



Estrategias integradas para la gestión sostenible de aguas de lluvia en áreas metropolitanas

Autor: Lucia Soriano Martínez

Institución: Fundación Nueva Cultura del Agua

Resumen

Las grandes áreas metropolitanas están afrontando en la actualidad uno de los más importantes retos en la gestión de aguas de lluvia, particularmente en los eventos de tormenta.

Los sistemas de saneamiento y drenaje urbano producen en la actualidad un gran número de vertidos no controlados, que introducen altas cargas de contaminación al medio receptor. Dichos vertidos suponen una presión significativa sobre el medio receptor no sólo por el contenido en metales pesados derivados del lavado de la superficie urbana, sino también por la resuspensión de sedimentos de la red de colectores. El consenso científico al que se ha llegado en las últimas décadas plantea nuevos retos en la gestión de pluviales: Por una parte, el fenómeno del primer lavado no se da en cuencas grandes por lo que no siempre es éste el elemento idóneo para el dimensionamiento de dispositivos anti descarga. Por otra parte, la contaminación en tiempos de lluvia es muy elevada ya que al efecto de dilución se le contrapone el de resuspensión de sedimentos por aumento de la energía cinética.

Los estudios realizados en relación a esta problemática convergen en la necesidad de aplicar soluciones integrales para la gestión de pluviales, abarcando múltiples disciplinas como la ordenación del territorio, el urbanismo, la movilidad urbana, la economía, el marco normativo, la educación ambiental y la participación ciudadana.

En el presente trabajo mostraremos una batería de medidas que, basadas en experiencias exitosas a nivel nacional e internacional, podrían complementar las intervenciones estructurales en las redes, contribuyendo así a resolver la compleja problemática de la gestión de las aguas pluviales en los entornos urbanos a través de estrategias integradas de planificación y gestión.

Palabras claves: Aguas de lluvia; escorrentía urbana; saneamiento; drenaje; estrategias integradas de gestión

INTRODUCCIÓN

Las grandes áreas metropolitanas están afrontando en la actualidad uno de los más importantes retos en la gestión de aguas de lluvia, particularmente en los eventos de tormenta.

Los sistemas de saneamiento y drenaje urbano producen en la actualidad un gran número de vertidos (directos o por aliviaderos) no controlados, que introducen altas cargas de contaminación al medio receptor. Dichos vertidos suponen una presión significativa sobre el medio receptor no sólo por el contenido en metales pesados derivados del lavado de la superficie urbana, sino también por la resuspensión de sedimentos de la red de colectores.

Los programas de medición llevados a cabo hasta el momento en varias ciudades españolas (PROMEDSU y SOSTAQUA) han arrojado resultados muy interesantes que plantean nuevos retos en la gestión de las aguas de lluvia.

Por una parte, el fenómeno del primer lavado no se da en cuencas grandes por lo que no siempre es éste el elemento idóneo para el dimensionamiento de dispositivos anti descarga. Por otra parte, el concepto de dilución ya no es válido. Se ha demostrado que la contaminación en tiempos de lluvia es muy elevada ya que al efecto de dilución se le contraponen el de resuspensión de sedimentos por aumento de la energía cinética. Además, estas sobrecargas hidráulicas y variaciones de las concentraciones de contaminación que llegan a la depuradora producirán en ella perturbaciones importantes que acabarán afectando a los rendimientos de la misma.

Ante esta problemática se ha generado una progresiva aunque lenta concienciación sobre la importancia de realizar una planificación integrada del sistema de saneamiento y drenaje urbano que cumpla adecuadamente sus tres funciones esenciales:

- Protección ante inundaciones
- Protección ambiental del medio receptor
- Garantía de servicios a la ciudadanía

Para ello será necesario realizar una gestión integrada y avanzada de los sistemas de saneamiento actuales con varios objetivos clave. Por una parte, reducir los volúmenes de escorrentía de entrada en la red y controlar la contaminación in situ a través de los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS). Por otra parte, minimizar las descargas de sistemas unitarios y garantizar que se cumplen los estándares de calidad compatibles con el buen estado del medio receptor.

Además, habrá que tener en cuenta los siguientes factores a la hora de adoptar nuevas estrategias de gestión integral de los sistemas de saneamiento:

- La escasez de agua: La sistemática destrucción y degradación de los ecosistemas acuáticos y de los acuíferos tiene ya repercusiones sociales dramáticas: 1100 millones de personas sin acceso garantizado a aguas potables, crisis del ciclo hidrológico y de la salud de ríos, lagos y humedales entre otras. Por lo tanto, deberá promoverse la gestión del agua como un recurso escaso.
- La reducción de los costes reales: La concentración de las poblaciones en núcleos urbanos exige la ampliación de las redes de saneamiento, aumentando los costes derivados de la gestión de aguas residuales. Además la Directiva Marco de Aguas 2000/60/EC establece una política de recuperación de costes teniendo en cuenta los costes medioambientales, lo que nos obliga a pensar en nuevas formas de gestión integral, con menores impactos medioambientales, como vía para economizar los sistemas de saneamiento.

Las dinámicas de incremento demográfico, con una alta concentración en áreas urbanas, y las tendencias de cambio climático, que aumentarán la ocurrencia de eventos extremos como tormentas y sequías, brindan una oportunidad única para avanzar en la aplicación de nuevas estrategias integradas de gestión de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano, que contemplen ámbitos más allá del puramente técnico o tecnológico.

EVOLUCIÓN DE LAS SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA

El primer acercamiento a la problemática de gestión de las aguas pluviales tuvo como objetivo prioritario minimizar los riesgos de inundación en las ciudades a través del diseño de la propia red. Ante el aumento constante del volumen de agua a evacuar, la única alternativa fue un aumento proporcional de los diámetros empleados. Estas primeras soluciones fueron eficaces en la resolución de la problemática de inundaciones aunque se comprobó que, a largo plazo, no eran suficientes por si mismas para resolver la problemática abordada.

Así, el primer cambio de enfoque para la mejora en la gestión de las pluviales fue considerar las redes de tuberías, unitarias o separativas, como parte de un todo que hay que gestionar de manera completa e integrada en la búsqueda de soluciones, lo que habitualmente se denomina *gestión integral del sistema de saneamiento*.

El sistema de saneamiento está compuesto por la cuenca de aportación, las redes de alcantarillado (residuales o pluviales), las estaciones depuradoras y las masas de agua receptoras. Se trata, por tanto, no sólo de gestionar las tuberías, sino de gestionar todo un sistema considerando las interacciones entre las distintas partes del mismo.

El hecho de considerar las redes de drenaje urbano como parte de este sistema hace que aparezcan soluciones basadas en tanques de retención o estanques de tormenta, en combinación con las redes de tuberías convencionales. Los tanques de tormenta se basan en la utilización de volúmenes de almacenamiento, no solamente para minimizar el número de alivios, sino también para mejorar la calidad del efluente (Redondo, 2005), bien por almacenamiento de las aguas de primer lavado más contaminadas (*first flush tanks*) o proporcionando un tratamiento de decantación en aquellas redes en las que el fenómeno del primer lavado no es importante (*settling tanks*). Estos tanques pueden

situarse en los puntos de entrada al interceptor general, en la EDAR, o en algún punto intermedio. Su volumen, sus características y su ubicación dependen fundamentalmente de la capacidad de admisión del medio receptor.

La instalación de tanques de tormenta en las principales áreas metropolitanas españolas supone un importante avance en la resolución de la problemática de gestión de las aguas pluviales. Cabe destacar que el Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015 incluye una inversión de 3.106 millones de euros para tanques de tormentas. No obstante, experiencias previas en este sentido demuestran que estas intervenciones, por sí mismas, tampoco resuelven el problema en su totalidad.

Parece, por tanto, necesario encontrar nuevas formas de gestión que tiendan al control de las aguas de escorrentía pluvial. En este contexto, y como consecuencia del trabajo realizado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (Informe Brundtland 1987), en los últimos años se ha planteado un nuevo enfoque en el drenaje urbano, consistente en emplear técnicas de drenaje que consideran e integran aspectos como cantidad de agua, calidad y servicio a la sociedad, contribuyendo a la generación de ciudades sostenibles a largo plazo.

Así, en la actualidad, y como complemento al tratamiento convencional de las aguas pluviales, se ha extendido en muchas ciudades del mundo el uso de los sistemas urbanos de drenaje sostenible, conocidos como SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems).

De entre las distintas tipologías de SUDS en este artículo nos centraremos básicamente en las medidas preventivas, entendiéndose como tales las medidas a nivel de planeamiento que limitan los problemas en origen asociados a la escorrentía superficial.

Mientras que en España, y principalmente en ciudades costeras, se han probado algunas SUDS, las distintas experiencias se centran en la instalación de infraestructuras de distintos tipos (pavimentos porosos, depósitos de detención o de retención, etc.). Es en el ámbito de las medidas preventivas en el que nuestra experiencia es más débil.

Es por ello que el presente artículo se centra en el aprendizaje basado en experiencias internacionales exitosas, con el objeto de avanzar un paso más en la resolución de la problemática de pluviales mediante la planificación y gestión integrada de los sistemas de saneamiento.

EXPERIENCIAS EN EL ÁMBITO NORMATIVO Y LEGISLATIVO

Se analizan a continuación algunas singularidades normativas en distintos países de la Unión Europea para contemplar la gestión de las aguas pluviales:

Marco normativo legislativo de las aguas pluviales en Holanda:

La política en gestión de aguas pluviales holandesa tiene cuatro pilares fundamentales (Jong, y otros, 2011):

- (1) la prevención de la contaminación del agua de lluvia mediante medidas en origen
- (2) la recogida y el almacenamiento del agua de lluvia
- (3) la implantación de redes separativas
- (4) el equilibrio de todas estas consideraciones a nivel local.

En este sentido, la Ley de aguas holandesa establece la obligación de que, a nivel local, se vele por una recogida eficiente de la escorrentía siempre que no sea razonable que quien disponga de esa agua, quiera disponer de ella o tenga que disponer de ella, la deje fluir por el terreno o por las aguas superficiales. Además, los municipios velarán por el tratamiento eficaz del agua de lluvia recogida. Este tratamiento incluirá al menos las siguientes medidas: almacenamiento, transporte, uso efectivo o descarga, antes o después del tratamiento, en el terreno o en las aguas superficiales, así como su transporte a una planta de tratamiento.

De conformidad con la Ley de Gestión Ambiental, a través de una ordenanza municipal se pueden imponer reglas específicas sobre la descarga del agua de lluvia. Además, cuando sea razonable que el dueño de una parcela gestione las aguas que emergen o caen sobre su propio terreno, el ayuntamiento puede dar un plazo para que estas aguas se desconecten de la red de saneamiento. En esta misma ley, en su sección 4.22 se establece que periódicamente los ayuntamientos tienen que elaborar un plan de saneamiento municipal en donde, entre otras muchas cosas, se debe indicar cómo se va a recoger y procesar la escorrentía de las aguas de lluvia. En este sentido, es importante señalar que la legislación no requiere para estas aguas la existencia de un sistema de alcantarillado, sino que se permiten soluciones alternativas que consigan el mismo resultado.

Por otro lado, la legislación en materia de ordenación del territorio permite que se establezcan, a través de los planes de ordenación urbana, requisitos para la gestión de las aguas pluviales con efectos vinculantes para los propietarios, pero sólo si los requisitos se consideran “especialmente relevantes”. En este sentido, en este tipo de legislación, en Holanda no se incluyen prescripciones relativas a la obligatoriedad de que un determinado edificio gestione sus propias aguas pluviales. En todo caso, estas especificaciones se incluirían en los códigos de construcción holandeses, pero nunca imponiendo una determinada solución constructiva (tipo cubiertas vegetales), sino incluyendo un determinado rendimiento de autogestión de las aguas pluviales (Jong, y otros, 2011).

Marco normativo legislativo de las aguas pluviales en Alemania:

El aumento de las superficies impermeables en Alemania, como consecuencia de los desarrollos urbanísticos, ha incrementado el volumen y la velocidad de la escorrentía de aguas pluviales. En este sentido, los planes de ordenación del territorio alemanes establecen medidas para evitar estos efectos negativos sobre el ciclo hidrológico. Así, en el planeamiento urbano se incluye:

- Límites a la impermeabilización de superficies. Para ello, se establece un límite superior de m² construido / m² de parcela. La adopción de uno u otro valor para esta relación tiene que estar justificada en el planeamiento urbano.
- Una proporción de superficie destinada a la infiltración compatible con los usos y la impermeabilización del terreno. Así, en base al artículo 9 del Código Alemán de Edificación, de carácter federal, se puede estipular como tiene que ser la estructura de las zonas de tráfico, la vegetación de las márgenes de las carreteras, o las zonas verdes en general. Además, los nuevos desarrollos urbanísticos tienen que incorporar elementos ecológicos en su diseño.
- Medidas para retener e infiltrar aguas pluviales. A través del planeamiento urbano también se establecen áreas para la construcción de instalaciones de gestión del agua de lluvia (tanques de retención). También se suelen adoptar medidas relacionadas con el empleo de cubiertas vegetales o cubiertas verdes.

La principal singularidad del sistema alemán se presenta en las tarifas del agua. Las aguas pluviales conectadas a la red de saneamiento tienen que ser tratadas en EDAR, generando costes, y estos costes se facturan a los habitantes que se aprovechan de esa red de alcantarillado.

El cálculo de esos costes es distinto en cada estado. Así, por ejemplo, en Berlín se calculan tomando como base las superficies de cubierta y de suelo impermeabilizado que han sido conectados directa o indirectamente a la red de colectores públicos. En el importe a pagar se tiene en cuenta el tipo de superficie y su permeabilidad (asfalto, hormigón, losas, adoquines, gravas, césped, etc), de tal modo que cuanto más permeable sea una superficie, menos hay que pagar por este concepto.

Marco normativo legislativo de las aguas pluviales en Francia:

Desde la perspectiva de ordenación del territorio, se puede citar legislación recientemente aprobada en Francia: la denominada Ley Grenelle I y Ley Grenelle II. Con estas dos leyes se busca la creación de un patrón de crecimiento diferente (Lefèvre, 2011). Así, junto a disposiciones de planificación territorial y desarrollo sostenible, que intentan garantizar la coherencia de la sostenibilidad ecológica, la mejora de la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases invernadero, también se plantean nuevos planes de prevención de riesgos naturales o planes de energía y cambio climático.

Pero, además, la parte operativa de la ley también prevé una amplia gama de instrumentos financieros y fiscales, entre los que se puede citar un impuesto anual para la gestión de las aguas pluviales.

Por otro lado, la Ley de Aguas y Medio Acuáticos, de 30 de diciembre de 2006, permitió a los ayuntamientos instaurar un impuesto local específico para gestionar las aguas pluviales (0,20 euros/m² como máximo). En paralelo, esta ley instauró una línea de créditos para financiar trabajos de recuperación de aguas pluviales y permitió su utilización para usos exteriores a las viviendas (riego, lavado de coches, etc.).

Conclusiones respecto al marco normativo legislativo:

Como vemos en los anteriores ejemplos, las medidas en el ámbito normativo-legislativo contemplan iniciativas tanto a nivel local, a través de ordenanzas municipales, como a nivel territorial.

En España, se ha avanzado en la incorporación de la gestión de las aguas de lluvia a nuestra legislación a través del RD 1290/2012 publicado el 20 de Septiembre de 2012. Este esfuerzo se dirige principalmente a minimizar los vertidos directos por rebose de las redes unitarias, en línea con los objetivos de la Directiva Marco del Agua (Mosqueira y otros, 2012).

Sin embargo, parece pertinente que el análisis de la gestión de las aguas pluviales se plantee con los parámetros de la Ordenación del Territorio, en el marco de una estrategia territorial de referencia. Hacerlo así garantiza que cualquier mejora en la gestión de estas aguas repercutirá en la mejora de la sostenibilidad del modelo de desarrollo territorial.

Así, no existe un marco normativo claro a este nivel que legisle estos aspectos. Debido al complicado marco de distribución de competencias existente en España, en la actualidad hay diecisiete legislaciones autonómicas en materia de urbanismo y ordenación del territorio. Por ello, este sería uno de los primeros aspectos que deberían subsanarse a nivel normativo para avanzar en la gestión integrada de las aguas pluviales en España. En este sentido, una gestión efectiva de las aguas de escorrentía tiene que estar respaldada por un planeamiento regional o a nivel de cuenca hidrográfica, mezclando controles en origen y controles aguas abajo (Beneyto González-Baylín, 2004).

EXPERIENCIAS EN EL ÁMBITO ECONÓMICO

Estado de la cuestión

En el ámbito económico, la Directiva Marco de Aguas DMA 60/2000/EC establece:

- El principio de recuperación de costes de los servicios del agua
- El principio de quien contamina paga y que la política de precios del agua se diseñe con el objetivo de proporcionar incentivos para el uso eficiente del agua
- La recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua

El artículo 9 de la DMA también especifica que el principio de recuperación de costes ha de considerar no solo el coste financiero de los servicios sino también los costes ambientales y los del recurso.

La aplicación de la DMA en el contexto de la gestión de las aguas pluviales no es sencilla. En primer lugar, porque la propia DMA, en su artículo 2, deja fuera de la definición de los *servicios relacionados con el agua* a las redes de drenaje de aguas pluviales, dificultando así la estimación del grado de recuperación de costes incluyendo los costes ambientales y los de recurso. Así, la recuperación de costes debería tener en cuenta no sólo el coste de gestionar las aguas pluviales, sino también la posibilidad de fallo del sistema y los impactos que esos fallos pueden generar sobre valores tangibles e intangibles para la sociedad.

Por otra parte, algunos de los factores clave en la gestión de las aguas pluviales, como pueden ser el porcentaje de superficie impermeable o las diferentes actividades contaminantes realizadas, pueden ser controlados a través de distintos instrumentos políticos (medidas de ordenación del territorio y urbanismo, incentivos financieros, etc). En este sentido, el principio de que *quien contamina paga* es aplicable.

Para poder aplicar este principio es importante tener en cuenta:

- Todos los costes asociados a la gestión de las aguas pluviales: no sólo los de diseño y construcción, sino también los de mantenimiento, rehabilitación, control, etc.
- Cualquier actividad nueva que suponga una alteración de algún aspecto del ciclo hidrológico, deberá internalizar el coste de las infraestructuras de gestión de aguas pluviales necesarias para no provocar contaminación directa o indirecta derivada de la escorrentía.
- Cualquier actividad potencialmente contaminante debe contribuir económicamente a evitar estas posibles contaminaciones. Por ejemplo, en un ámbito urbano, se podría crear un impuesto que tuviese en cuenta que el aumento de la superficie impermeable aumenta la contaminación de las masas de agua receptoras.

Pero la aplicación de las medidas que garanticen el cumplimiento del principio de quien contamina paga es delicada y compleja por varios motivos: la impopularidad de la implementación de impuestos, la dificultad de un control exhaustivo de las aguas pluviales en origen siendo necesarias las instalaciones a gran escala, y las desigualdades geográficas que pueden darse entre zonas más elevadas, donde los problemas de pluviales son menores, y las zonas bajas.

Se trata, por tanto, de introducir criterios de racionalidad económica a través de políticas tarifarias que incluyan medidas sociales complementarias que permitan gestionar objetivos de equidad social o interterritorial.

Una buena herramienta para gestionar las aguas pluviales es la de los incentivos económicos. La aplicación de una política de precios acertada debería velar, con las limitaciones vistas anteriormente, por el cumplimiento del principio de quien contamina paga y, en la medida de lo posible, por la recuperación de costes.

En este sentido, sería importante, en donde haya redes separativas, que las cargas fiscales asociadas a ambas sean independientes. En todo caso, estas cargas deberían aumentar con la superficie de las cubiertas recogidas o, mejor aún, con el área impermeable total recogida. Además, deberían existir recargos, por ejemplo, por cubiertas metálicas que pueden añadir metales pesados a las aguas pluviales, que se calcularían a partir del coste del tratamiento necesario.

Además, cualquier carga impositiva debería ir acompañada de desgravaciones fiscales que premiasen a quien tome medidas para reducir la contaminación generada (control de la contaminación en origen, materiales de construcción permeables, técnicas de reutilización de aguas pluviales, etc).

El problema de la contaminación de aguas pluviales puede requerir también políticas dirigidas a otros objetivos, como por ejemplo, al comportamiento de los propietarios de vehículos, a los talleres e industrias que puedan contaminar las aguas pluviales, a los dueños de animales de compañía, etc (Bowers, y otros, 2000).

Por último es importante recalcar que para que la gestión de las aguas pluviales sea sostenible desde un punto de vista económico, hay que desarrollar algún sistema de financiación estable a lo largo del tiempo y con fuentes de financiación exclusivas (Committee on Reducing Stormwater Discharge, 2009). Sin embargo, en general, la mayor parte de las actividades relacionadas con la gestión de las aguas pluviales se financian a través de impuestos generales, o conjuntamente con las aguas fecales, lo cuál es problemático, por varios motivos:

- No existe vinculación entre las obligaciones financieras y los servicios recibidos. Esto puede redundar en una menor capacidad de los organismos responsables de la gestión de las aguas pluviales para planificar las medidas adecuadas y cumplir con sus obligaciones básicas en este tema.
- Al financiarse a través de impuestos generales, las acciones encaminadas a mejorar la gestión de las aguas pluviales tienen que competir con otras acciones y con otras obligaciones de financiación.
- Al financiarse de la misma fuente que otras muchas actuaciones públicas, las responsabilidades para la gestión de las aguas pluviales también suelen estar diluidas entre los responsables de esas otras actuaciones públicas, sin que exista gente dedicada exclusivamente a este tema.

A pesar de lo indicado, en general son muy escasos los instrumentos económicos desarrollados en España y en el resto de Europa para gestionar las aguas pluviales. En España, la única fuente de financiación es la *tasa de alcantarillado* impuesta en algunos municipios, cuyo hecho imponible suele ser, en la mayoría de los casos, la prestación de determinados servicios de alcantarillado, sobre la base del consumo de agua, sin establecer ninguna distinción con respecto a las aguas pluviales.

Queda por tanto mucho que avanzar en el desarrollo de herramientas económicas que permitan una gestión más sostenible de las aguas pluviales. A continuación se ofrecen algunas experiencias exitosas a nivel internacional que pueden ser de utilidad en la definición de nuevas estrategias económicas de gestión de pluviales que avancen en la resolución de la problemática planteada.

Experiencias europeas de aplicación de instrumentos económicos en la gestión de aguas pluviales:

En los **Países Bajos**, el gobierno ha aplicado políticas nacionales encaminadas a reducir los desbordamientos en las redes unitarias en un 50% en términos de fósforo y nitratos, de 1995 a 2005 (Mattheiß, y otros, 2009). En este contexto, algunos municipios decidieron aplicar la desconexión de los desagües pluviales de la red de alcantarillado y proporcionar ayuda financiera a los propietarios de viviendas que quieran desconectar (p. ej. 5 €/m² de superficie desconectada del municipio de Nymegen) (Chouli, 2007).

En **Alemania**, destaca el apoyo económico para la construcción de tejados verdes para reducir escorrentía del agua de tormenta. El uso esta tecnología para prevenir y reducir los efectos de las escorrentías está resultando eficaz en países con elevadas pluviometrías. Así, el empleo de este tipo de cubiertas está siendo ampliamente desarrollado en algunas ciudades alemanas, impulsado a través de ayudas públicas o mediante reducción de impuestos. En general, el apoyo financiero es proporcionado por las propias ciudades. Un 43% de las ciudades alemanas ofrecen incentivos financieros para la instalación de techos verdes:

- 29 Grandes ciudades, entre ellas Berlín, dan apoyo financiero directo para este tipo de tecnologías que van desde 5 €/m² de cubierta a 50/m², o entre el 25 y el 100% de la instalación. Las subvenciones se basan en estimaciones de costes evitados asociados con el mantenimiento de la infraestructura y su reposición. Sólo están subvencionadas las inversiones.
- El 17 % de las ciudades alemanas ofrecen ayudas indirectas por la construcción de tejados verdes consistentes en una reducción en las tasas que cobran por el alcantarillado.
- Otras 13 ciudades alemanas permiten una reducción de entre el 50% y el 80% en el impuesto denominado "rain tax" para la instalación de techos verdes. Considerando una vida útil de 36 años para este tipo de cubiertas, la reducción fiscal puede compensar al propietario del edificio hasta un 50% de los costes adicionales asociados a este tipo de instalaciones frente a otras convencionales.

Otro tipo de herramientas aplicadas exitosamente en Alemania, son los incentivos para la gestión de las aguas pluviales *in situ*: En Berlín, los propietarios pagan por la escorrentía de las aguas pluviales, en función de la superficie impermeable de su propiedad. A través de la aplicación *in situ* de medidas de gestión de las aguas pluviales (pavimentos permeables, desconexión de bajantes, técnicas de infiltración, etc.), los propietarios tienen derecho a descuentos en el canon por escorrentías pluviales.

Por otra parte, en **Francia** se ha aplicado una reducción en el impuesto sobre la renta derivada de inversiones en la recogida de agua de lluvia y en su reutilización. Esta medida tiene por objeto reducir las aguas pluviales que fluyen por los sistemas de saneamiento pero también alentar a la reutilización del agua de lluvia y por lo tanto, la reducción del consumo de agua potable. Los ciudadanos que invierten en la recogida de agua de lluvia y en sistemas de reutilización pueden beneficiarse de una reducción de impuestos equivalentes al 25% del total de los gastos asociados a la instalación de estos dispositivos. Para una vivienda, el total de gastos que pueden deducirse no puede exceder, para el período comprendido entre 1 de enero de 2007 y 31 de diciembre de 2012, de 8.000 € por persona o 16.000 € por una pareja (más 400 euros por cada hijo). El decreto del gobierno que introduce el sistema indica las especificaciones técnicas que tienen que tener los equipos que pueden ser instalados. Además, se hace hincapié en que la reducción fiscal sólo se aplica a la reutilización del agua de lluvia para (1) usos al aire libre (jardinería, riego de espacios públicos verdes, lavado de coches...) y (2) para determinados usos interiores (inodoros, limpieza de pisos, etc.). Hay restricciones en la aplicación a diversos edificios públicos o de carácter social.

Finalmente en **Finlandia** se han ofrecido subvenciones para la creación de humedales multifuncionales. Este es un ejemplo de aplicación de subvenciones en el desarrollo rural que ayudan en la prevención de inundaciones en ámbitos urbanos. El objetivo es conceder subvenciones a los propietarios de tierras para la construcción de humedales multifuncionales que, entre otras cosas, retengan un importante volumen de agua en la zona de aguas arriba de las cuencas durante episodios de fuertes escorrentías.

Otros instrumentos económicos: el cumplimiento alternativo en la gestión de las aguas pluviales.

En este apartado se recogen algunas experiencias de otros países no pertenecientes a la Unión Europea que, a través de distintas políticas e instrumentos económicos, facilitan la implantación de medidas de gestión sostenible de las aguas pluviales. En todos los casos, la situación de partida es que el promotor que desarrolla nuevas urbanizaciones tiene que incluir en su proyecto los mecanismos necesarios para gestionar las aguas pluviales que recoja.

- **Diseño flexible - Ordenanzas de descargas de efecto cero.** Ciudades de Lacey, Tumwater y Issaquah, Washington, USA: A través de estas ordenanzas se permite que los promotores de nuevas urbanizaciones se aparten de diseños tradicionales y de las normas de construcción, empleando técnicas de gestión sostenible de aguas pluviales. Las ordenanzas exigen demostrar que la impermeabilidad efectiva conseguida con estas técnicas es cero (Puddephatt, y otros, 2007).
- **Créditos en la modelización de las aguas pluviales.** Departamento de Ecología del Estado de Washington, Departamento de Conservación y Recreación del Estado de Virginia y Condado de Sacramento, USA: En estos casos, se fomenta el uso de técnicas de drenaje urbano sostenible permitiendo que, en los casos en donde se empleen, las hipótesis de cálculo de los modelos hidrológicos sean menos restrictivas, de tal modo que el volumen de la escorrentía que se tiene que gestionar a través de autorización es menor (Puddephatt, y otros, 2007).

- Bonos de densidad edificativa. Ciudades como Portland, Chicago y Sammamish, USA: En estas ciudades, si se emplean técnicas de drenaje urbano sostenible en los nuevos desarrollos urbanísticos se permite aumentar la edificabilidad o la altura de las viviendas y, en algunos casos, reducir aparcamientos o zonas de juegos. En algunas ciudades, estos bonos están ligados al empleo de cubiertas verdes (Puddephatt, y otros, 2007).
- Agilización de permisos y reducción de tasas. Estados de Florida y Washington, USA: En algunos condados de estos estados se reducen las tasas y la tramitación de aquellos proyectos de planeamiento urbanístico que incorporen técnicas de drenaje urbano sostenible (Puddephatt, y otros, 2007).
- Descuentos en tarifas. Estado de Oregon y Washington, USA y Estado de Victoria, Australia: En algunas ciudades de USA se reducen las tarifas/cánones/impuestos residenciales y comerciales asociadas a la gestión de las aguas pluviales si se emplean técnicas de drenaje urbano sostenible. En Australia, el empleo de técnicas de gestión de las pluviales *in situ* (tanques de agua de lluvia, inodoros con doble descarga, sistema de aguas grises, cabezas de ducha eficiente, etc.) se financia por el Estado a través de descuentos en la factura del agua (Puddephatt, y otros, 2007).
- Asistencia técnica e incentivos financieros en distintos estados de USA y de Australia: En estos países se han llevado a cabo programas que ofrecen incentivos financieros para desarrollar acciones que reduzcan los impactos de las aguas pluviales a través del empleo de técnicas de drenaje urbano sostenible; estos programas a menudo incluyen actividades divulgativas y formativas. Así, en algunos casos se ofrece asistencia técnica y subvenciones para desconectar las bajantes de la red de pluviales o para implementar cubiertas verdes. En otros se ha proporcionado fondos para fomentar actividades que han mejorado la comprensión del desarrollo urbano y los impactos de las aguas pluviales en el medio ambiente. También hay programas enfocados a la reconstrucción de carreteras o a la gestión de las aguas pluviales recogidas en las calles (Puddephatt, y otros, 2007).

En este contexto, el **Cumplimiento Alternativo** es un término utilizado para describir la posibilidad que ofrecen algunas administraciones de países como USA o Australia a los promotores de nuevas urbanizaciones para cumplir con los objetivos de gestión de las aguas pluviales del municipio fuera del emplazamiento del proyecto (Puddephatt, y otros, 2007).

Esta flexibilidad en el cumplimiento de los objetivos permite a los promotores de un desarrollo urbanístico pagar al ayuntamiento para que se implementen las medidas de gestión de las aguas pluviales en un lugar diferente, dentro de la cuenca hidrográfica. Esto es aplicable cuando la implementación de las medidas estipuladas para gestionar el drenaje urbano no es factible en el lugar que se está urbanizando, por limitaciones del espacio, por el tipo de suelo, por la profundidad a la que se encuentran las aguas subterráneas, por los costes de construcción, etc. (Pristel, 2011).

Este tipo de instrumentos permite que, sean cuales sean las circunstancias del proyecto, nunca haya exenciones a la implantación de medidas de gestión de aguas pluviales. Además, esto posibilita que estas medidas se puedan llevar a cabo en un contexto general de gestión en toda la cuenca, pudiendo dirigir la protección de los recursos naturales en general, y de los hídricos en particular, hacia aquellas zonas de las cuencas hidrográficas de mayor valor ecológico. En general, este tipo de políticas en EEUU ofrecen dos opciones:

- **Comercio de compensación:** tiene por objetivo gestionar, en un lugar distinto a donde se está desarrollando un proyecto, un volumen de aguas pluviales y una carga contaminante equivalente a la que movilizaría ese proyecto, de tal modo que, tomando como ámbito territorial toda la cuenca hidrográfica, se logre un beneficio medioambiental neto. Para poder desarrollar adecuadamente esta opción, hay que definir claramente las unidades en las que se comercia.

A modo de ejemplo, la United States Environmental Protection Agency (USEPA) cita los créditos basados en contaminantes específicos, como medio de transacción en casos relacionados con la calidad del agua (USEPA, 2003). Para la gestión de aguas pluviales, además de los parámetros de calidad habituales, la USEPA cita otros factores a tener en cuenta, que relacionen volumen de escorrentía, patrones de uso del suelo o porcentaje de superficie impermeable por unidad de superficie o por unidad de carga contaminante.

A la hora de hacer los intercambios, en un principio, serían válidos, por ejemplo, los que sean equivalentes en volumen de escorrentía gestionada o en superficie impermeable creada; sin embargo, si hay una relación de equivalencia entre estos y otros parámetros, la USEPA también permite un comercio cruzado (USEPA, 2007-2009). A modo de ejemplo, los intercambios entre la generación de escorrentía y la protección de la zona de servidumbre o de la zona de recarga de aguas subterráneas no serían aceptables, salvo que exista una correlación clara entre los impactos que en ambos casos se generan sobre la calidad del agua (Pristel, 2011).

- **Comercio basado en cuotas:** consiste en que el promotor paga una parte de un proyecto de gestión de aguas pluviales a escala regional, que recoge y trata las aguas de escorrentía de varios proyectos de la misma cuenca. En este caso, se ofrece la posibilidad de que haya un banco de mitigación, de tal modo que se acumula un importe basado en *créditos* por adelantado y se ponen a disposición para su compra posterior. La guía del comercio basado en cuotas establece una preferencia por la compensación *en especie*, pero puede permitir una compensación *sin especie* (comercio cruzado) si se alcanza un mayor valor ecológico (Pristel, 2011).

Vemos pues que existen múltiples experiencias exitosas a nivel internacional en el ámbito económico que pueden ser muy útiles como medidas preventivas en la gestión de las aguas pluviales en los entornos urbanos. Se trataría por tanto realizar un diagnóstico profundo de la problemática en cada ciudad y seleccionar las herramientas económicas que mejor se adaptan a cada situación.

LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA ACTIVA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LAS AGUAS DE LLUVIA

Según el último barómetro del Centro de Estudios Sociológicos (CIS, Septiembre 2012), el tema ambiental que más preocupa a los españoles es la contaminación provocada por el hombre de los ríos, lagos, arroyos y aguas subterráneas. De la población que reconoce tener muy poco interés o preocupación por los problemas del medio ambiente (32%), la mayoría (70%) cree que se debe a la falta de educación o información sobre estos temas.

Esta situación de partida invita a reflexionar sobre la necesidad de involucrar de manera activa a la ciudadanía en la resolución de los problemas medioambientales, sobre los que existe una alta sensibilidad.

En general, solucionar los problemas asociados a temas medioambientales, y en particular a las aguas pluviales implica no sólo disponer de las tecnologías y de la financiación adecuada, sino también resolver cuestiones sociales que, en general, se han dejado bastante apartadas.

Los ciudadanos entenderán más fácilmente la necesidad de invertir en la mejora de los sistemas de alcantarillado, depuradoras y sistemas de tratamiento y control de los reboses si están sensibilizados e informados sobre los beneficios de las mismas y perciben una mejora en la calidad del agua.

Como hemos visto, no se parte de cero, sino que existe ya una sensibilidad e interés por los temas medioambientales y específicamente por la contaminación de las masas de agua. Esto supone una oportunidad única para promover la participación activa de la ciudadanía en la búsqueda de soluciones que mejoren la calidad de las aguas a través de una gestión avanzada de las aguas pluviales.

En este contexto, destacan las siguientes experiencias en el ámbito social:

Redacción de planes maestros de drenaje urbano de Argentina y Brasil en los que, a partir de diferentes experiencias y estudios pilotos, se ha desarrollado una metodología basada en la Planificación Participativa y Gestión Asociada (Morronei, y otros, 2003). La idea central es la de planificar mientras se gestiona y gestionar mientras se planifica, interviniendo con actores colectivos de manera continua en los procesos que modelan la realidad que se quiere transformar.

Muchos planes de gestión de aguas pluviales realizados en países como EE.UU., Australia o Nueva Zelanda incluyen la educación pública y la información como una parte importante del desarrollo de los mismos. Por ejemplo, el proceso de implementación de infraestructuras verdes para gestionar las aguas pluviales, en la ciudad de Milwaukee, USA (The Civic Federation, 2007); o la gestión de las aguas pluviales en Auckland, Nueva Zelanda (Auckland City Council, 2006).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad existen numerosas herramientas aplicadas exitosamente en distintas ciudades para la resolución de los problemas asociados a la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos.

En el presente artículo se ha realizado una revisión sobre el estado de la cuestión y una propuesta de algunas medidas preventivas que permitan avanzar hacia una gestión integrada y planificada de las aguas pluviales en España. Estas medidas abarcan los ámbitos normativo, legislativo, económico y social. Así se hace necesario por ejemplo el diseño de nuevos espacios de coordinación que permitan activar un marco normativo a nivel territorial, así como avances en la legislación relacionada con las aguas pluviales a distintos niveles. Igualmente se proponen herramientas económicas que garanticen la sostenibilidad económica de las intervenciones y el incentivo hacia nuevas formas de relación con las aguas pluviales. Todo ello bajo un nuevo enfoque que integre la participación ciudadana en la búsqueda e implementación de las soluciones.

Parece por tanto que el mayor reto en la actualidad no es encontrar nuevos instrumentos de gestión sino definir estrategias integradas de gestión y planificación que respondan de forma eficaz y equilibrada a los retos actuales y futuros en la gestión de las aguas pluviales.

Los primeros pasos para llevar a cabo este tipo de gestión consistirían en establecer un diagnóstico certero de la situación actual, identificar a todos los agentes y actores interesados y establecer entre todos ellos un programa de necesidades realista para alcanzar unos objetivos consensuados. En este sentido, sería importante analizar las relaciones e interdependencias que se producen entre estos tres ejes (el social, el económico y el medioambiental), tanto en el espacio como en el tiempo, de tal modo que las estrategias de gestión que se planteen tiendan a equilibrar las tensiones que se produzcan entre ellos.

La adopción de las estrategias integradas de gestión de las aguas pluviales deberá llevar no sólo a la mitigación de los problemas que pueden ocasionar esta agua, pero también a su puesta en valor para los habitantes de las ciudades y la recuperación de los ecosistemas asociados.

El objetivo final de la planificación y la gestión integrada de las aguas pluviales es conseguir ciudades sostenibles a largo plazo. Para ello debemos partir de un marco de referencia territorial adecuado sobre el que establecer un marco normativo y legislativo adaptado a los retos actuales de gestión, que cuente con la implantación unas herramientas de planificación urbanística y económicas que garanticen la viabilidad del conjunto de medidas a adoptar.

Finalmente destacar que además de las herramientas planteadas en este artículo, existen otras muchas iniciativas a poner en marcha que complementarían las aquí estudiadas. Cabe destacar, como medida preventiva de la contaminación de la escorrentía urbana, la importancia de la reducción de los inputs de contaminación en los entornos urbanos a través de estrategias tales como la movilidad urbana sostenible. Este tipo de iniciativas, que engloban la promoción del transporte público, el uso de la bicicleta o el desarrollo de

vehículos eléctricos, ya se están poniendo en marcha en distintas ciudades españolas aunque no se han desarrollado estudios sobre el impacto de estas medidas en la mejora de la calidad de las masas de agua por reducción de impactos de reboses de los alcantarillados.

Queda por tanto un amplio espacio para la investigación y la innovación en la gestión de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano que pasan por ampliar el foco del problema y plantear estrategias de gestión que rebasan los propios sistemas de saneamiento y requieren mecanismos de coordinación complejos y avanzados deseables en una sociedad madura.

BIBLIOGRAFÍA

Auckland City Council Summary of Stormwater Asset Management Strategies [Informe]. - 2006.

Beneyto González-Baylín María C. Tesis Doctoral [Sección de libro] // Evaluación de los rendimientos de depósitos de detención-aliviadero en redes de saneamiento unitarios en cuencas de la España húmeda / aut. libro Beneyto González-Baylín María C.. - A Coruña : [s.n.], 2004.

Bowers John y Young Mike Valuing Externalities: a methodology for urban water use [Informe]. - [s.l.] : CSIRO Urban Water Program, 2000.

CIS Barómetro de Septiembre 2012. Estudio nº2954

Chouli E. y y Deutsch J-C Urban Storm Water Management in Europe: What are the costs and who should pay? [Conferencia] // 11th International Conference on Urban Drainage. - Edinburgh, Scotland, UK : [s.n.], 2008.

Committee on Reducing Stormwater Discharge Urban Stormwater Management in the United States [Libro]. - Washington, D.C. : THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2009.

De Toffol, Sara Sewer system performance assessment – an indicators based methodology. Tesis. Innsbruck, 2006.

Esteban i Noguera Juli Elementos de ordenación urbana [Publicación periódica] // Gaya Ciencia, Barcelona. - 1981.

Mattheiß Verena, Le Mat Owen y Strosser Pierre Which role for economic instruments in the management of water resources in Europe? In search for innovative ideas for application in the Netherlands [Informe]. - 2009.

Morróni Walter y Salamon Alejandro Los aspectos sociales [Sección de libro] // Manual para el diseño de planes maestros para la mejora de la infraestructura y la gestión del drenaje urbano. - 2003.

Mosqueira Martínez Gonzalo, Ibáñez Gallego María Paz y García González Eduardo, Análisis crítico de la problemática y las soluciones adoptadas a nivel europeo en la gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos. Posibles aplicaciones en España. Trabajo fin de máster. Máster en gestión fluvial sostenible y gestión integrada de aguas. Universidad de Zaragoza. Curso académico 2010-2012.

Pristel Violetta Un marco de cumplimiento alternativo para el manejo de aguas pluviales urbanas en la región costera central de California [Conferencia] // Simposio Help 2011. - Panamá - República de Panamá : [s.n.], 2011.

Pristel Violetta Un marco de cumplimiento alternativo para el manejo de aguas pluviales urbanas en la región costera central de California [Conferencia] // Symposium Help 2011. - Panamá : [s.n.], 2011.

- Puddephatt Jane y Heslop Viv** What we can learn from overseas. Policy instruments to promote the uptake of low impact urban design and development [Informe]. - 2007.
- Puertas Agudo Jerónimo, Suárez López Joaquín y Anta Álvarez Jose** Gestión de las aguas pluviales [Libro]. - [s.l.] : Centro de publicaciones del CEDEX, 2008.
- Redondo Fernández, Francisco** Los sistemas de saneamiento supramunicipales y la ordenación del territorio. El caso de Asturias. Revista Ingeniería y Territorio. Nº 9. Año 2006.
- Sorarrain Manuel** La evaluación económica y financiera [Sección de libro] // Manual para el diseño de planes maestros para la mejora de la infraestructura y la gestión del drenaje urbano. - 2003.
- The Civic Federation** Managing Urban Stormwater with Green Infrastructure: Case Studies of Five U.S. Local Governments [Informe]. - 2007.
- USEPA** Evaluating nonpoint source control projects in an urban watershed. [Conferencia] // Nonpoint Source Watershed Workshop. - 1991.
- USEPA** Water Quality Trading Policy [Informe]. - [s.l.] : United States Environmental Protection Agency - Office of Water, 2003.
- USEPA** Water Quality Trading Toolkit for Permit Writers [Informe]. - [s.l.] : United States Environmental Protection Agency, 2007-2009.