

Las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible para la gestión de las aguas pluviales en ámbitos urbanos.

Jose Anta⁽¹⁾, Joaquín Suárez⁽¹⁾, Jerónimo Puertas⁽¹⁾, Héctor del Río⁽¹⁾, David Hernáez⁽²⁾

(1) Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente, Escuela de Caminos, Canales y Puertos, Universidade da Coruña

(2) Jefe Departamento de Obras. EPE Aguas de Galicia

La concentración de la población en pequeños núcleos y ciudades ha conllevado a la urbanización de los suelos y su consecuente impermeabilización. La urbanización cambia la hidrología natural de la cuencas, mientras que la concentración de actividades humanas genera contaminación que se acumula en la superficie de las mismas. Esta contaminación es disuelta y arrastrada en los episodios de lluvia, que en última instancia se vierten en el medio receptor. Por tanto, una visión integral de la gestión del sistema de saneamiento que minimice los impactos y permita alcanzar los objetivos de calidad del agua fijados obliga a desarrollar una estrategia de control total de la contaminación. Las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS), son procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas de escorrentía. En esta comunicación se revisarán los principales beneficios de la aplicación estas técnicas y sus principales tipologías.

1. INTRODUCCIÓN

La concentración de la población en pequeños núcleos y ciudades ha conllevado a la urbanización de los suelos y su consecuente impermeabilización. La urbanización cambia la hidrología natural de la cuencas incrementando el volumen de escorrentía y reduciendo los tiempos de concentración de las cuencas, como se puede apreciar en la Figura 1. Además, la concentración de actividades humanas genera deposición de polvo, suciedad, arenas, materia orgánica, nutrientes, metales pesados, tóxicos y contaminación bacteriológica sobre las superficies de las cuencas. Esta contaminación es disuelta y arrastrada en los episodios de lluvia, que en última instancia se vierten en el medio receptor.

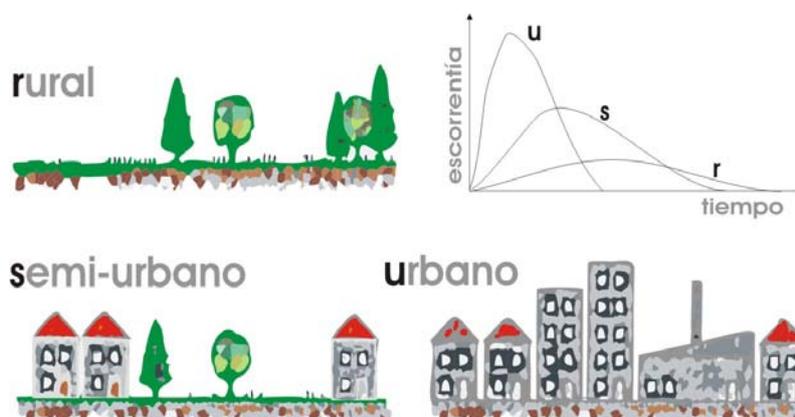


Figura 1. Efecto de la urbanización sobre los volúmenes de escorrentía y las puntas de caudal

Ante esta problemática se ha generado una progresiva, aunque lenta, concienciación de que es imprescindible realizar una planificación del saneamiento urbano para permitirle cumplir adecuadamente sus tres funciones esenciales: protección frente a inundaciones, protección

ambiental del medio receptor y protección sanitaria de los habitantes de la ciudad. La gestión efectiva requiere una aproximación integrada que considere la interrelación y dependencia entre todos los elementos del sistema. Esta visión integral debe minimizar los impactos y permitir alcanzar los objetivos de calidad del agua fijados obliga a desarrollar una estrategia de control total de la contaminación.

Las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS), a veces llamadas Técnicas de Gestión de la Escorrentía Urbana (TGEU) o Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS), son procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas de escorrentía. Los beneficios obtenidos al emplear TDUS pueden ser de dos tipos: el control de la cantidad de agua y el control de la contaminación [1]. Controlar la cantidad de aguas de escorrentía urbana y las aguas de las redes unitarias en tiempo de lluvia puede proporcionar los siguientes beneficios:

- Reducción de los incrementos del valor del caudal punta causados por el desarrollo urbano.
- Mitigación de los problemas de la capacidad del alcantarillado aguas abajo.
- Favorecer la recarga de los recursos de agua subterránea.
- Disminución de la erosión de los cauces naturales a través del control de la velocidad y de la reducción del caudal.

El control de la contaminación con las TDUS presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de la carga contaminante mediante sedimentación, reacción química y mecanismos biológicos de depuración.
- Mejoras de las características del caudal que llega a la planta de depuración.
- Beneficios estéticos y ecológicos.

Por tanto, al controlar la cantidad de agua se reducen las puntas de caudal causadas por la impermeabilización del terreno producidas por la urbanización. Esta reducción de puntas de caudal reduce a su vez posibles problemas de capacidad hidráulica de los sistemas de saneamiento.

Las TDUS se pueden clasificar desde numerosos puntos de vista. Una clasificación muy extendida cataloga las TDUS en función de su emplazamiento en el sistema de saneamiento y drenaje urbano [2].

- **TDUS para el control en origen:** son aquellas medidas que se aplican a elementos del sistema de drenaje previamente a su incorporación a la red de saneamiento.
- **TDUS para el control aguas abajo:** son aquellas medidas que se aplican en la red de alcantarillado, en los puntos previos al vertido de las aguas pluviales al medio receptor o a su incorporación a una red de saneamiento unitaria.

A su vez, es habitual clasificar las técnicas para el control aguas abajo en técnicas para el control local y técnicas para el control regional. Las técnicas para el control local se aplican para pequeñas superficies y cuencas urbanas, habitualmente de tamaño inferior a las 5 ha. Las técnicas para el control regional pueden adoptar las mismas tipologías que las de control local, pero se aplican para la gestión de la escorrentía de grandes superficies y en puntos previos al vertido hacia los medios receptores.

En general, es mucho más económico prevenir la generación de la escorrentía que tratarla posteriormente. Por este motivo la implantación de las TDUS de control de la escorrentía en origen es cada vez mayor. Sin embargo, es habitual complementar este tipo de técnicas con infraestructuras de tratamiento de las aguas pluviales para el control local y el control

regional. Estas técnicas son, en general, más caras, especialmente en entornos urbanos donde el precio del suelo es muy elevado [3]

Por tanto, a la hora de planificar un sistema de drenaje urbano sostenible se debe abordar el problema empleando una estrategia de tratamiento en cadena, también denominada «tren de tratamiento», como la esquematizada en la Figura 2.

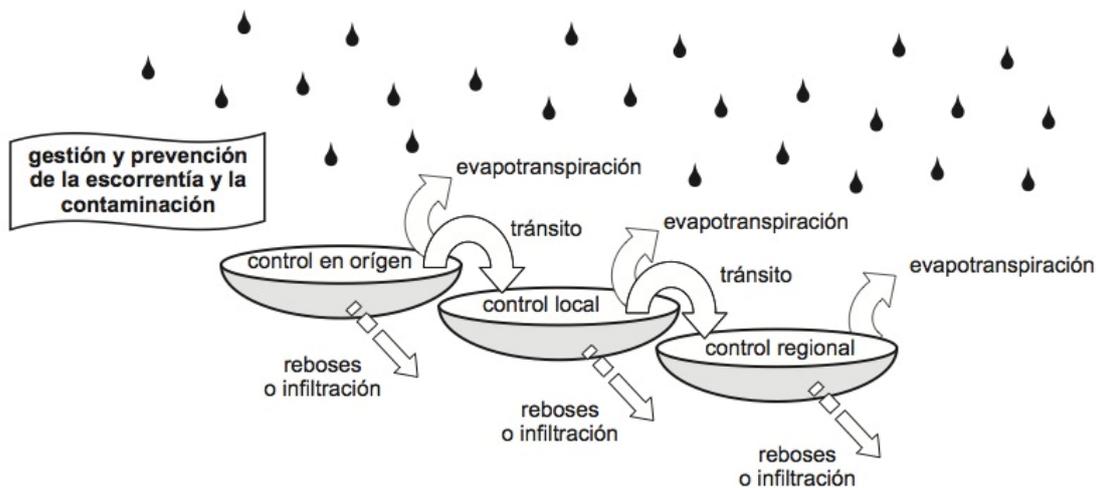


Figura 2. Estrategia de tratamiento en cadena para la gestión de las aguas pluviales [4]

Así, para llegar a la solución final se realiza un proceso iterativo en el que se van añadiendo tipologías o eslabones a la cadena de tratamiento. Inicialmente el problema se debe abordar aplicando una serie de medidas preventivas encaminadas a la reducción de la escorrentía urbana: reciclaje y valorización de las aguas de lluvia, programas educativos, control de conexiones ilegales o programas de limpieza de la suciedad depositada en las superficies impermeables. De este modo se contribuye a mantener los parámetros naturales de la cuenca como la tasa de infiltración, la recarga de acuíferos o el volumen y frecuencia de vertidos en el medio natural.

Si estas medidas no son suficientes se pueden tantear estrategias de control en origen, como pavimentos permeables, zanjas de infiltración o pozos de infiltración. A continuación se tantearán actuaciones para el control local y por último para el control regional. Una de las principales ventajas de esta filosofía radica en la reducción de las necesidades de ocupación de los sistemas de control regionales, ya que mediante el empleo de las pequeñas unidades de control se puede reducir efectivamente la escorrentía cerca del origen de la contaminación.

A continuación se presentarán las tipologías de TDUS más representativas para el control de entradas en origen y el control local y regional. Por último se enunciarán algunos criterios que deben contemplarse para el diseño de estas técnicas. No es objeto de este texto presentar una descripción detallada de estos criterios ni de las metodologías de diseño de las TDUS, que por otra parte se pueden consultar en la Monografía «Gestión de las Aguas Pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano» [5]

2. TDUS PARA EL CONTROL DE LA ESCORRENTÍA EN ORIGEN

Las técnicas de control de entradas en origen se diseñan para gestionar las aguas de escorrentía en el punto donde cae la lluvia. El control de entradas consiste en proporcionar un volumen de retención en superficies o lugares especialmente preparados como azoteas, aparcamiento, patios industriales o residenciales, o en general, en cualquier superficie diseñada adecuadamente.

Estas medidas permiten minimizar los efectos de la impermeabilización de las cuencas, tanto en caudales y volúmenes de agua como en contaminación. Son, por tanto, técnicas preventivas. Otro tipo de técnicas de control en origen basadas en la prevención son las técnicas para el control de fuentes o técnicas no estructurales. Dentro de este grupo se pueden mencionar las estrategias recogidas en la Tabla 1.

Estrategia	Ejemplo
Educación pública	Programas de educación y participación pública
Diseño y gestión de los usos del suelo	Técnicas de diseño adecuadas Desconectar áreas impermeables Tejados verdes Reducción de áreas impermeables
Gestión de residuos	Programas de gestión de residuos en casas
Mantenimiento de calles/drenaje	Limpieza de las calles Mantenimiento de calles y puentes Limpieza de imbornales Limpieza de las redes de alcantarillado Mantenimiento de cauces y canales
Prevención y limpieza de vertidos	Control de vertidos de tanques y depósitos de almacenamiento Control de vertidos de vehículos superficiales
Control de vertidos ilegales	Control de la red de drenaje Reciclaje de aceite usado Recogida de residuos peligrosos a domicilio Control de vertidos ilegales
Control de conexiones ilícitas	Prevención de conexiones ilícitas Control de filtraciones de las redes Detección y eliminación de conexiones unitarias ilícitas
Reutilización de aguas de escorrentía	Riego en exteriores Limpieza de sanitarios

Tabla 1. TDUS no estructurales para el control en origen [5]

3. TDUS PARA EL CONTROL LOCAL DE LA ESCORRENTÍA

Las técnicas para el control y tratamiento local son instalaciones de almacenamiento de la escorrentía que pueden infiltrar parte de las precipitaciones para reducir el volumen de agua movilizado hacia la red de drenaje. El objetivo fundamental de este tipo de instalaciones es evitar que la escorrentía de las lluvias más habituales entren en el sistema de saneamiento, ya sea éste unitario o separativo. Como se ha comentado, cuando las características del suelo son adecuadas, y la carga de contaminación de las aguas de escorrentía compatible con las aguas freáticas, la escorrentía capturada se puede conducir a instalaciones específicas donde se favorece infiltración.

Según las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG), las técnicas tratamiento local puede tomar alguna de la siguientes formas [6]:

- Dispositivos de infiltración, como zanjas o pozos de infiltración
- Pavimentos porosos y modulares.

3.1. Zanjas de infiltración

Estos sistemas de tratamiento de la escorrentía están constituidos por una zanja excavada en el terreno y rellena de material granular que permite el almacenamiento y la infiltración de la escorrentía urbana en el suelo que rodea a la zanja (Figura 3). Una de las principales ventajas de las zanjas de infiltración es que, además de tratar la contaminación asociada a la escorrentía urbana, ayudan a preservar el balance hídrico, proporcionan un volumen de recarga a los de acuíferos y contribuyen a preservar los caudales base de pequeños arroyos y cauces. Sin embargo, también debe prestarse atención a la posible contaminación del suelo. Son tecnologías poco adecuadas para zonas con cargas de contaminación que contengan pesticidas, hidrocarburos o metales pesados.

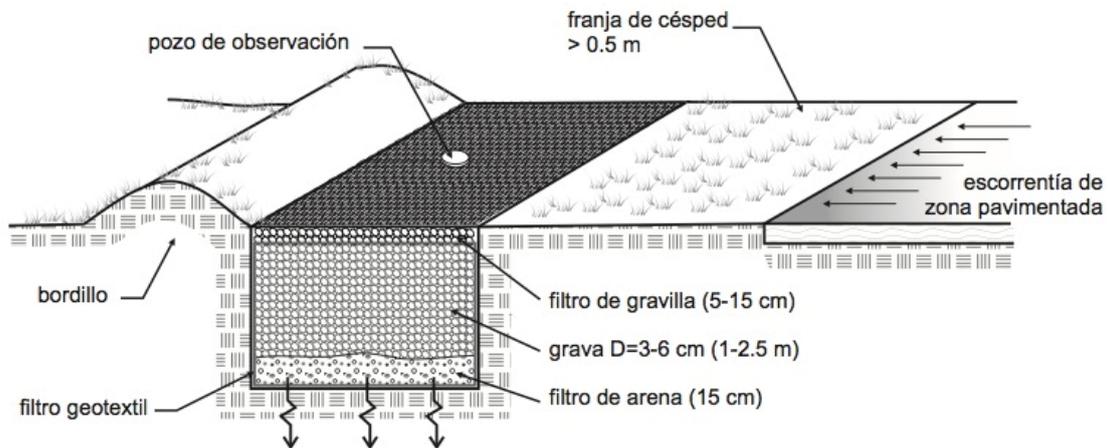


Figura 3. Zanja de infiltración con pretratamiento [5]

Las zanjas de infiltración no se diseñan para eliminar los sedimentos más gruesos, por eso es habitual que cuenten con un pequeño pretratamiento, como una franja vegetal filtrante o cualquier otro sistema que elimine las partículas decantables y, de este modo, se reduzca el riesgo de colmatación de la zanja.

En algunos casos las zanjas filtrantes se construyen con una tubería perforada en la base de la zanja que drena la escorrentía hacia los cauces receptores. Esta solución se aplica principalmente en los márgenes y medianas de carreteras así como en los perímetros de los aparcamientos cuando la capacidad de infiltración del suelo no es suficiente. En este caso las zanjas filtrantes se conocen como filtros drenantes [4].

3.2. Pozos de infiltración

Los pozos de infiltración son sistemas similares a las zanjas de infiltración, pero se emplean para la infiltración de la escorrentía de los tejados de las edificaciones. Los pozos de infiltración son sistemas especialmente adecuados para viviendas unifamiliares y pueden confeccionarse in situ, como el sistema presentado en la Figura 4, o comprarse prefabricados. Aunque los tejados no son una fuente importante de contaminación sí que lo son de volumen de escorrentía. Estos sistemas se aplican para reducir el volumen de

escorrentía enviado hacia los sistemas de tratamiento situados aguas abajo de la cuenca y, de este modo, reducir su tamaño.

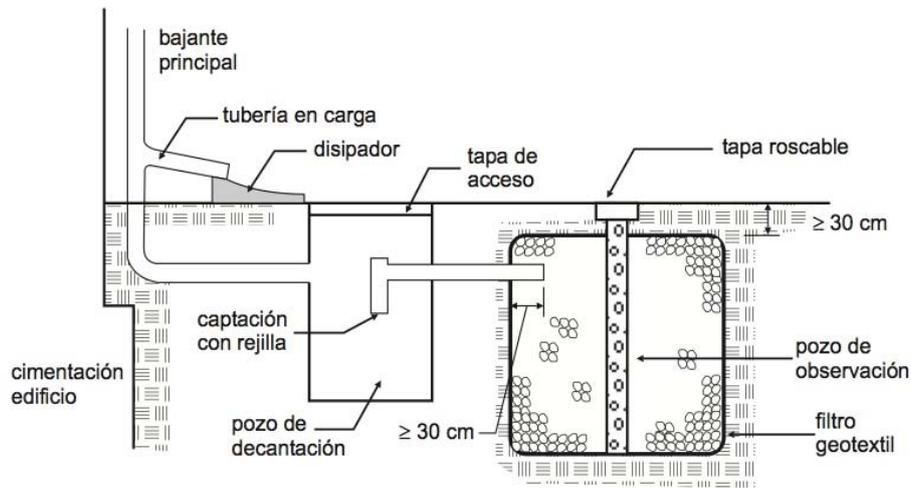


Figura 4. Esquema de un pozo de infiltración con pozo de decantación previa [5].

3.3. Pavimentos porosos y pavimentos modulares

Los pavimentos porosos o permeables consisten en una capa de conglomerado asfáltico u hormigón que permite la infiltración de la escorrentía hacia una capa de grava subyacente. La capa de grava sirve para almacenar temporalmente la escorrentía y para infiltrarla al terreno natural o hacia los laterales del firme a través de un sistema de drenes.

La permeabilidad de estos firmes se consigue eliminando de las mezclas algunas fracciones de los finos usados en los aglomerados asfálticos convencionales. En cualquier caso, todas las capas del firme deben tener permeabilidades crecientes, desde la superficie hasta la subbase, incluyendo la capa de geotextiles, con objeto de que el agua fluya a través del pavimento y no se quede retenida en su interior [7].

Los pavimentos modulares son sistemas compuestos por una capa superficial formada por módulos de hormigón, ladrillo o plástico reforzado que poseen una serie de huecos que los atraviesan de arriba abajo, que se rellenan de arena o tierra sobre la que se planta césped. El funcionamiento del pavimento es similar al de los pavimentos porosos ya que por debajo de la superficie se dispone de una capa granular que sirve para almacenar e infiltrar el agua de escorrentía hacia el suelo o hacia los laterales del firme. Los pavimentos modulares suelen emplearse en aplicaciones con baja intensidad de tráfico como grandes en zonas de aparcamiento, calles residenciales, zonas de aparcamiento en calles de media densidad de tráfico siempre sin presencia de vehículos pesados, zonas de recreo, aceras, etc.

4. TDUS PARA EL CONTROL REGIONAL

Las técnicas para el control regional son instalaciones de retención o detención a nivel de subcuenca y pueden emplearse en tramos altos, medios y bajos de las redes de aguas pluviales en los sistemas separativos donde el área tributaria es apreciable. Esta es la principal diferencia entre esta estrategia y las estrategia de control local, ya que algunas de los sistemas presentados a continuación también se podrían aplicar para el control local.

Las técnicas para el control regional pueden tomar las siguientes formas [6]:

- Estanques de detención (secos)
- Estanques de retención (húmedos)
- Depósitos de hormigón subterráneos
- Humedales artificiales
- Bandas y zanjas de césped, y zonas de bio-retención
- Sistemas de filtración en lecho de arena.

En áreas urbanas muy consolidadas es más difícil disponer espacio suficiente para construir sistemas de tratamiento extensivos como los estanques o humedales. En estos casos se suele recurrir a sistemas compactos de almacenamiento y tratamiento, como filtración en lechos de arena. A continuación se realiza una descripción de estas tecnologías

4.1. Estanques de detención (secos)

Los estanques de detención o depósitos secos se diseñan con una estrategia de reducción de los caudales punta, laminando el hidrograma de entrada a la estructura, y almacenando la escorrentía durante un corto periodo de tiempo. Los estanques de detención, o estanques secos, poseen un rendimiento de eliminación de los contaminantes menor que los estanques húmedos debido a que las primeras aguas resuspenden los sedimentos acumulados en el fondo del estanque. Por lo tanto, su diseño sólo atiende a criterios hidráulicos.

4.2. Estanques de retención (húmedos)

Las instalaciones de retención proporcionan un almacenamiento en una instalación sin salida, o con un desagüe controlado, donde todo o una parte del caudal que entra se almacena durante un periodo prolongado. En estos sistemas la eliminación de los contaminantes se produce por sedimentación y por procesos de degradación bioquímica realizados por las plantas y microorganismos presentes en el estanque. Además, la presencia del volumen permanente impide notablemente la resuspensión de los sedimentos depositados en el depósito. Es habitual que los estanques de retención se dimensionen con un sobrenivel para controlar o incrementar el tiempo de tratamiento de aguaceros más intensos. Existe un tercer nivel en el que el vertido se realiza por el aliviadero de emergencia, para las lluvias extremas (ver Figura 5).

4.3. Depósitos de hormigón subterráneos

Los sistemas subterráneos de detención son tanques o arquetas subterráneas diseñadas fundamentalmente para proporcionar control frente a los caudales punta. Las estructuras subterráneas de detención son la opción de tratamiento más empleada en cuencas urbanas muy desarrolladas ya que los requerimientos de espacio se minimizan. Son, sin lugar a dudas, la tipología de detención más empleada en España y se aplican habitualmente tanto en redes unitarias como separativas.

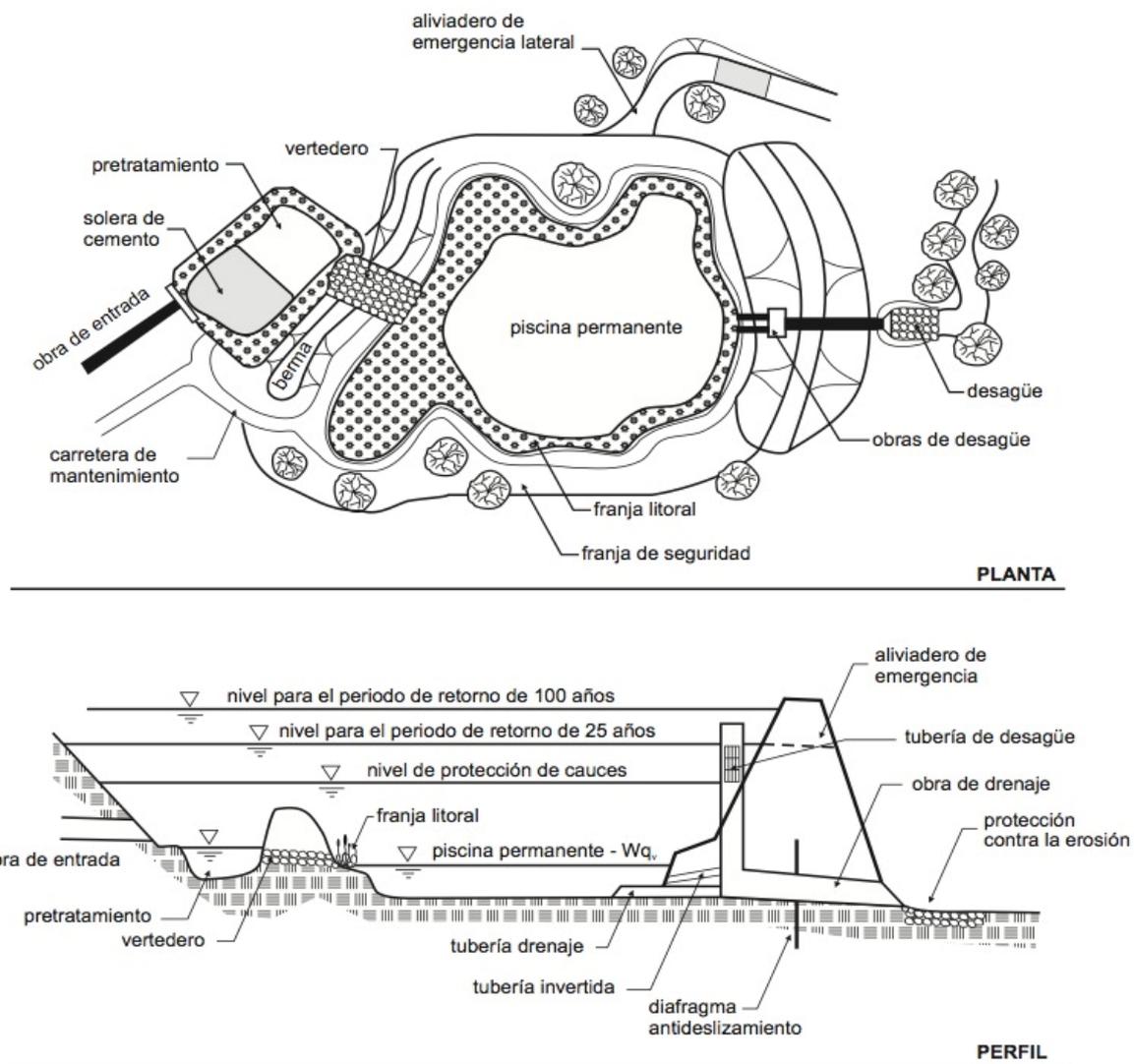


Figura 5. Esquema de un estanque de retención húmedo [5].

4.4. Humedales artificiales

Los sistemas de humedales artificiales son estanques de aguas someras diseñados para controlar los caudales y la contaminación de las aguas de escorrentía urbana. Son zonas que se inundan con las aguas de escorrentía y con los flujos subsuperficiales y subterráneos. En estas infraestructuras los procesos físicos, químicos y biológicos eliminan algunos contaminantes, filtran otros y promueven cierta oxigenación. La característica fundamental de los humedales es que presentan plantas hidrófilas que ayudan a la depuración de los contaminantes presentes en las aguas pluviales.

Estos sistemas se integran bien paisajísticamente y, además, poseen un hábitat variado, aunque con menor biodiversidad que el existente en los humedales naturales. Como en el caso de los humedales naturales requieren un caudal de tiempo seco continuado o un nivel freático elevado para que la vegetación del medio no desaparezca.

4.5. Estanques de infiltración

Los estanques de infiltración son estanques de detención que permiten la infiltración de la escorrentía en el suelo. Los estanques de infiltración presentan una serie de ventajas sobre los estanques de detención ya que son capaces de tratar la contaminación disuelta mientras que los estanques secos fundamentalmente reducen las fracciones de contaminación particulada. Además, la velocidad de sedimentación de las partículas se incrementa un valor igual a la capacidad de infiltración del sistema, por lo que las partículas más finas decantarán mejor.

Debido a su propia naturaleza estos sistemas no pueden emplearse en suelos poco permeables y también debe prestarse atención a la posible contaminación del suelo. Además, uno de los principales inconvenientes principales de este sistema de tratamiento es el elevado coste de mantenimiento necesario para evitar atascos y colmataciones.

4.6. Cunetas de césped

Las cunetas de césped, junto con las zonas de biorretención, son sistemas de biofiltros vegetales, empleado para conducir y tratar las aguas en el primer eslabón miento de la escorrentía en trenes de tratamiento. Las cunetas verdes son canales anchos y poco profundos cubiertos con césped resistente a la acción erosiva del agua y a las inundaciones. Se pueden diferenciar tres tipologías diferentes de cunetas [5]:

- **Cunetas tradicionales.** Son canales recubiertos de césped y que tienen como único objetivo transportar el agua de escorrentía.
- **Cuneta vegetal seca.** Es un canal vegetado que dispone de un filtro realizado con suelo muy permeable, o un medio poroso artificial, que hace las veces de dren (Figura 6). El sistema se diseña para que todo el volumen de calidad se infiltre hacia el medio a través del fondo del canal.

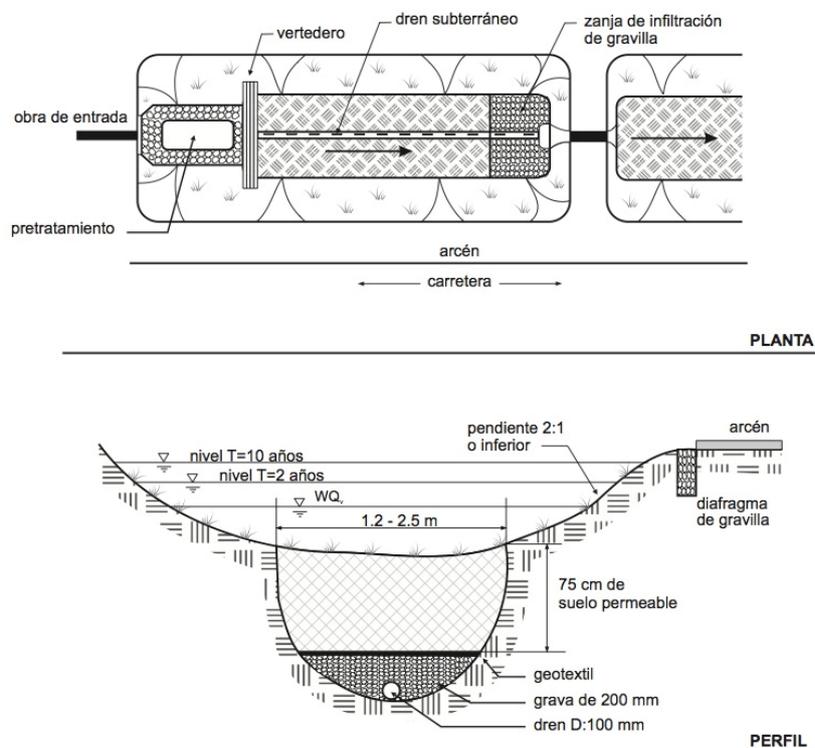


Figura 6. Cuneta vegetal verde seca [5].

- **Cuneta vegetal húmeda.** Es un canal vegetado diseñado para retener de un modo permanente un volumen de agua.

4.7. Zonas de bio-retención

En las zonas de bio-retención la escorrentía se infiltra en una zona deprimida en la que se dispone un suelo muy permeable y un dren de arena o gravilla. El sistema se caracteriza por la vegetación que se dispone para mejorar el proceso de eliminación de contaminación y consta de una estructura de regulación a la entrada, un pretratamiento, que suele ser una zanja vegetal de infiltración, y un dren filtrante de arena perimetral a la zona deprimida donde se percola la escorrentía (ver Figura 7).

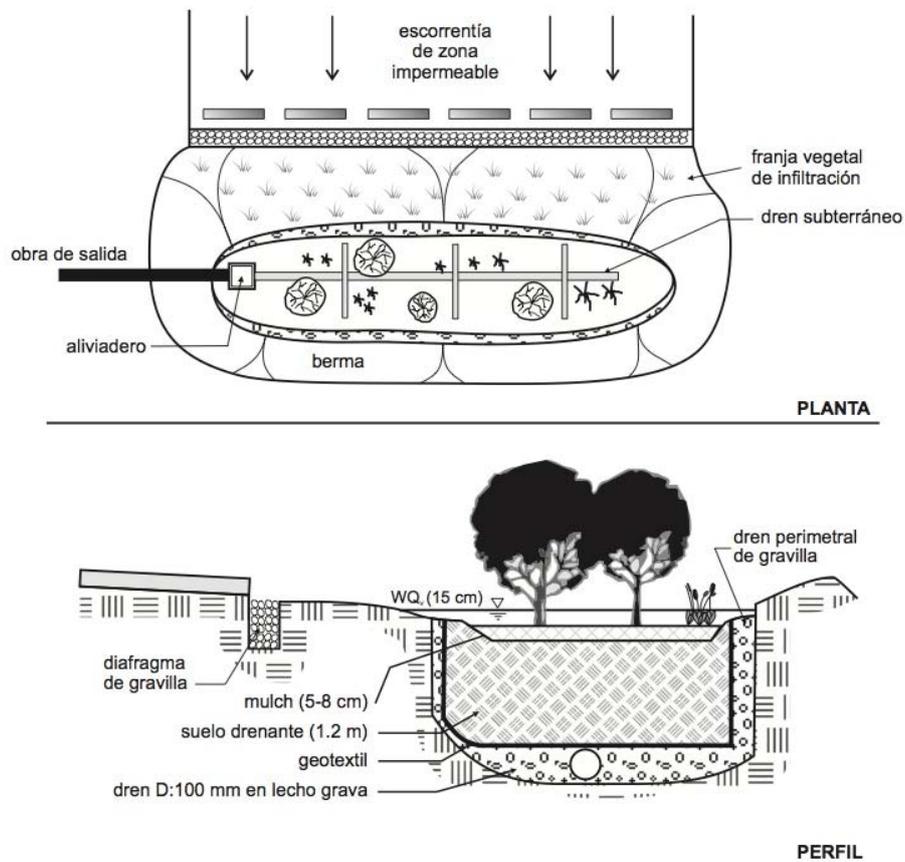


Figura 7. Esquema de una zona de bio-retención [5].

4.8. Filtros de arena

Los filtros de arena son estructuras de control de la escorrentía que almacenan el agua temporalmente y la hacen atravesar varias capas de arena, mejorando así su calidad por sedimentación y filtración. Generalmente estos sistemas presentan dos cámaras, la primera de ellas denominada de sedimentación, favorece la eliminación de flotantes y de las partículas más grandes y pesadas. La segunda cámara está formada por un filtro de arena que afina la calidad del efluente. En algunas tipologías se construye además una tercera cámara de descarga.

Las tipologías de filtros de arena más importantes son las siguientes [6]:

- Filtros superficiales
- Filtros perimetrales
- Filtros enterrados
- Filtros orgánicos

Las características de los tres primeros son similares, ya que únicamente presentan diferencias en la configuración de las cámaras que los componen. Así, los filtros superficiales y perimetrales poseen dos cámaras (una de sedimentación o desbaste y la segunda de filtrado) mientras que los filtros enterrados presentan 3 cámaras (la tercera cámara conduce la escorrentía hacia la red de drenaje).

Los filtros perimetrales son estructuras enterradas construidas a lo largo de un lateral de una superficie impermeable, como por ejemplo un aparcamiento. Los filtros de arena subterráneos son una variante de los filtros superficiales que se sitúan en una cámara subterránea. Fundamentalmente se aplican en desarrollos urbanos de alta densidad donde no existe espacio para disponer filtros de arena o para tratar la escorrentía de viales de alta densidad de tráfico. Por último, los filtros orgánicos son similares a los superficiales en cuanto a su configuración pero en los primeros se sustituye el medio filtrante de arena por un medio orgánico.

5. CRITERIOS DE DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE LAS TDUS

La planificación y selección de las TDUS no es una tarea sencilla, ya que deben contemplarse tanto el control de cantidad y calidad del agua que la infraestructura va a proporcionar como, su servicio e integración en la comunidad. Por este motivo, factores como la integración paisajística, el entorno arquitectónico, los usos urbanos o la potencialidad de generación de hábitats adecuados para la flora y la fauna local deben contemplarse en el diseño [7]. El primer paso para realizar la planificación de una infraestructura de este tipo consistirá en disponer de una serie de datos iniciales. El estudio del sistema de drenaje original de la zona es un buen punto de partida ya que uno de los principales criterios de diseño consiste en mantener el patrón de los hidrogramas existentes antes del desarrollo urbano de la zona.

Otros datos básicos son los relacionados con el régimen de precipitaciones de la zona. Debe disponerse de series de precipitación para poder realizar análisis de frecuencias e intensidades con objeto de elaborar las lluvias de diseño. También es importante conocer los puntos donde se prevén los reboses y vertidos de la red de saneamiento, ya que éstos pueden condicionar la ubicación de las infraestructuras de tratamiento. A la hora de seleccionar la técnica o grupo de técnicas que mejor se adaptan a los objetivos de diseño de cada cuenca urbana en particular se deben contemplar los siguientes factores [5]:

Normativas y disposiciones legales

Se debe analizar en primer lugar si por condicionantes legales es imperativo el diseño de algún tipo de TDUS. En el ámbito de los sistemas de saneamiento gallegos es de aplicación lo establecido en las Instrucciones Técnicas para Obras de Hidráulicas en Galicia (ITOHG) [6]. En estas instrucciones se indica que el principio de gestión sostenible en los nuevos desarrollos urbanos será el de no modificar sustancialmente la hidrología natural de las cuencas. Por este motivo, las ITOHG recomiendan en la construcción de nuevos espacios urbanos las

TDUS necesarias para que los caudales y volúmenes de aguas pluviales no superen los valores máximos existentes previamente a la urbanización de las cuencas naturales.

Además, en algunas circunstancias será obligatorio construir TDUS para reducir la contaminación movilizada hacia los medios naturales. Estas circunstancias son las siguientes:

- En zonas de nueva construcción donde se incrementen los caudales vertidos hacia el medio receptor
- En medios rurales con población superior a 1000 habitantes.
- En zonas industriales
- En aparcamiento de superficie superior a 0.5 ha
- En carreteras con IMD superior a los 20000 vehículos/día
- En zonas como gasolineras, inmediatez de estación de ferrocarril, autobuses o similar.

Estas condiciones son más restrictivas cuando los vertidos de aguas pluviales se conducen a zonas sensibles o con alguna protección especial según la Directiva Marco del Agua.

Otros condicionantes legales que deben revisarse son los relativos a las distancias mínimas con otros elementos como edificios, fosas sépticas, pozos, etc.

Impactos sobre el entorno

Los principales impactos que producen las aguas de escorrentía sobre el entorno se pueden clasificar en físicos (erosión de cauces y llanuras, impactos térmicos, etc.), químicos e impactos sobre el hábitat.

Factores relacionados con el medio receptor.

El diseño de las TDUS puede estar muy influenciado por la naturaleza de las masas de agua receptoras. La zonificación en usos de las aguas afectadas por los vertidos de aguas pluviales es un aspecto fundamental para la definición de la TDUS ya que los usos que se especifiquen, ya sean por definición legal o por hábitos de la población, implican que debe existir una determinada calidad mínima del agua.

Factores ambientales y sociales

En este grupo de factores se incluyen aspectos como los costes de mantenimiento, los costes de construcción, el nivel de aceptación del sistema en la comunidad, la capacidad que posee el sistema para proporcionar calidad al hábitat receptor de las cargas de agua y contaminación.

6. REFERENCIAS

- [1] T.N. Debo y A.J. Reese, A. J. *Municipal Storm Water Management*, CRC Press, (1995).
- [2] J. Temprano, M. Cervigni, J. Suárez, I. Tejero. *Contaminación en redes de alcantarillado urbano en tiempo de lluvia: control en origen*. Revista de Obras de Públicas, Nº3352, págs. 45-57 (1996).
- [3] U.S. E.P.A. *Considerations in the design of Treatment BMP to improve water quality*, U.S. Environmental Protection Agency, (2002).
- [4] CIRIA. *Sustainable Urban Drainage Systems. Design manual for Scotland and Northern Ireland*. Construction Industry Research and Information Association, (1999).
- [5] J. Puertas, J. Suárez, J. Anta. *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Monografía M-98. CEDEX, (2008).
- [6] Xunta de Galicia. *Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia – ITOHG. Serie Saneamiento*.
- [7] D. Castro, J. Rodríguez, J. Rodríguez, F. Ballester. *Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)*. Interciencia, Vol. 30, Nº 5, págs. 255-260, (2005).

II Congreso Internacional de Ingeniería Civil y Territorio

V
I

E
n
c
o
n
t
r
o

GRUPO II

AGUA Y SOCIEDAD

AUGA E SOCIEDADE / ÁGUA E SOCIEDADE

Galicia - Norte de Portugal

**Agua, Cultura y
Sociedad**

Norte de Portugal - Galiza



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE GALICIA
COLEXIO DE ENXEÑEIROUS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS DE GALICIA



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE

LAS TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES EN ÁMBITOS URBANOS

Jose Anta, Joaquín Suárez, Jerónimo Puertas, Héctor del Río

Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente, Escola de Caminos, Canales y Puertos, Universidade da Coruña

David Hernández Oubiña

Jefe Departamento de Obras. EPE Aguas de Galicia

Palabras clave: Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible, Sistemas de Saneamiento, Tiempo de Lluvia, Gestión de las aguas pluviales, Desbordamientos de Sistemas Unitarios

La concentración de la población en pequeños núcleos y ciudades ha conllevado a la urbanización de los suelos y su consecuente impermeabilización. La urbanización cambia la hidrología natural de las cuencas hidrológicas incrementando el volumen de escorrentía y reduciendo los tiempos de concentración de las cuencas. Además, la concentración de actividades humanas genera deposición de polvo, suciedad, arenas, materia orgánica, nutrientes, metales pesados, tóxicos y contaminación bacteriológica sobre las superficies de las cuencas. Esta contaminación es disuelta y arrastrada en los episodios de lluvia, que en última instancia se vierten en el medio receptor [1].

Por tanto, una visión integral de la gestión del sistema que minimice los impactos y permita alcanzar los objetivos de calidad del agua fijados obliga a desarrollar una estrategia de control total de la contaminación. Las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS), son procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas de escorrentía.

En esta comunicación se revisarán los principales beneficios de la aplicación de estas técnicas, las principales tipologías de TDUS y como se comienzan a implantar en las diferentes normativas como las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia [2].

Referencias

[1] J. Puertas, J. Suárez, J. Anta (2008). Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. (Monografía M-98. CEDEX, (2008). 600 pág.

[2] Augas de Galicia. Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia. Serie Saneamiento.