

## 1. SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS)

El continuo y rápido crecimiento de nuestras ciudades, que conlleva una progresiva impermeabilización del suelo, está alterando gravemente el ciclo hidrológico natural del agua. Cada vez necesitamos colectores más grandes, más largos, y una necesidad de depurar un agua de lluvia que en su origen era limpia. Los requerimientos legales para el control de pluviales, en particular en lo concerniente a la protección de las aguas receptoras, se vuelven mucho más restrictivos con la implementación de la Directiva Marco del Agua (Ref. 2).

La necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está llevando a un rápido aumento a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), también conocidos como BMP's (Best Management Practices) o WSUD (Water Sensitive Urban Design), entre otras acepciones.

El concepto de SUDS cumple con los objetivos de las políticas del agua de España y Europa, ensalzando el valor de bienestar que tiene la presencia del agua en la ciudad, y ya se viene aplicando con éxito en países como el Reino Unido, EE.UU, Japón, Australia, Alemania, Francia y Holanda, entre otros.

Podría definirse a los SUDS como elementos integrantes de la infraestructura URBANO-HIDRÓLOGO-PAISAJÍSTICA, preferiblemente vegetados (naturalizados), y destinados a filtrar, retener, infiltrar, transportar y almacenar agua de lluvia, de forma que ésta no sufra ningún deterioro o incluso permita la eliminación, de forma natural, de parte de la carga contaminante que haya podido adquirir por procesos de escorrentía urbana previa.

El objetivo de los SUDS es restaurar en la urbe el ciclo natural del agua y mantener la hidrología local, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (durante su captación, transporte y en destino), además de maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación (Ref. 3), naturalizando una buena parte de la infraestructura hídrica.

Una de las características más importantes de los SUDS es la de promover y maximizar la captación del agua de lluvia por procesos de **filtración**, elemento fundamental para provocar simultáneamente una retención en origen y el comienzo de la restauración o preservación de la calidad del agua captada.

Pero la utilidad de estas medidas va más allá de la gestión de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, baldeo de calles, vaciado de fuentes y estanques ornamentales, etc.

En la línea de realizar una gestión eficiente del agua, a la posibilidad de aprovechamiento de las aguas pluviales se une la de reutilización de las aguas grises (aguas provenientes de lavabo, ducha y bañera) de edificios y otras instalaciones, que con un mínimo tratamiento, con pequeños equipos de depuración y su posterior manejo o gestión mediante SUDS, podrían aportar un caudal constante de abastecimiento para ciertos usos que no requieren la calidad de agua potable, como por ejemplo la recarga de las cisternas de los inodoros, el riego de superficies ajardinadas, usos ornamentales, recarga del freático, etc.

Los objetivos de los SUDS se podrían resumir en los siguientes aspectos (Ref. 4):

- Captar, gestionar y *proporcionar un recurso natural*, libre de contaminación.
- *Proteger los sistemas naturales*: proteger y mejorar el ciclo del agua en entornos urbanos.
- *Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje*: maximizar el servicio al ciudadano mejorando el paisaje con la integración de cursos y/o láminas de agua en el entorno.
- *Proteger la calidad del agua*: proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas, reduciendo o evitando la contaminación de éstas, a ser posible en origen.
- *Reducir volúmenes de escorrentía y caudales punta*: reducir caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención y minimizando áreas impermeables.
- *Protección del sistema de saneamiento existente*: al reducir o no incrementar los vertidos a la red de saneamiento convencional en tiempo de lluvia.
- *Incrementar el valor añadido minimizando costes*: minimizar el coste de las infraestructuras de drenaje al mismo tiempo que aumenta el valor del entorno.

La reducción de volúmenes de escorrentía y caudales punta puede solucionar la incapacidad hidráulica de la red de colectores convencional debida al crecimiento urbano no previsto en las fases de planificación de la misma. Con esto puede evitarse la necesidad de desdoblamiento de la red convencional o el hecho de tener que asumir inundaciones más frecuentes.

Por otra parte, la reducción del volumen de escorrentía y caudales punta conllevará un mejor funcionamiento de las estaciones depuradoras, al darse las siguientes condiciones:

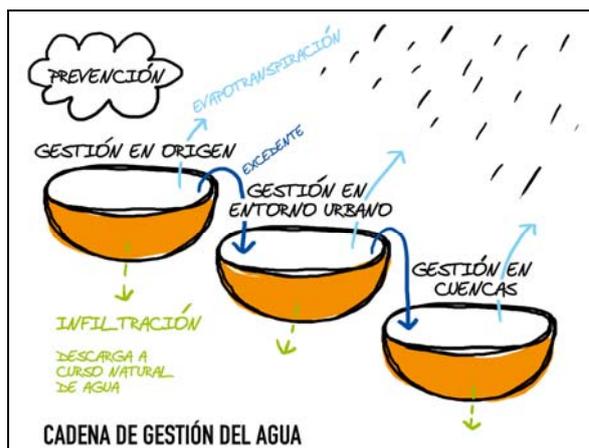
- Reducción de costes al reducirse el volumen de los influentes en las mismas.
- Reducción de costes al no alterarse frecuentemente el patrón de contaminantes para el que la depuradora ha sido diseñada.
- Reducción del número de vertidos (DSU) a la entrada de la depuradora por incapacidad de la misma.

Desde esta perspectiva, el empleo de SUDS no sólo mejora la gestión de las aguas pluviales, sino la gestión del agua en general, tanto en cuanto al abastecimiento como al drenaje y posterior tratamiento.

En cuanto a los criterios generales de diseño, y con el fin de tratar de reproducir la hidrología natural de la cuenca de estudio, es necesario establecer una cadena de gestión de la escorrentía. Las técnicas de SUDS, algunas de las cuales se revisarán en el siguiente capítulo, deben combinarse y enlazarse para alcanzar los objetivos globales establecidos para el sistema.

La jerarquía de técnicas a considerar en el diseño de la cadena de gestión comprende:

- *Prevención*: Se basa en la aplicación de las medidas no estructurales.
- *Control en Origen*: control de la escorrentía en la fuente o en sus inmediaciones.
- *Gestión en entorno urbano*: gestión del agua a escala local.
- *Gestión en cuencas*: gestión de la escorrentía a escala regional.



La planificación y el diseño de un sistema SUDS deben enfocarse como una tarea multidisciplinar, en la que deben intervenir disciplinas como la hidrología, hidráulica, microbiología, geotecnia, cálculo de estructuras, impacto ambiental, paisajismo, urbanismo, etc. Asimismo, debe involucrar a todos los agentes implicados en el proceso, desde las etapas previas de planeamiento hasta el uso y explotación de las infraestructuras.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta en el proceso de diseño es el que se refiere a los procesos de tratamiento y eliminación de contaminantes. Entre los mecanismos de eliminación de contaminantes, cabe citar los siguientes:

- **Sedimentación:** es uno de los mecanismos fundamentales; gran parte de los contaminantes están ligados a fracciones de sedimento, por lo que la eliminación de éstas conduce a una reducción de los contaminantes asociados.
- **Filtración y bio-filtración:** los contaminantes transportados en asociación con los sedimentos deben ser filtrados antes de la infiltración definitiva de las aguas al freático; esto puede efectuarse mediante elementos vegetales, geotextiles o filtros naturales.
- **Adsorción:** es un proceso complejo por el cual los contaminantes son retenidos al entrar en contacto con ciertas partículas del suelo.
- **Biodegradación:** además de los procesos químicos, se pueden establecer igualmente procesos biológicos de degradación.
- **Volatilización:** la transformación de ciertos contaminantes en gases puede ocurrir en compuestos derivados del petróleo y en ciertos pesticidas.
- **Precipitación:** es el mecanismo más común para eliminar metales pesados, transformando constituyentes solubles en partículas insolubles, eliminadas por sedimentación.
- **Plantas:** el consumo de nutrientes por parte de las plantas es un mecanismo importante de eliminación de estos contaminantes (fósforo, nitrógeno).
- **Nitrificación:** proceso en el cual el amonio se transforma primero en nitrito y éste en nitrato, mediante la acción de las bacterias aerobias del suelo. Los nitratos pueden ser consumidos por las especies vegetales.

Por otra parte, un buen programa de mantenimiento de los sistemas SUDS deberá concebirse desde la etapa de planeamiento, y de él dependerá en gran medida la eficacia del mismo. Se tendrán en cuenta aspectos como la titularidad de las infraestructuras, los medios disponibles, la ubicación, la frecuencia de funcionamiento esperada, etc.

Asimismo, el uso de SUDS puede redundar en una reducción del coste de tratamiento respecto de los sistemas convencionales, habiéndose constatado ahorros entre el 18 y el 50% (Ref. 5). Además existen datos que evidencian un ahorro en costes de construcción junto con la revalorización de las urbanizaciones. (Ref. 6).

La aparición de publicaciones españolas divulgando experiencias en otros países como el “Manual de Diseño: La Ciudad Sostenible” (Ref. 7), así como el desarrollo de normativa local (como la “Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid”), está promoviendo que se adopten estas tecnologías desde la fase de planeamiento.



**Bulevar de infiltración.**



**Parking permeable vegetado**



**Sumidero filtrante.**



**Parking permeable. Adoquín-gravilla**



**Azotea ecológica**



**Depósito retención / reciclado,**