de escasez de agua en el ámbito mediterráneo y peninsular, difíciles de afrontar si únicamente se cuenta con recursos convencionales. La irrupción de la desalinización como alternativa y, al mismo tiempo, su controvertida eficiencia por los elevados costes y la falta de demanda de éste recurso y su capacidad para generar situaciones de escasez relativa para ciertos sectores como la agricultura de regadío o las capas sociales urbanas más modestas han determinado la irrupción de nuevos recursos como son las aguas depuradas regeneradas y las aguas pluviales (HERNÁNDEZ *et al.*, 2016).

Además, el modelo urbano (compacto o disperso) ejerce una influencia muy significativa en el metabolismo hídrico y, por tanto, en las características de los ciclos hidro-sociales (RICO, 2007). La expansión del poblamiento urbano-turístico experimentado por todas las regiones de la fachada mediterránea peninsular desde mediados de la década de 1990 hasta el estallido de la crisis inmobiliaria y financiera de 2007/08 con cambios cuantitativos y cualitativos en los modelos residenciales (urbanismo disperso con nuevos equipamientos como jardines, piscinas, campos de golf, etc.), podría haber representado un aliciente para incrementar los usos de estos recursos alternativos. Este estímulo se sustentaría en varios factores interrelacionados, a su vez, entre sí como son:

- Unas mayores demandas hídricas asociadas a los nuevos usos exteriores.
- Los costes crecientes del ciclo hidrológico en las ciudades y áreas turísticas que podrían, quizás, moderarse o atenuarse con una mayor apuesta por la reutilización de residuales regeneradas y de pluviales para ciertos usos que, en estos momentos, son atendidos con agua potable.
- La movilización de las aguas pluviales a nivel municipal que vendría influida por la adopción de programas de mejora ambiental mediante Agendas 21 locales, planes municipales de turismo, ayudas de fondos estructurales europeos, etc.
- La generación de estos nuevos flujos puede deberse a acciones no estrictamente pensadas para tal finalidad como ocurre, por ejemplo, con los tanques anticontaminación que acumulan la escorrentía superficial producidas por precipitaciones de fuerte intensidad horaria. Estos recursos, debidamente regenerados, pueden generar volúmenes de agua que posteriormente pueden ser utilizados para otras funciones (GOMES *et al.*, 2014; HERNÁNDEZ *et al.*, 2016).
- La incorporación de las aguas pluviales en los entornos urbanos viene determinada por diferentes factores como son los distintos episodios de estrés hídrico (sequías), que acentúan la incertidumbre sobre los recursos convencionales y, junto a ellos, una mayor frecuencia de precipitaciones intensas e inundaciones (OLCINA, 2009) que han determinado el interés por la gestión de las aguas pluviales para minimizar estos riesgos (OLCINA, 2013; DEL MORAL *et al.*, 2014).

La literatura científica relacionada con el uso de las aguas pluviales apunta hacia un claro cambio de paradigma puesto que de ser consideradas bajo la óptica del riesgo ambiental (inundaciones, contaminación, etc.), han pasado de manera progresiva a ser tratadas bajo la óptica de flujos que se pueden valorizar y explotar (SEDLAK, 2014). En el caso de las aguas pluviales y el drenaje urbano, los cambios en los usos del suelo generados durante las últimas décadas en los núcleos urbanos y turísticos del litoral mediterráneo han provocado en muchos casos una desorganización y alternación de los colectores naturales que, junto con el incremento de la impermeabilización del suelo, han acabado por aumentar la frecuencia y gravedad de los episodios de inundación difusa (PÉREZ-MORALES *et al.*, 2015; LOPEZ-ZAVALA *et al.*, 2016). El aumento de las áreas urbanizadas y la incapacidad manifestada por los sistemas de alcantarillado convencionales de hacer frente a nuevos crecimientos urbanos, así como a los caudales circulantes en situaciones de fuerte intensidad horaria y a los efectos que la impermeabilización está teniendo en el ciclo hidrológico urbano ha dado lugar desde los años noventa a propuestas de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) que abogan por la adopción de estrategias más respetuosas con el medio y con el ciclo del agua (CIRIA C697, 2007; MWB, 2013). Estos sistemas tendrían como finalidad la recogida de las aguas, su transporte y almacenamiento el máximo tiempo posible con objeto de ralentizar su velocidad y favorecer su infiltración y, consiguientemente, la recarga de acuíferos. Se puede afirmar, por tanto, que intentan recuperar, en la medida de lo posible, el ciclo hidrológico natural del agua

perdido por años de tecnificación (RODRÍGUEZ, 2005). Con la captación de caudales antes de su entrada en los sistemas unitarios de alcantarillado se trataría de evitar su colapso, así como de las plantas de tratamiento y, a su vez, evitar que los vertidos contaminantes acaben degradando las masas de agua (PROKOP *et al.*, 2011). A este planteamiento, se une, recientemente, su recolección (*rain water harvesting*) y posterior utilización como recursos no convencionales basándose en el principio de adecuación de la calidad de las aguas según su uso (*fit for purpose*) (HERNÁNDEZ *et al.*, 2016).

Países como EE.UU., Reino Unido, Francia, Suecia o Australia están utilizando los SUDS desde hace más de una década, mejorando con ellos la calidad ambiental de sus ciudades (CIRIA C521, 2000). En el ámbito internacional, existe un gran número de experiencias y publicaciones en torno al uso de aguas pluviales para usos urbanos atendiendo a esa doble finalidad mencionada (DE GOUELLO *et al.*, 2009). Desde la óptica de los sistemas sostenibles de drenaje urbano, por un lado, cabe mencionar aquellos que analizan la captación de aguas pluviales para reducir la escorrentía superficial y minimizar el riesgo de inundación y, generalmente, bajo la óptica del Cambio Climático, es decir, con premisas futuras de acentuación de episodios extremos de precipitaciones de fuerte intensidad horaria (OLSSON *et al.*, 2009; KRIEGER *et al.*, 2013; NOTARO *et al.*, 2013). Y por otro, los que contemplan la captación de aguas pluviales con la finalidad de almacenar las escorrentías que llevan gran carga de contaminantes y evitar así la contaminación de ríos y ecosistemas marinos (WRIGHT *et al.*, 2011; SALES-ORTELLS *et al.*, 2015). Desde el punto de vista de un posterior aprovechamiento, cabe señalar, por un lado, los estudios que tratan *sensu estricto* sobre los sistemas de captación, almacenamiento de las pluviales mediante la utilización de tanques o depósitos de pluviales (*rainwater tanks*) (COOK *et al.*, 2013; DELANEY *et al.*, 2015) y, por otro, aquellos que analizan el uso y destino de estos recursos para suplir determinados usos consuntivos urbanos (FARAHBAKHSI *et al.*, 2009; THOMAS *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2016). Entre las técnicas de captación de agua cabe mencionar la que recoge el agua de los tejados (*green roofs*) para su posterior uso doméstico bien en el hogar o en el jardín (STRATIGEA *et al.*, 2015), y que se han llevado a cabo principalmente en el norte de Europa (SPEAK *et al.*, 2013).

La investigación se articula de la siguiente manera. Tras la Introducción donde se realiza una síntesis de los problemas en torno al agua en el área de estudio y las temáticas relacionadas con las aguas pluviales, se exponen las Hipótesis de partida, los Objetivos, donde se evidencia el significado que el uso de pluviales tuvo en el sureste peninsular en el pasado y sus potencialidades actuales para usos urbanos, y la Metodología. En el apartado de Resultados, se presentan las iniciativas que en materia de nuevos sistemas de drenaje urbano sostenible están siendo desarrollados en la ciudad de Alicante por la empresa que gestiona el ciclo hidro-social del agua. La investigación concluye con un apartado de discusiones, en el que se debate sobre la potencialidad de estas fuentes no convencionales para el caso de la ciudad de Alicante, y las Conclusiones, donde se enfatiza el interés de la temática analizada, no sólo en el área de estudio, sino para otros territorios con problemáticas similares.

2. HIPOTESIS DE PARTIDA, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El uso de aguas pluviales era una práctica utilizada de manera muy difusa en los ámbitos semiáridos en el pasado (MOROTE, 2013). La sociedad del sureste peninsular tuvo que hacer uso de las aguas pluviales como recurso hídrico en las superficies cultivadas y en el abastecimiento doméstico, pero, también, para laminar crecidas y favorecer la conservación de horizontes edáficos dada la aridez climática que se traducía en precipitaciones escasas y concentradas en el tiempo. Ello fue posible mediante la adopción de sistemas que permitían captar los volúmenes circulantes por las ramblas y barrancos coincidiendo con aguaceros copiosos pero, también, otros orientados a la retención de la escasa humedad caída directamente sobre las parcelas o superficies aledañas a ellas a mayor cota altimétrica (HERNÁNDEZ *et al.*, 2016). Para ello, se derivaban los caudales circulantes con ocasión de aguaceros intensos, las denominadas “aguas de turbias” (MORALES, 1969; GIL, 1971); llegándose de este modo a realizar lo que se conoce como “inundación dirigida” o “cosecha de agua” (MARTÍNEZ DE

AZAGRA, 1996). Por lo tanto, se estaría hablando de un “re-descubrimiento” de un recurso, pero pasando de “viejas ideas a nuevos enfoques”, es decir, a contemplar este recurso para usos consuntivos urbanos que pueden ser cubiertos sin recurrir a agua de más calidad.

La hipótesis de partida de esta investigación sostiene que el uso de las aguas pluviales cobrará una relevancia cada vez mayor en la planificación y la gestión integrada de los recursos hídricos en las áreas urbano-turísticas de la fachada mediterránea española. Sin embargo, al mismo tiempo, se evidencia que existe todavía un conocimiento poco sistematizado sobre las características de estos flujos, su historia y su grado actual de implantación y, muy especialmente, sobre su papel en los ciclos hidro-sociales en la escala local.

Esta hipótesis de partida se basa en diversas realidades sociales y ambientales del área de estudio (ciudad de Alicante). En primer lugar, los modelos climáticos apuntan hacia una disminución de las precipitaciones medias en las áreas mediterráneas acompañadas por un incremento de los episodios extremos (IPCC, 2014). Ello haría especialmente necesaria la consideración de flujos como las aguas pluviales, tanto para la reducción de riesgo de inundación como para satisfacer ciertos consumos urbanos y turísticos asociados a los usos exteriores domésticos (jardines), reduciendo así el consumo de agua potable y disminuyendo las tensiones y conflictos que surgen entre regantes y abastecimientos urbanos durante situaciones de sequía. En segundo lugar, los recursos no convencionales ocupan un lugar destacado en las estrategias de gestión integrada de los recursos hídricos, muchas veces junto a medidas de gestión de la demanda. Todo ello forma parte de la creciente “ambientalización” a escala local manifestada con herramientas de auditoría y gestión de recursos como las denominadas Agendas 21 locales. Aunque de implantación y desarrollo desigual, muchos municipios del entorno mediterráneo disponen de ellas o de otros instrumentos similares en los que el aprovechamiento de aguas pluviales y aguas grises ocupa un lugar importante (caso, por ejemplo, de la localidad barcelonesa de Sant Cugat del Vallès) (DOMENECH *et al.*, 2011; 2013). En tercer lugar, se debe considerar la trascendencia de algunas actuaciones que originalmente no tenían como objetivo principal la generación de flujos alternativos de agua. El ejemplo, quizás, más evidente, sería el de construcciones cuya función primigenia es la de contener y almacenar agua de lluvia para evitar inundaciones urbanas y/o evitar episodios de contaminación por vertidos de pluviales en playas. Todos estos recursos, debidamente regenerados, sirven también para generar importantes volúmenes de agua que luego pueden ser utilizados para otras funciones y usos (ambientales, baldeo de calles, riego de áreas ajardinadas, etc.).

A tenor de lo señalado en párrafos anteriores, los objetivos de esta investigación son: a) poner de manifiesto la potencialidad de las aguas pluviales en entornos de escasez hídrica y fuerte implantación de tipologías urbanas con presencia de usos exteriores; b) analizar el uso actual de las aguas pluviales en la ciudad de Alicante; y c) evidenciar los puntos fuertes y debilidades de las aguas pluviales para que puedan convertirse en un recurso estratégico y lograr de esta manera una mayor sostenibilidad ambiental en la ciudad de Alicante. Para ello, se analizará la evolución y la importancia que ha ido adquiriendo este recurso hídrico en la ciudad en los últimos años, entendido éste como un recurso hídrico “nuevo” y “alternativo” que, aparte de incrementar la oferta de agua en la ciudad, permite resolver problemas de contaminación y de riesgo de inundación en zonas puntuales de la ciudad.

Para la realización de esta investigación, se han combinado métodos de trabajos cualitativos y cuantitativos. En relación con los primeros, se llevaron a cabo diferentes entrevistas en mayo de 2016 con los gerentes y técnicos de la empresa que se encarga del sistema hidro-social de la ciudad de Alicante (suministro, saneamiento, depuración, recolección de pluviales, etc.), Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta S.A. (AMAEM). De esta manera, se ha podido recopilar información cualitativa sobre el estado actual, ventajas, inconvenientes y proyectos futuros en torno al uso potencial de este recurso en la ciudad. Éstas se completaron con la visita a los dos depósitos de almacenamiento existentes en Alicante durante el mes de septiembre de 2016: el Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez (situado en el barrio de San Gabriel, en el sur de la ciudad) y el Parque Inundable La Marjal (sito en el noreste de la ciudad, en la Playa de San Juan) (Figura 1).

FIGURA 1

Localización del Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez (imagen izquierda) y Parque Inundable La Marjal (imagen derecha)



Fuente: Elaboración propia.

En relación con los métodos cuantitativos, se obtuvieron datos técnicos de estos depósitos proporcionados por la misma empresa. Para ello, se elaboró un cuestionario bajo el título “Estudio sobre el uso de aguas pluviales y de tormenta en la ciudad de Alicante. De riesgo a recurso hídrico alternativo”, cuyo objetivo fue recopilar información sobre:

- Datos técnicos
- Objetivo primigenio de la obra
- Volumen mensual y anual de agua almacenada (m^3) desde su puesta en funcionamiento
- Uso y destino final de estas aguas
- Debilidades y puntos fuertes de esta infraestructura
- Cartografía sobre el sistema de funcionamiento

3. EL USO DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE ALICANTE: “REDESCUBRIENDO” UN NUEVO RECURSO

Desde mediados de la primera década del 2000, el descenso del consumo de agua potable es una dinámica que se ha generalizado en toda España y en el resto de aglomeraciones urbanas de los países desarrollados (GIL *et al.*, 2015). En el caso de la ciudad de Alicante, el volumen suministrado en 2005 fue de $29,5 \text{ hm}^3$, mientras que en 2015 esta cifra se redujo a $22,24 \text{ hm}^3$, es decir, un 25% menos en una década. Esta aminoración, sin embargo, no fue acompañada de un descenso o estabilización del número de usuarios conectados a la red, sino todo lo contrario, ya que se incrementaron en un 10% al pasar de 182.869 contadores en 2005 a 202.091 en 2015 (MOROTE *et al.*, 2016c). Esta tendencia se ha debido a diferentes causas estructurales y coyunturales. En relación con las primeras, cabe indicar, entre otras, el protagonismo incipiente que ha tenido el uso de fuentes hídricas alternativas, especialmente el uso de aguas regeneradas depuradas y, en menor medida, pluviales que, tras ser tratadas e integradas con las depuradas, han reemplazado una gran parte del agua potable para determinados usos urbanos (RICO *et al.*, 2016). En este sentido, las aguas depuradas regeneradas para riego de jardines en la ciudad de Alicante han visto incrementado su uso de manera creciente en la última década: en 2002, el empleo de este tipo de recursos sumaba un volumen de 39.358 m^3 (sólo para usos municipales) frente a $1.157.581 \text{ m}^3$ en 2015, de los cuales el 51,89% fue suministrado al ayuntamiento y el resto a particulares (principalmente para el riego de jardines privados).

La empresa encargada del suministro de agua potable en Alicante (AMAEM) como consecuencia del incremento de los volúmenes de agua asociado a la difusión de tipologías urbanas desde finales de los noventa donde predominan los usos exteriores (jardines y piscinas), las nuevas propuestas sobre gestión de recursos hídricos que abogan por el uso diferenciado de

calidades de agua según usos y la necesidad de minimizar los impactos asociados a precipitaciones de cierta intensidad ha apostado en los últimos años por la adopción de nuevas actuaciones conducentes a la incorporación recursos hídricos tradicionalmente descartados como son las pluviales. La recogida y posterior uso del agua de escorrentía de la lluvia no sólo puede permitir aumentar la oferta del recurso (una vez depuradas), sino también presentar una triple finalidad ambiental:

1. Minimizar el riesgo de inundación de determinados espacios de riesgo reiterado.
2. Reducir el nivel de contaminación del drenaje urbano superficial dado el elevado porcentaje de plomo debido a la polución de los vehículos y resto de residuos que contienen estas aguas.
3. Paliar los daños generados por estos vertidos en las playas con la consiguiente pérdida de calidad de sus aguas. Estos dos últimos factores cobran una gran importancia, teniendo en cuenta la relevancia de la actividad turística de sol y playa que se desarrolla en la ciudad de Alicante.

Hasta el momento, las actuaciones llevadas a cabo por AMAEM en materia de almacenamiento de pluviales han sido dos: el Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez, cuyo objetivo primigenio es el de reducir la contaminación de las primeras escorrentías que circulan por las áreas permeables de la ciudad y, evitar, de este modo, su vertido al mar y el Parque Inundable La Marjal, construido con la finalidad de resolver los problemas de inundación en el sector urbano denominado “Alicante Golf”.

El origen de la primera de estas infraestructuras se remonta al año 2006. En el Marco del Plan Especial de Inversiones, AMAEM aprobó la construcción de este depósito de 14 metros de profundidad (Figura 2), localizado en el sur de la ciudad (barrio de San Gabriel) y cuyo presupuesto ascendió a 15,7 millones de euros. Dicho depósito se sitúa en el subsuelo de las instalaciones del Polideportivo Juan Antonio Samaranch y cuenta con un volumen máximo de almacenamiento de 60.000 m³. Con su construcción, se pretende reducir el número y volumen de vertidos contaminantes al mar a través de los aliviaderos situados en la desembocadura del Barranco de las Ovejas (AMAEM estimó, al respecto, que con esta obra se podría evitar el 95% de esos alivios) y mejorar significativamente los problemas de desbordamientos y anegamiento que la zona centro y sur de la ciudad registra en periodos de lluvias intensas, evitando el colapso de las redes de alcantarillado. Su diseño permite el llenado por gravedad desde la conexión con los colectores unitarios adyacentes y una vez almacenada el agua, posteriormente, se impulsa a la depuradora de Rincón de León (a un kilómetro de distancia) mediante una estación de bombeo situada en el Parque Joan Fuster. De esta manera, las aguas pluviales captadas, se depuran y se pueden insertar en el ciclo hidro-social de la ciudad como aguas depuradas regeneradas o bien, ser vertidas al mar.

Este depósito ha entrado en funcionamiento en numerosas ocasiones desde su finalización en mayo de 2011, principalmente en los meses otoñales y, en menor medida, primaverales, poniendo de manifiesto el ritmo pluviométrico característico del sureste peninsular (Figura 3). Un breve análisis de los volúmenes almacenados pone de manifiesto que el 2012 fue el año en el que se acumuló el mayor volumen de agua hasta el momento (454.383 m³), destacando la recogida durante los meses otoñales, especialmente el mes de noviembre con 145.651 m³ (el 31% del total de 2012). También cabe hacer notar que la sequía registrada el sureste peninsular desde 2014 y hasta diciembre de 2016 ha repercutido significativamente en el reducido número de veces en que esta infraestructura ha entrado en funcionamiento como reflejan los escasos volúmenes recogidos durante 2014 y 2015. La torrencialidad de las precipitaciones, concentradas en unos cuantos episodios anuales, se refleja en la existencia de picos muy destacados en determinados meses y años como, por ejemplo, abril de 2013 (148.060 m³) o diciembre de 2016 (170.432 m³), el máximo mensual recogido hasta la fecha. Estos volúmenes, una vez depurados, se han reutilizado para el riego de parques y jardines y baldeo de calles.

FIGURA 2

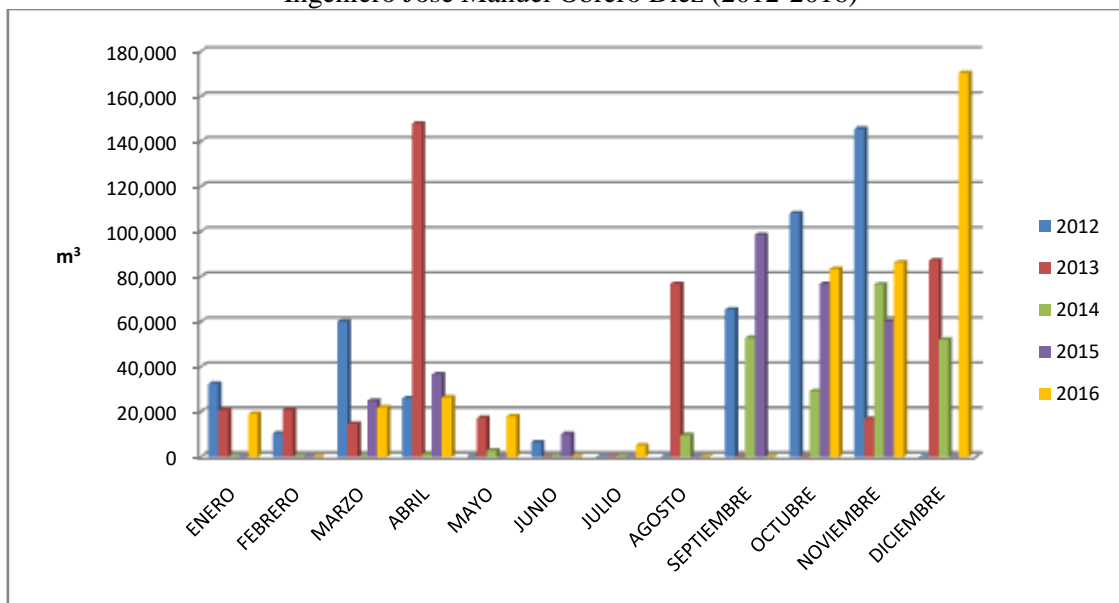
Panorámica interior del Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez



Fuente: Fotografía de los autores.

FIGURA 3

Evolución del volumen de agua almacenada mensual en el Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez (2012-2016)



Fuente: AMAEM. Elaboración propia.

Este depósito, que recoge las primeras escorrentías de aproximadamente el 50% de la superficie urbana de la ciudad de Alicante, prácticamente se puede llenar en apenas 30 minutos con una precipitación de 30 litros/hora. A modo de ejemplo, se puede mencionar la tormenta del 26 de abril de 2015 que evitó el vertido al mar de un caudal de 18.500 m³, que hubieran producido daños importantes en las playas de Urbanova y los Arenales del Sol y la contaminación de sus aguas, o las del 19 y 20 de octubre de 2016, cuando se almacenaron 58.416 m³, de los cuales 31.434 se acumularon tras la tormenta del día 20 cuando en poco más de media hora se recogieron 21,2 l/m². Este rasgo evidencia que su finalidad principal es almacenar esos caudales con elevado nivel de contaminación y, secundariamente, laminar las crecidas. Su entrada en funcionamiento tras breves pero intensos episodios de lluvias ha quedado reflejada en numerosas noticias de prensa que insisten en su carácter de infraestructura

novedosa y en la rapidez de su llenado como la del Diario Información del 22 de octubre de 2016 (Figura 4).

FIGURA 4
Recorte de prensa después de las lluvias del 20 de octubre de 2016



Fuente: Diario Información (22/10/2016).

La segunda obra de almacenamiento de pluviales es el Parque Inundable La Marjal, situado en la Playa de San Juan (noreste de la ciudad) y finalizado en 2015. La actuación presupuestada en 3,6 millones de euros consistió en la ejecución de un parque público con áreas verdes, zona de paseo, juegos para niños, etc. Su finalidad lúdica (área recreativa con unas características paisajísticas y formales que reproducen una zona de marjal) (Figura 5) se completa con su carácter de mitigación del riesgo de inundación. Este parque, situado en un área endorreica, actúa como depósito (capacidad total de 45.000 m³ y una cota de inundación de 5,60 metros) para almacenar temporalmente los caudales que se concentran en este sector. El llenado del estanque, coincidiendo con precipitaciones de una cierta intensidad horaria, se produce lentamente para minimizar cualquier potencial riesgo sobre el espacio lúdico, pero también para laminar los efectos de acumulación de agua en los sectores urbanizados próximos. Además, en el caso, de que se supere la capacidad del parque, existe un rebosadero en la Avenida de Oviedo que evacuaría el excedente por escorrentía superficial hasta el mar (Figura 6).

Su objetivo principal, por tanto, es dar solución al anegamiento de este espacio que corresponde a una antigua zona de marjal que, desde la década de los años sesenta ha sido objeto de una progresiva ocupación por usos urbano-residenciales (RICO *et al.*, 2004). Su construcción, junto a dos grandes colectores en las Avenidas Conrado Albadalejo y Pintor Pérez Gil, trata de resolver los problemas de inundación recurrentes en la parte baja de la Avenida Pintor Pérez Gil (urbanización "Alicante Golf"-Hoyo 1), antes del inicio del paso elevado del antiguo ferrocarril Alicante-Dénia. Una vez almacenada el agua, se puede vaciar a través de la red existente en la calle Oviedo mediante válvulas motorizadas controladas a distancia por AMAEM o bien, si la calidad del agua almacenada en el parque lo aconsejan, existe la posibilidad, gracias a una estación de bombeo, de enviar estas aguas a la depuradora de Monte Orgegia (a unos 4 km) para su posterior reutilización. Debido a su reciente construcción y al periodo de sequía iniciado en 2014, esta infraestructura ha funcionado en contadas ocasiones. En este sentido, desde su inauguración en el mes de abril de 2015 y durante el resto de ese año únicamente se llegó a recoger y almacenar 3.500 m³ (el 7,7% del total de su capacidad). En octubre de 2016, tras las tormentas de los días 19 y 20 de octubre, ya comentadas, acumuló 3.000 m³, sumando una cifra total de almacenamiento anual de 4.500 m³, con las precipitaciones del mes de diciembre. En resumen, en sus dos años de vida ha acumulado un volumen total de 8.000 m³.

FIGURA 5
Panorámica del Parque Inundable La Marjal



Fuente: Fotografía de los autores.

FIGURA 6
Área inundable del parque



Fuente: Fotografía de los autores.

La implementación de estas dos iniciativas ha puesto de manifiesto una serie de beneficios y de potencialidades asociados a su uso como son:

- Una aminoración del riesgo de inundación mediante la laminación de las crecidas.
- Una reducción de la contaminación y de los residuos que transportan las primeras escorrentías y, gracias a su acumulación, una aminoración de los vertidos al mar.
- Un incremento de la oferta de agua en la ciudad para usos no domésticos (riego de jardines y baldeo de calles).
- Creación y mantenimiento de espacios verdes y lúdicos públicos gracias a una mayor disponibilidad de agua y el menor coste del recurso (0,32 €/m³ del agua regenerada frente a los 1,69 €/m³ del agua potable). En la actualidad, el 70% de los espacios ajardinados de la ciudad se riega con agua regenerada.
- Creación de espacios de divulgación y de sensibilización de los riesgos de inundación a través de la realización de visitas, mayoritariamente, dirigidas a escolares (Parque Inundable La Marjal).

4. DISCUSIÓN

La mejora de la gestión y la planificación hídrica es una de las constantes que definen a las regiones españolas desde las décadas de 1980 y 1990 del pasado siglo y, especialmente, en regiones con escasez de recursos hídricos o con incrementos significativos de la demanda de agua. Todo ello tiene que ver con las sequías registradas durante estas décadas que pusieron de manifiesto deficiencias y la fragilidad para garantizar el suministro de agua potable (RICO *et al.*, 1998). El entorno y la ciudad de Sevilla (PANEQUE *et al.*, 2015), el Área Metropolitana de Barcelona (MARCH *et al.*, 2013; BERNARDO *et al.*, 2015), Murcia (BAÑOS *et al.*, 2010; BERNABÉ *et al.*, 2015) o la ciudad de Alicante son ejemplos de ello (RICO, 2007; GIL *et al.*, 2007; MOROTE *et al.*, 2016b). En los usos de agua para consumos urbano-turísticos, de gran relevancia para la fachada oriental de la Península Ibérica, los recursos convencionales proporcionados por embalses, acuíferos y transferencias son, en principio, los de mayor exposición a situaciones de sequía. Frente a ello, el uso de recursos no convencionales (desalinización, residuales depuradas y pluviales) se presentan como una fuente alternativa y de adaptación al régimen de precipitaciones más erráticas y con episodios de mayor intensidad que podría provocar el Cambio Climático (MOROTE *et al.*, 2016b; OLCINA *et al.*, 2016b).

Actualmente, las aguas pluviales están siendo reconocidas como una fuente de creciente importancia (MERCOIRET *et al.*, 2007). Desde finales de los años noventa, la adopción de sistemas de drenaje urbano sostenible y el almacenamiento de pluviales ha ido en aumento en países como EE.UU., Australia, Reino Unido, Francia, Suecia o Dinamarca, entre otros (DE GOUVELLO *et al.*, 2014). La necesidad de llevar a cabo un cambio en la gestión del drenaje urbano que termine con un modelo insostenible basado en la ampliación continua y siempre insuficiente de las redes de saneamiento (OLSSON *et al.*, 2009) y el anegamiento de áreas debido al incremento de los espacios impermeabilizados con la consiguiente alteración del ciclo hídrico, está en el origen de la adopción de estos sistemas de drenaje más sostenible. Este planteamiento se ha visto acentuado por el fomento de la recolección de agua de lluvia (*rainwater harvesting*). Ésta puede ser una solución alternativa eficaz de abastecimiento de agua en regiones sometidas a estrés hídrico, bien por condiciones climáticas (aridez) o por el desarrollo de usos y actividades que conllevan significativos incrementos de la demanda. Así, en la última década se ha convertido en una opción con aplicación creciente en las zonas áridas y semiáridas o con demandas de agua crecientes como sucede en la cuenca del Mediterráneo, sobre todo por sus numerosos beneficios y costes asequibles (LIUZZO *et al.*, 2016). Hoy en día, esta práctica se reconoce como una herramienta eficaz para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de drenaje en el medio urbano, contribuyendo a limitar la demanda de agua potable al detraer volúmenes significativos de agua particularmente para usos no potables en el hogar como, por ejemplo, regar el jardín, limpiar los inodoros o lavar la ropa (DOMENÈCH *et al.*, 2014; MERCOIRET *et al.*, 2007) y, al mismo tiempo, mitigar la escorrentía superficial (CAMPISANO *et al.*, 2013; WILLIAMS, 2007). La aprobación de normativas que auspician el uso de esta técnica y la aprobación de subvenciones o exenciones fiscales para la compra de los dispositivos de recolección de agua son algunos de los factores que explican la difusión de esta práctica. Representativo resulta el ejemplo de Francia, donde la aprobación de la Ley de 21 de agosto de 2008 ha contribuido a fortalecer y extender el uso de esta práctica, que se inserta en un marco más amplio de gestión de los recursos hídricos donde uno de los objetivos se orienta a fomentar la diversificación de los recursos hídricos para usos domésticos. La tendencia creciente en su uso se refleja, por un lado, en el hecho de que cada vez hay más ciudadanos interesados en el uso de pluviales cuando anteriormente, su empleo se limitaba a áreas sin red de abastecimiento o edificios aislados y, por otro, la implementación de proyectos a escala individual y colectiva en hogares y edificios (edificios comerciales e industriales, etc.), y, más recientemente, en proyectos urbanos de mayor escala (“eco-pueblos”) (DE GOUVELLO *et al.*, 2009).

El uso de aguas pluviales constituye una alternativa de extraordinario interés para paliar la escasez natural de recursos hídricos e incrementar la resiliencia de estos territorios ante los posibles efectos que se manifestarán con el Cambio Climático en áreas mediterráneas. A este factor, habría que incorporar otras ventajas entre las que cabría hacer mención a su carácter de

recurso renovable, su obtención a escala local (lo que elimina las tensiones entre territorios por su uso), su acceso (al menos a priori, gratuito) y una disponibilidad relativamente fácil, siempre que se adopten a escala doméstica y vinculados a estrategias de cosecha de agua y drenaje urbano sostenible (VARGAS *et al.*, 2014). Esta última cuestión evidencia la importancia de incluir una dimensión social y política especialmente en lo que se refiere a las condiciones de gobernanza del agua de las aguas pluviales. En este sentido, el denominado enfoque de la Ecología Política Urbana se ha erigido como un referente teórico de gran interés para examinar los procesos socio-ecológicos que suceden en el interior de las áreas urbanas y turísticas y, particularmente, los marcos de poder bajo los que se metabolizan recursos como el agua (HERNÁNDEZ *et al.*, 2016). Así, flujos urbanos antes desconocidos, ignorados o tratados como peligrosos pueden pasar a adquirir nuevas funciones como bienes que pueden atraer el interés de ciertos actores como, por ejemplo, las compañías proveedoras de agua (como ha sucedido en Alicante) o grandes usuarios como las corporaciones locales o los particulares (TROY, 2008). Trazar los flujos de pluviales a través del tejido urbano contribuye a conocer en toda su complejidad el funcionamiento de las ciudades inteligentes (actualmente conocidas como “*Smart Cities*”) (MARCH *et al.*, 2014) y su relación con los medios rurales y naturales más próximos.

En el estudio de HERNÁNDEZ *et al.*, (2016) sobre el uso de las aguas pluviales para usos urbanos se exponen varios ejemplos de cómo estas aguas pueden convertirse en un recurso estratégico y complementario a la oferta total de agua en el ciclo hidro-social de una ciudad. En este sentido, en San Cugat del Vallés se presenta una larga trayectoria en la incorporación de este tipo de recursos hídricos por parte de particulares y de la empresa suministradora de agua (DOMENECH *et al.*, 2011). Estas iniciativas, que se insertan en los programas para mejorar los aspectos ambientales en la gestión de la ciudad, se han visto fortalecidas tras la aprobación del Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático. Éste ha sido resultado en gran medida de su participación, entre 2010-2014, en el proyecto “*Prepared-Enabling Change*”, bajo financiación del séptimo Programa Marco de la Comisión Europea, donde se analizaban los impactos del Cambio Climático en el abastecimiento de agua y el saneamiento. En su diagnóstico, el proyecto ha establecido que la gestión actual del suministro hídrico no es lo suficientemente sólida frente al Cambio Climático y que la morfología de la urbe dificulta el transporte y descarga de agua de lluvia en la red de alcantarillado, provocando inundaciones en zonas cercanas a la costa. A partir de estas debilidades y de los impactos asociados al Cambio Climático (aumento de eventos de lluvia extrema, subida del nivel del mar e incremento del riesgo de inundaciones) han establecido cuatro herramientas en relación con los sistemas de abastecimiento y de alcantarillado de Barcelona, de las cuales, dos apuestan por el fomento de las pluviales para mitigar riesgos e incrementar recursos:

- Sistema de ayuda a la decisión para la planificación de sistemas urbanos de agua en regiones con estrés hídrico (basado en un enfoque multicriterio).
- Esquema conceptual de captación y almacenamiento de agua en eventos extremos con elevados caudales (para promover el uso de recursos hídricos alternativos).
- Metodologías para la evaluación del riesgo de la escorrentía urbana.
- Nuevos métodos de trabajo para el control de sedimentos en la red de alcantarillado.

En el caso de la ciudad de Alicante, se ha comprobado como la gestión y recogida de estos caudales puede permitir, no sólo un ahorro ambiental de recursos hídricos, si no, también, a largo plazo, económico, al poder sustituir agua potable para determinados usos. En este sentido, si se hace una comparativa de las aguas pluviales almacenadas en el Tanque Anticontaminación Ingeniero José Manuel Obrero Díez y el agua reutilizada por el Ayuntamiento de Alicante, en 2012 (año de mayor almacenamiento), las primeras alcanzaron la cifra de 454.383 m³, mientras que las segundas se situaron próximas a 1 hm³/año. Este dato refleja claramente la importancia que pueden desempeñar las aguas pluviales ya que prácticamente representan el 50% del agua total que se reutiliza en la ciudad, especialmente, en años lluviosos. A este uso de clara finalidad de gestión sostenible de los recursos (adecuación de la calidad de las aguas según su uso), se añade su finalidad ambiental al reducir las primeras escorrentías con carga contaminante y mitigar el riesgo de inundación.

Existe, sin embargo, la percepción de que en el sureste peninsular no llueve a menudo y de ahí, la impresión de que estos recursos son de escasa eficiencia o incluso se considera que la recogida de pluviales son un recurso hídrico poco atractivo y mal valorado por la población local, lo que contrasta con el gran valor que estas aguas, las denominadas aguas de turbias, tenían en estos territorios hasta mediados del pasado siglo. Lejos de esta consideración, se ha comprobado que en la última década se observa un interés creciente por parte de los gestores de las empresas suministradoras de agua en baja. Se trata, por tanto, de un recurso, considerado “alternativo”, que permite numerosas ventajas entre las que cabe citar que es un recurso “gratuito”, permite sustituir agua potable para determinados usos, habilita la creación de espacios verdes para el ciudadano y reduce el riesgo de inundación y los problemas de contaminación. Asimismo, cabe añadir que un estudio sobre la percepción de los recursos hídricos en la costa de Alicante llevado a cabo por MARCH *et al.*, (2015), los autores concluyeron que las aguas pluviales era la fuente hídrica más valorada para incrementar la oferta total de agua. Esta trascendencia, sin embargo, no ha sido plasmada, por ejemplo, en la Agenda Local 21 de la ciudad, como una estrategia orientada a la gestión sostenible de los recursos hídricos.

Hay, sin embargo, ciertas debilidades que dificultan su uso presente y, en ocasiones, el de un futuro próximo. El empleo de estas aguas presenta en la actualidad tres grandes inconvenientes. Entre estos, cabe citar, su aleatoriedad al estar vinculadas al régimen pluviométrico, lo que disuade a muchos potenciales usuarios. No cabe olvidar que cuando mayor uso y almacenamiento se hace de este recurso, es obviamente cuando mayores son las precipitaciones y por lo tanto, un periodo que coincide con una mayor oferta de recursos hídricos convencionales y en teoría, de mayor de calidad. Un segundo inconveniente es el coste de su gestión. A pesar de que el agua de lluvia es “gratis”, ésta contiene alta carga contaminante sobre todo si procede de drenaje urbano. En este sentido, cabe señalar el alto coste de su depuración y de la infraestructura de recolección y transporte en comparación con el beneficio económico que puede suponer utilizar el agua de lluvia a corto plazo. Ello determina que muchas empresas suministradoras de agua no lo consideren todavía como una actuación a corto plazo. Y, finalmente, la falta de normativa sobre la calidad de las aguas pluviales en relación a potenciales usos.

5. CONCLUSIONES

Los recursos hídricos no convencionales, y particularmente las aguas pluviales, tienen como principal característica su versatilidad para un amplio abanico de usos en el ámbito urbano y turístico que no requieren una calidad equivalente a la del agua potable y se acomodan perfectamente al concepto de *fit for purpose* (recursos adecuados a usos específicos), de creciente protagonismo en la gestión integrada del agua. En este sentido, puede resultar muy difícil, por factores de disponibilidad y de coste, atender a todos los usos y demandas urbano-turísticas con agua potable, pero, en cambio, puede resultar mucho más factible si se desarrollan recursos con calidades ajustadas a cada uso. En este sentido, éstos pueden contribuir decisivamente a aumentar la resiliencia territorial a episodios de incertidumbre hídrica generada por el Cambio Climático que, según los modelos predictivos se traducirá en el ámbito mediterráneo en cambios en los patrones de precipitación (incremento en su variabilidad temporal y espacial) (BEHAMROUCHE *et al.*, 2012), y una mayor duración de los periodos secos. Su uso representaría un claro avance hacia un modelo de planificación y gestión de recursos hídricos más sostenibles y, sobre todo, resilientes.

Los recursos hídricos no convencionales ocupan un lugar destacado en las estrategias de gestión integrada de los recursos hídricos, muchas veces junto con medidas de gestión de la demanda. En el caso de las aguas pluviales, los cambios en los usos del suelo generados durante las últimas décadas en los núcleos urbanos y turísticos del litoral Mediterráneo han provocado en muchos casos una desorganización y alteración de los colectores naturales que, junto con el incremento de la impermeabilización del suelo, han acabado por aumentar la frecuencia y gravedad de los episodios de inundación difusa. De ahí el fracaso en muchos casos de las estrategias de evacuación de estos flujos hacia los medios receptores y la adopción de una serie

de iniciativas de gestión de las aguas pluviales que van desde la construcción de grandes depósitos y tanques de retención de flujos derivados de precipitaciones de gran intensidad, hasta la creación de los denominados sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) (PERALES-MONPARLER *et al.*, 2016) o la captación y posterior aprovechamiento de aguas pluviales en residencias privadas (ANGRILL *et al.*, 2016).

En conjunto, pues, las aguas pluviales han mutado hacia aprovechamientos urbanos siguiendo la lógica del desarrollo socio-económico y territorial reciente, con el abandono de las prácticas agrarias tradicionales (y de su rico patrimonio hidráulico y paisajístico) que utilizaban este recurso y la aparición de nuevos usos urbanos como el riego de jardines (MOROTE, 2016). En la medida que el Cambio Climático va a extremar todavía más el ciclo hidrológico en el Mediterráneo, las aguas pluviales, especialmente las derivadas de episodios de precipitaciones gran intensidad, deben pasar a considerarse de “riesgo a recurso”. Se estaría hablando, por tanto, de un “re-descubrimiento” de un recurso, al pasar de “viejas ideas a nuevos enfoques”, es decir, de finalidad agrícola a usos consuntivos de la ciudad que pueden perfectamente sustituir a otra agua de más calidad.

Además de los numerosos beneficios, ya comentados, el uso de las aguas pluviales puede generar otras plusvalías. En el caso de la ciudad de Alicante, el Parque Inundable La Marjal ha supuesto la creación de un espacio verde y de esparcimiento en el sector nororiental de la ciudad; además de ejemplificar otra forma de abordar el riesgo de inundación en una zona donde diversas actuaciones de carácter más convencional no habían resuelto el problema. El carácter innovador en la combinación de la creación de un espacio lúdico junto a la mitigación del riesgo de inundación se ha traducido en la obtención de dos premios (Premio Fopa a la obra con mejor integración en el entorno y el Premio Alhambra -Premio Nacional de Jardinería) y, además, de ser candidato en 2016 al Premio Hábitat de Buenas Prácticas (ONU).

Frente a estas cualidades positivas, el uso de estas aguas presenta en la actualidad diferentes inconvenientes. Por un lado, a pesar de que el agua de lluvia es “gratis”, ésta contiene alta carga contaminante sobre todo si procede de drenaje urbano y, en segundo lugar, cabe incidir que cuando mayor uso y almacenamiento se hace de este recurso, es cuando mayores son las precipitaciones y por lo tanto, un periodo que coincide con una mayor oferta de recursos hídricos convencionales. Esto se podría resolver con la construcción de pequeños embalses que pudieran almacenar estos volúmenes de agua y hacer uso de ellos cuando se necesiten.

Para concluir, y valorando las ventajas y desventajas que ofrece este recurso, el uso de las aguas pluviales, al amparo de las propuestas de gestión más integral y sostenible de la demanda, muy probablemente se vaya a convertir en un futuro próximo en un recurso con presencia difusa en los entornos urbanos con escasez de recursos hídricos. Del análisis del estudio de caso de la ciudad de Alicante ha de mencionarse el interés que ha mostrado la empresa encargada del suministro de agua (Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta –AMAEM-) por el uso y recolección de aguas pluviales para su posterior re-utilización para determinados usos que no requieren una cierta calidad ambiental frente a iniciativas fomentadas de manera más individual y por la ciudadanía, como sucede en San Cugat del Vallés (Cataluña). Ello se ha traducido en una mejor gestión y más sostenible del uso del agua (menor uso de agua potable y reutilización de agua) que puede ser de ejemplo para otras ciudades y áreas con características climáticas y de suministro de agua similares. Por lo tanto, un mejor conocimiento acerca de las características de estos recursos, de sus usos, sistemas de gestión y de su potencial representaría un claro avance hacia un modelo de planificación más sostenible y resiliente ante los posibles efectos del Cambio Climático en España.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar un cordial sentimiento de gratitud a Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta y al personal entrevistado sin cuya colaboración e información habría sido imposible llevar a cabo esta investigación (Francisco Bartual, Francisco Agulló y Miguel Rodríguez Mateos).

7. BIBLIOGRAFÍA

- ANGRILL, S.; SEGURA-CASTILLO, L.; PETIT-BOIX, A.; RIERADEVALL, J.; GABARRELL, X. y JOSA, A. (2016). *The International Journal of Life Cycle Assessment*. “Environmental performance of rainwater harvesting strategies in Mediterranean buildings”. pp. 1-12. DOI 10.1007/s11367-016-1174-x.
- BAÑOS CASTIÑEIRA, C.J.; VERA REBOLLO, F. y DÍEZ SANTO, D. (2010). *Investigaciones Geográficas*. “El abastecimiento de agua en los espacios y destinos turísticos de Alicante y Murcia”, nº51, pp. 81-105.
- BENHAMROUCHE, A. y MARTÍN VIDE, F.J. (2012). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. “Avances metodológicos en el análisis de la concentración diaria de la precipitación en la España peninsular”, nº32(1), pp. 11-27.
- BERNABÉ CRESPO, M.B. y GÓMEZ ESPÍN, J.M. (2015). *Cuadernos Geográficos*. “El abastecimiento de agua a Cartagena”, nº54, (2), pp. 270-297.
- BERNARDO, V., FAGEDA, X. y TERMES, M. (2015). *Applied Economics*. “Do droughts have long-term effects on water consumption? Evidence from the urban area of Barcelona”, nº48, pp. 5.131-5.146.
- BURRIEL, E. (2008). *Scripta Nova*. “La década prodigiosa del urbanismo español (1997-2006)”, vol. XII, nº 270 (64).
- CAMPISANO, A.; GNECCO, I.; MODICA, C., y PALLA, A. (2013). *Water Science and Technology*. “Designing domestic rainwater harvesting systems under different climatic regimes in Italy”, nº67 (11), pp. 2511-2518.
- CIRIA C521 (2000). *Sustainable urban drainage systems, design manual for Scotland and Northern Ireland*. CIRIA, London.
- CIRIA C697 (2007). *The SUDS Manual*. CIRIA, London.
- COOK, S.; SHARMA, A. y CHONG, M. (2013). *Water Resources Management*. “Performance Analysis of a Communal Residential Rainwater System for Potable Supply: A Case Study in Brisbane, Australia”, 27 (14), pp. 4865-4876.
- DE GOUVELLO, B. y DEUTSCH, J.C. (2009). *Flux* “Rainwater harvesting and use in cities: Towards urban water management changes?”, nº (76-77), pp. 14-25.
- DEL MORAL ITUARTE, L. (2009). *Scripta Nova*. “Nuevas tendencias en gestión del agua, ordenación del territorio e integración de políticas sectoriales”, nº13, pp. 281-309.
- DEL MORAL ITUARTE, L.; PITA LÓPEZ, M.^a F.; PEDREGAL MATEOS, B.; HERNÁNDEZ-MORA ZAPATA, N. y LIMONES RODRÍGUEZ, N. (2014). *Progress in water geography. Pan-European discourses, methods and practices of spatial water research*. “Current paradigms in the management of water: resulting information needs” University of Tartu, pp. 19-29.
- DELANEY, C. y FAM, D. (2015). *Technology in Society*. The 'meaning' behind household rainwater use: An Australian case study”, nº42, pp.179-186.
- DEOREO, W.B. y MAYER, P.W. (2012). *Journal-American Water World Association*. “Insights into declining single-family residential water demands”, nº104 (6), pp. 383-394.
- DIARIO INFORMACIÓN (22/10/2016). “El depósito de San Gabriel a tope”. F.J. Benito. Disponible en: <http://www.diarioinformacion.com/alicante/2016/10/22/deposito-san-gabriel-tope/1819441.html> (fecha de consulta 22.10.2016).
- DOMENECH, L. y SAURI, D. (2011). *Journal of Cleaner Production*. “A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multifamily buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs”, nº19, pp. 598-608. DOI:10.1016/j.jclepro.2010.11.010.
- DOMÈNECH, L.; MARCH, H. y SAURÍ, D. (2013). *Journal of Cleaner Production*. “Degrowth initiatives in the urban water sector? A social multi-criteria evaluation of non-conventional water alternatives in Metropolitan Barcelona”, nº38, pp. 44-55.
- FARAHBAKHS, K.; DESPINS, C. y LEIDL, C. (2009). *Water Quality Research Journal of Canada*. “Developing capacity for large-scale rainwater harvesting in Canada”, 44 (1), pp. 92-102.

- FERNÁNDEZ, S. y BARRADO, D. A. (2011). *Cuadernos de Turismo*. “El desarrollo turístico-inmobiliario de la España mediterránea e insular frente a sus referentes internacionales (Florida y la Costa Azul): un análisis comparado”, n°27, pp. 373-402.
- GABARDA MALLORQUÍ, A., RIBAS PALOM, A. y DAUNIS I ESTADELLA, J. (2015). *Investigaciones Turísticas*. “Desarrollo turístico y gestión eficiente del agua. Una oportunidad para el turismo sostenible en la Costa Brava (Girona)”, n°9 pp. 50-69.
- GARCÍA ACOSTA, X. (2013). *Documents d'Anàlisi Geogràfica*. “Urbanització difusa i consum d'aigua per a usos domèstics. Una exploració de relacions”, vol. 59/2, pp. 347-362.
- GIL OLCINA, A. (1971). *El Campo de Lorca*. Estudio de Geografía Agraria, Madrid, C.S.I.C
- GIL, A. y RICO, A. M. (2007): *El problema del agua en la Comunidad Valenciana*. Valencia, Fundación Agua y Progreso de la Comunidad Valenciana.
- GIL OLCINA, A.; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M.; MOROTE SEGUIDO, A.F.; RICO AMORÓS, A.M.; SAURÍ PUJOL, D. y MARCH CORBELLA, H. (2015). *Tendencias del consumo de agua potable en la ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona, 2007-2013*. Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante S.A. y la Universidad de Alicante.
- GIRES, A. y DE GOUELLO, B. (2009). *Water Science and Technology*. “Consequences to water suppliers of collecting rainwater on housing estates”, n°60 (3), pp. 543-553.
- GOMES, U.; HELLER, L.; CAIRNCROSS, S.; DOMENÈCH, L. y PENA, J. (2014). *Water International*. “Subsidizing the sustainability of rural water supply: the experience of the Brazilian rural rainwater-harvesting programme”, vol. 39, n°5, pp. 606-619, <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2014.951255>
- GÖSSLING, S. (2015). *Tourism Management*. “New performance indicators for water management in tourism”, n°46, pp. 233-244.
- HERNÁNDEZ, M. (2013). *Documents d'Anàlisi Geogràfica*. “Análisis de los procesos de transformación territorial en la provincia de Alicante (1985-2011) y su incidencia en el recurso hídrico a través del estudio bibliográfico”, vol. 59/1, pp. 105-136.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M.; SAURÍ PUJOL, D. y MOLTÓ MANTERO, E. (2016). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro Homenaje al profesor Alfredo Morales Gil*. “Las aguas pluviales y de tormenta: Del abandono de un recurso hídrico con finalidad agrícola a su implantación como recurso no convencional en ámbitos urbanos”. En Vera, J.F.; Olcina Cantos, J.; y Hernández, M. (eds.). Alicante, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 1.099-1.120.
- HOF, A. y BLÁZQUEZ-SALOM, M. (2015). *Journal of Sustainable Tourism*. “Changing tourism patterns, capital accumulation, and urban water consumption in Mallorca, Spain: a sustainability fix?”, vol. 23, n°5, pp. 770-796.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014). *Climate Change 2013 and Climate Change 2014* (3 vols.). Disponible en: <http://www.ipcc.ch/> (fecha de consulta 15.09.2016).
- KIM, H.W.; LI, M.-H.; KIM, H. y LEE, H.K. (2016). *International Journal of Water Resources Development*. “Cost-benefit analysis and equitable cost allocation for a residential rainwater harvesting system in the city of Austin, Texas”, n°32 (5), pp.749-764.
- KRIEGER, K.; KUCHENBECKER, A.; HÜFFMEYER, N. y VERWORN, H.-R. (2013). *Water Science and Technology*. “Local effects of global climate change on the urban drainage system of Hamburg”, 68 (5), pp.1107-1113.
- LIUZZO, L.; NOTARO, V. y FRENI, G. (2016). *Water*. “A reliability analysis of a rainfall harvesting system in Southern Italy”, n°8 (1). DOI: 10.3390/w8010018
- LÓPEZ ZAVALA, M.A.; CASTILLO VEGA, R. y LÓPEZ MIRANDA, R.A. (2016). *Water*. “Potential of Rainwater Harvesting and Greywater Reuse for Water Consumption Reduction and Wastewater Minimization”. DOI: 10.13140/RG.2.1.1732.0563.
- MARCH, H. y RIBERA-FUMAZ, R. (2014). *European Urban and Regional Studies*. “Smart contradictions: The politics of making Barcelona a Self-sufficient city”, pp. 1-15. Doi: 10.1177/096977641455448.

- MARCH, H.; DOMÈNECH, L. y SAURÍ, D. (2013). *Natural Hazards*. “Water conservation campaigns and citizen perceptions: the drought of 2007-2008 in the Metropolitan Area of Barcelona”, nº65, pp. 1.951-1.966.
- MARCH, H., HERNÁNDEZ, M. y SAURÍ, D. (2015). *Revista de Geografía Norte Grande*. “Percepción de recursos convencionales y no convencionales en áreas sujetas a estrés hídrico: el caso de Alicante”, nº60, pp. 153-172.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. (1996). *Diseño de sistemas de cosecha de agua para la repoblación forestal*. Madrid, Mundi Prensa.
- MERCOIRET, L. y HOWSAM, P. (2007). *Journal of Water Law*. “Domestic rainwater harvesting: UK legislation”, nº18 (6), pp. 203-205.
- MORALES, A. (1969). *Papeles del Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia*. “El riego con aguas de avenida en las laderas subáridas”, nº 1, pp.137-183.
- MORALES GIL, A. (2001). *Agua y Territorio en la Región de Murcia*. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales. Murcia.
- MOROTE SEGUIDO, A.F. (2013). *Investigaciones Geográficas*. “El aprovechamiento de turbias en San Vicente del Raspeig (Alicante) como ejemplo de sistema de riego tradicional y sostenible”, nº59, pp. 147-169.
- MOROTE SEGUIDO, A.F. (2015): *Transformaciones territoriales e intensificación de la demanda de agua urbano-turística en la provincia de Alicante*. Tesis Doctoral. Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante.
- MOROTE SEGUIDO, A.F. (2016). *Investigaciones Geográficas*. “El uso del agua en los jardines de las urbanizaciones del litoral de Alicante. Prácticas de ahorro y sus causas”, nº65, 135-152.
- MOROTE, A.F. y HERNÁNDEZ, M. (2016a). *Land Use Policy*. “Urban sprawl and its effects on water demand: A case study of Alicante, Spain”, nº50, pp. 352-362.
- MOROTE SEGUIDO, A.F. y HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M. (2016b). *Retos y Tendencias de la Geografía Ibérica*. “El uso de aguas pluviales y de tormenta en la ciudad de Alicante. De riesgo a recurso hídrico alternativo”. En García Marín, R., Alonso Sarriá, F., Belmonte Serrato, F. y Moreno Muñiz, D. (eds.). Asociación de Geógrafos Españoles, Murcia, pp. 1008-1015.
- MOROTE, A.F.; HERNÁNDEZ, M. y RICO, A.M. (2016). *Water*. “Causes of Domestic Water Consumption Trends in the City of Alicante: Exploring the Links between the Housing Bubble, the Types of Housing and the Socio-Economic Factors”, nº8, pp. 374, 1-18.
- MELBOURNE WATER CORPORATION (2013). *Water Sensitive Urban Design*, Melbourne.
- NOTARO, V.; FONTANAZZA, C.M.; FRENI, G. y PULEO, V. (2013). *Water Science and Technology*. “Impact of rainfall data resolution in time and space on the urban flooding evaluation”, nº68 (9), pp. 1984-1993.
- OLCINA CANTOS, J. (2009). *Investigaciones Geográficas*. “Cambio climático y riesgos climáticos en España”, nº49, pp. 197-220.
- OLCINA CANTOS, J. (2013). *Climate Change Adaptation in practice: from strategy development to implementation*. “Experiences in adapting to Climate Change and Climate Risk in Spain”. Wiley-Blackwell, New Jersey, pp. 253-268.
- OLCINA CANTOS, J. y VERA-REBOLLO, J.F. (2016a). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. “Adaptación del sector turístico al Cambio Climático en España. La importancia de las acciones a escala local y en empresas turísticas”, nº36 (2), pp. 321-352.
- OLCINA CANTOS, J. y VERA-REBOLLO, J.F. (2016b). *Cuadernos de Turismo*. “Cambio Climático y política turística en España: Diagnóstico del litoral mediterráneo español”, nº38, pp. 323-359.
- OLSSON, J.; BERGGREN, K.; OLOFSSON, M. y VIKLANDER, M. (2009). *Atmospheric Research*. “Applying climate model precipitation scenarios for urban hydrological assessment: A case study in Kalmar City, Sweden”, nº92 (3), pp. 364-375.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (2015). *Panorama OMT del Turismo Internacional*. Edición 2015. Madrid, OMT, 16 p.

- PANEQUE SALGADO, P. y VARGAS MOLINA, J. (2015). *Environmental Hazards*. "Drought, social agents and the construction of discourse in Andalusia", n°14 (3), pp. 224-235. DOI: 10.1080/17477891.2015.1058739
- PERALES-MONPARLER, S.; ANDRES-DOMENECH, I.; HERNÁNDEZ-CRESPO, C.; VALLÉS-MORÁN, F.; MARTÍN, M.; ESCUDERO-BUENO, I. y ANDREU, J. (2016). *Journal of Cleaner Production*. "The role of monitoring sustainable drainage systems for promoting transition towards regenerative urban built environments: a case study in the Valencian region, Spain". <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.153>
- PÉREZ, A.; GIL, E. y GÓMEZ, J.M. (2014). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. "Las aguas residuales regeneradas como recurso para los regadíos de la Demarcación Hidrográfica del Segura (España)", n°64, pp. 151-175.
- PÉREZ-MORALES, A.; GIL-GUIRADO, S. y OLCINA-CANTOS, J. (2015). *Journal of Flood Risk Management*. "Housing bubbles and the increase of flood exposure. Failures in flood risk management on the Spanish south-eastern coast (1975-2013)". DOI: 10.1111/jfr3.12207
- PROKOP, G.; JOBSTMANN H. y SCHÖNBAUER A., (2011). *Overview on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects in EU-27*. Environment Agency Austria.
- RICO, A.M. (2007). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. "Sequías y abastecimientos de agua potable en España", n°37, pp. 137-181.
- RICO, A.M.; OLCINA, J.; PAÑOS, V. y BAÑOS, C. (1998). *Depuración, desalación y reutilización en España*. Ed. Oikos Tau, Barcelona, 255 p.
- RICO AMORÓS, A.M.; OLCINA CANTOS, J. y GIL OLCINA, A. (2004). *Aguaceros, aguaduchos e inundaciones en áreas urbanas alicantinas*. Universidad de Alicante, Servicio de Publicaciones.
- RICO AMORÓS, A.M; ARAHUETES HIDALGO, A. y MOROTE SEGUIDO, A.F. (2016). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro Homenaje al profesor Alfredo Morales Gil*. "Depuración y reutilización de aguas residuales en las regiones de Murcia y Valencia". En Vera, J.F.; Olcina Cantos, J.; y Hernández, M. (eds.). Alicante, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, pp. 1169-1202.
- RODRÍGUEZ ROJAS, M.I. (2005). *Equipamiento y Servicios Municipales*. "El agua y la ciudad de hoy", n°117, pp. 18-38.
- SALES-ORTELLS, H. y MEDEMA, G. (2015). *Water Research*. "Microbial health risks associated with exposure to stormwater in a water plaza", n°74, pp. 34-46.
- SALVATI, L. y SABBI, A. (2011). *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. "Exploring long term land cover changes in an urban region of Southern Europe", n°18(4), pp. 273-282.
- SEDLAK, D. (2014). *Water 4.0. The past, present and future of the World's most vital resource*. New Haven, Conn: Yale University Press.
- SPEAK, A.F.; ROTHWELL, J.J.; LINDLEY, S.J. y SMITH, C.L. (2013). *Science of the Total Environment*. "Rainwater runoff retention on an aged intensive green roof", 461-462, pp. 28-38.
- STRATIGEA, D. y MAKROPOULOS, C. (2015). *Water Science and Technology: Water Supply*. "Balancing water demand reduction and rainfall runoff minimisation: Modelling green roofs, rainwater harvesting and greywater reuse systems", n°15 (2), pp. 248-255.
- SWYNGEDOUW, E. (2015). *Liquid power. Water and contested modernities in Spain, 1998-2010*. Cambridge, The Mit Pres.
- THOMAS, R.B.; KIRISITS, M.J.; LYE, D.J. y KINNEY, K.A. (2014). *Journal of Cleaner Production*. "Rainwater harvesting in the United States: A survey of common system practices", 75, pp.166-173.
- TROY, P. (2008). *Troubled Waters. Confronting the Water Crisis in Australia's Cities*. Canberra: The Australian national University Press.
- TROY, P. y HOLLOWAY, D. (2004). *Journal of Environmental Planning and Management*. "The use of residential water consumption as an urban planning tool: a pilot study in Adelaide", n°47, pp. 97-114.

- VARGAS-PARRA, M.V.; ROVIRA, M.R.; GABARRELL, X. y VILLALBA, G. (2014). *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*. "Cost-effective rainwater harvesting system in the Metropolitan Area of Barcelona", vol. 63 (7), pp. 586-595.
- WILLIAMS, C. (2007). *Water and Wastewater International*. "Saving the rain is a global objective", 22 (6), pp. 37-38.
- WRIGHT, I.A.; DAVIES, P.J.; FINDLAY, S.J. y JONASSON, O.J. (2011). *Marine and Freshwater Research*. "A new type of water pollution: Concrete drainage infrastructure and geochemical contamination of urban waters", 62(12), pp.1355-1361.