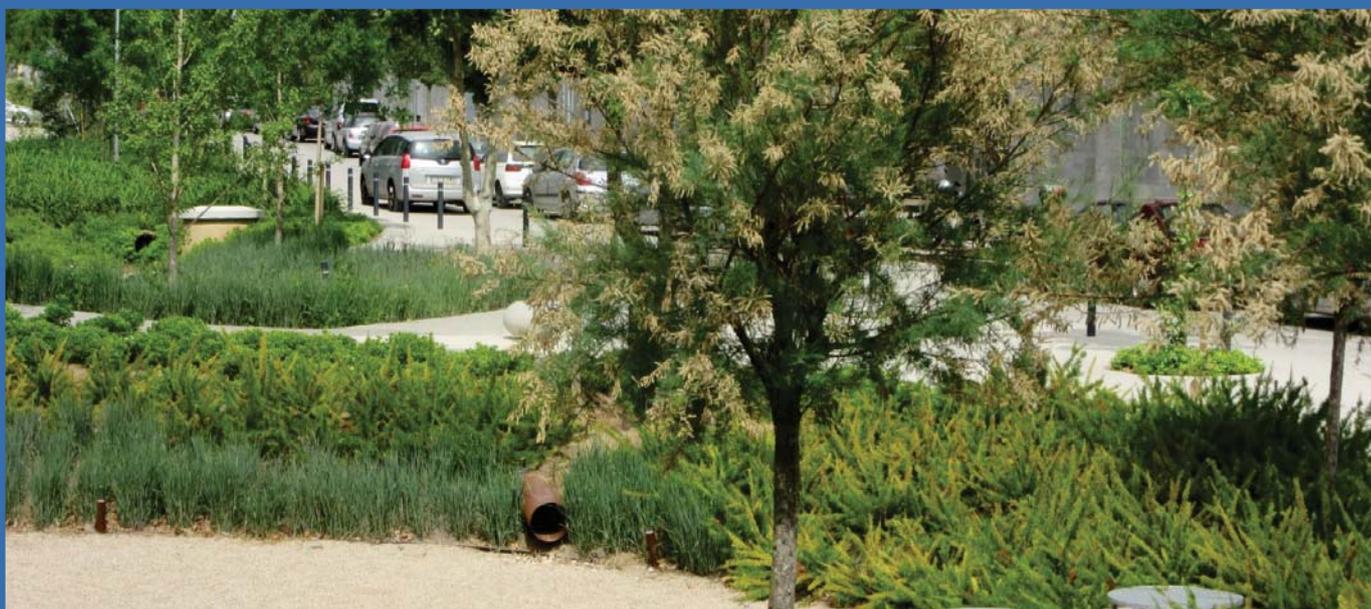


Murcia, 21 de enero de 2020



Soluciones basadas en la Naturaleza: Sistemas de Drenaje Sostenible

Sara Perales Momparler

Dra. Ing. Caminos, C. y P.

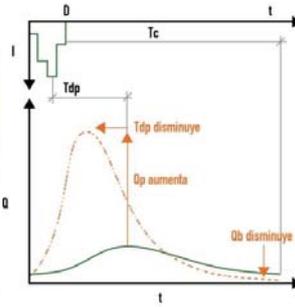
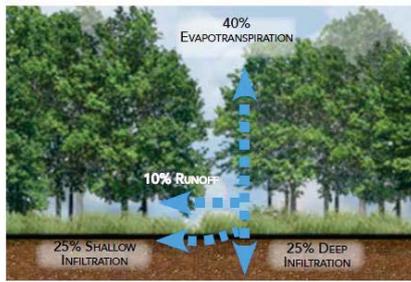
www.GreenBlueManagement.com

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN): Sistemas de Drenaje Sostenible

1. Retos actuales del drenaje urbano
 2. La innovación de la mano de la naturaleza: SUDS
 3. Experiencias de drenaje sostenible
- Reflexiones finales**

www.GreenBlueManagement.com

Impermeabilización: incremento caudales punta, menor tiempo concentración



Q : caudal en un punto
 I : intensidad lluvia
 t : tiempo
 D : duración lluvia neta
 T_{dp} : tiempo desfase de la punta
 T_c : tiempo de concentración

--- Superficie Impermeable
 --- Superficie Vegetada

Inundaciones y desbordamientos de la red de colectores en la trama urbana



Contaminación de las aguas pluviales y descargas de los sistemas unitarios



Consumo energético en la gestión del agua, poco espacio para la biodiversidad, incomodidad para los ciudadanos tras lluvias, ...



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la **contaminación** del aire, el **agua** y el suelo.



6.3 De aquí a 2030, **mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando vertidos** y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar .../....



11.3 De aquí a 2030, aumentar la **urbanización inclusiva y sostenible** y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.



13.1 Fortalecer la **resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima** y los desastres naturales en todos los países.

13.2 Incorporar medidas relativas al **cambio climático** en las políticas, estrategias y planes nacionales.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



14.1 De aquí a 2025, **prevenir y reducir** significativamente la **contaminación marina de todo tipo**, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.



15.1 Para 2020, velar por la conservación, el **restablecimiento** y el uso sostenible de los **ecosistemas terrestres** y los ecosistemas interiores de agua dulce y los **servicios que proporcionan** .../....



17.14 Mejorar la **coherencia de las políticas** para el desarrollo sostenible.



ODS

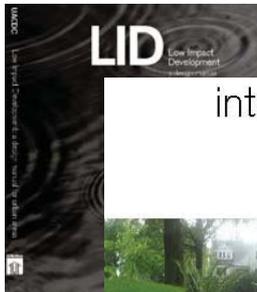


SUDS



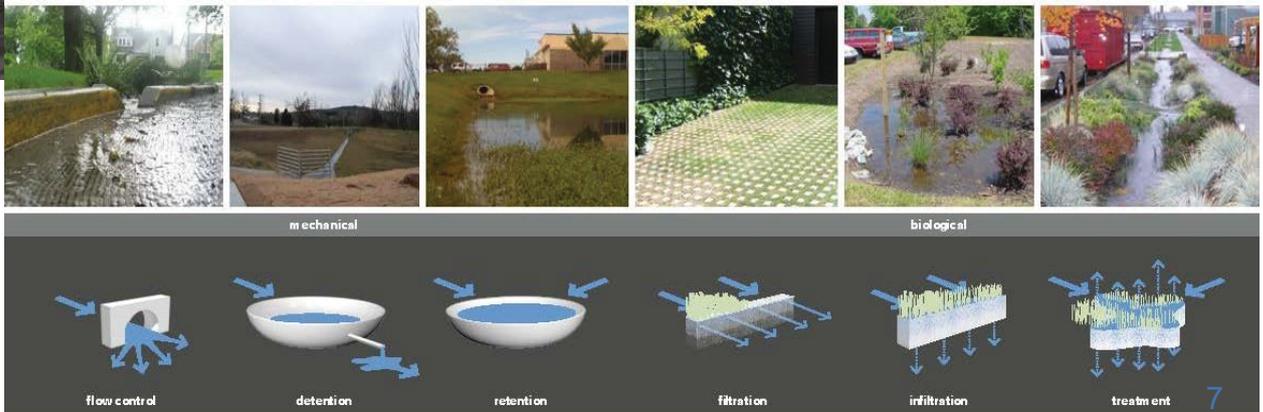
SUDS - Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) constituyen una **estrategia de adaptación** al cambio climático en el entorno urbano. Contribuyen a **gestionar** los **riesgos** de inundación y sequía a través de Soluciones basadas en la Naturaleza (**SbN**) que complementan a la infraestructura de drenaje tradicional.



integrating hard engineering

...and soft engineering
toward a LID approach



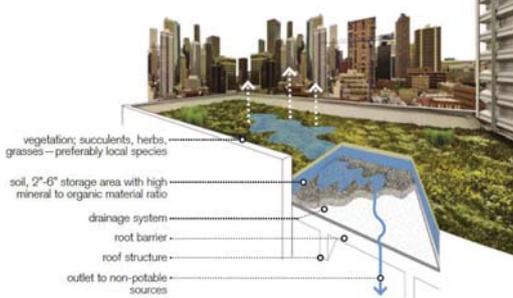
Los SUDS son una estrategia de adaptación al cambio climático:

- ❖ **Resiliencia frente a inundaciones**, introduciendo soluciones basadas en la naturaleza que reduzcan y laminen los caudales, dejando espacio en los sistemas actuales para posibles incrementos en la intensidad de las precipitaciones.
- ❖ **Resiliencia frente a sequías**, fomentando la infiltración del agua en origen y contribuyendo a recargar los acuíferos, aliviando el estrés hídrico y reduciendo la necesidad de importar agua potable.
- ❖ **Reducción del efecto isla de calor**, aumentando el verde en la trama urbana y construyendo cubiertas vegetadas.
- ❖ **Disminución de la demanda energética de los edificios**, reduciendo la temperatura del interior y aportando sombra a las fachadas.
- ❖ **Reducción del consumo energético en la gestión del agua urbana**, reduciendo la cantidad de escorrentía que entra a la red de saneamiento (necesidad de bombeo y depuración).

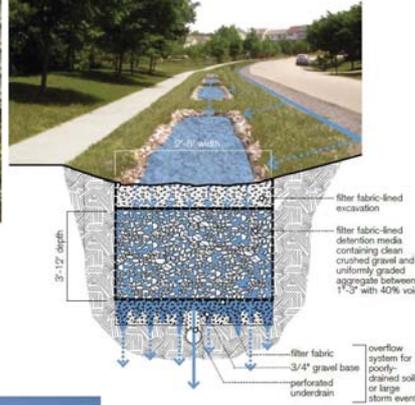
SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

2. La innovación de la mano de la naturaleza: SUDS

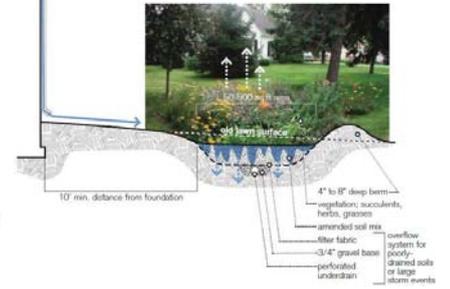
Cubierta vegetada



Zanja de infiltración



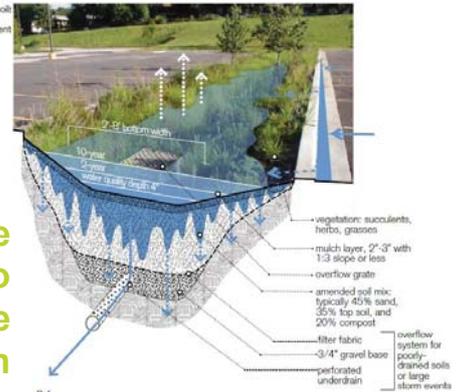
Parterre inundable tipo jardín de lluvia



Depósito de detención



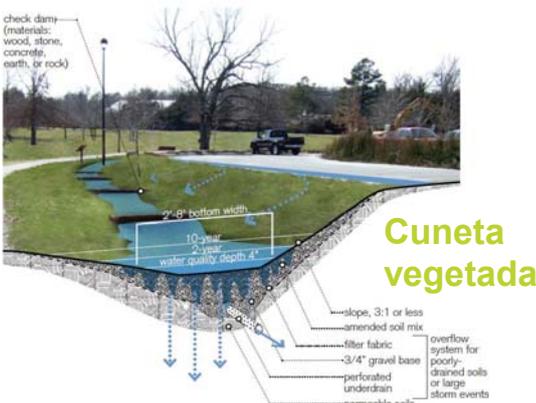
Parterre inundable tipo área de biorretención



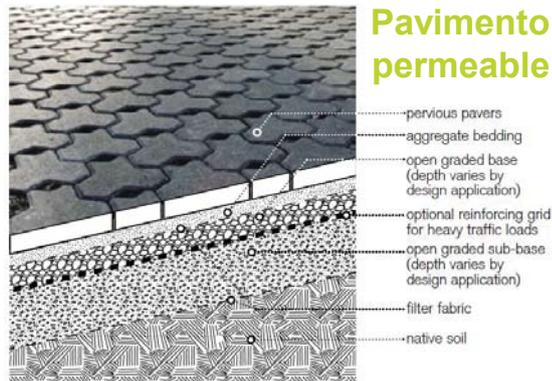
University of Arkansas Community Design Center (2010). *LID Low Impact Development a design manual for urban areas*. US Environmental Protection Agency & Arkansas Natural Resources Commission. USA. Disponible en: <http://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>

SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

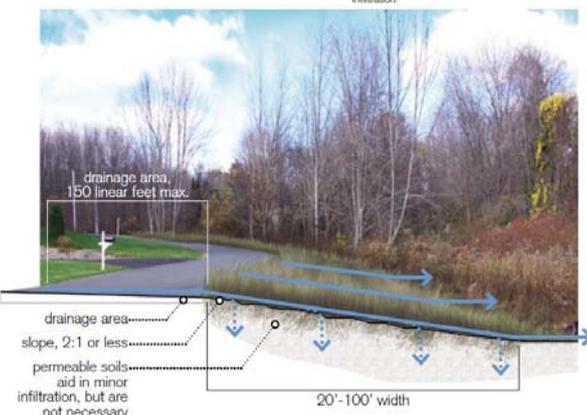
2. La innovación de la mano de la naturaleza: SUDS



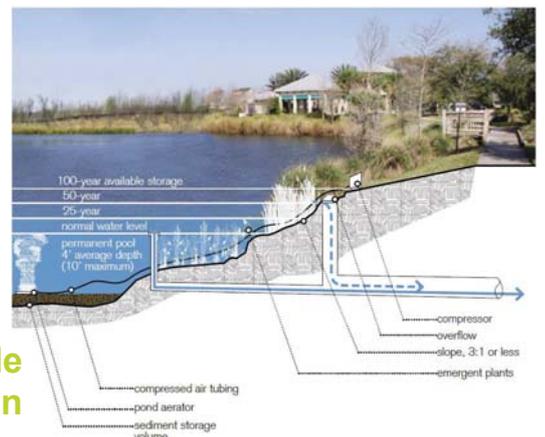
Cuneta vegetada



Pavimento permeable



Franja filtrante



Balsa de retención

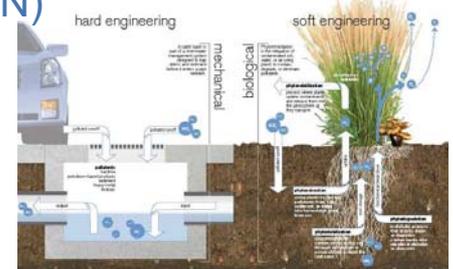
University of Arkansas Community Design Center (2010). *LID Low Impact Development a design manual for urban areas*. US Environmental Protection Agency & Arkansas Natural Resources Commission. USA. Disponible en: <http://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>

Medidas no estructurales

- Programas Educativos y Participación Ciudadana
- Legislación y Planeamiento
- Control de la Aplicación de Herbicidas y Fungicidas
- Limpieza Frecuente de Superficies
- Cuidado en las Obras para Evitar Arrastre de Sedimentos
- Control de Conexiones Ilegales
- Reducción de superficies impermeables
- Instrumentalización, monitorización, gestión adaptativa



- **Soluciones basados en la Naturaleza (SbN)**
- **Gestión descentralizada**
- **Gestión a la vista de los ciudadanos: oportunidades educativas**
- **Complementario** al sistema convencional
- Agua: es un **recurso natural** (no un residuo)
- **Integración** en el paisaje urbano
- Espacios **multifuncionales**
- **Diversidad** de técnicas
- Soluciones **específicas** para cada lugar
- Puntos **acreditaciones** LEED, BREEAM...



Pasar de la economía lineal (producir, usar, tirar) → a la economía circular

Las estrategias a implementar por las ciudades inteligentes del agua incluyen:

- ❖ La restauración de la capacidad drenante natural en las ciudades, introduciendo soluciones basadas en la naturaleza

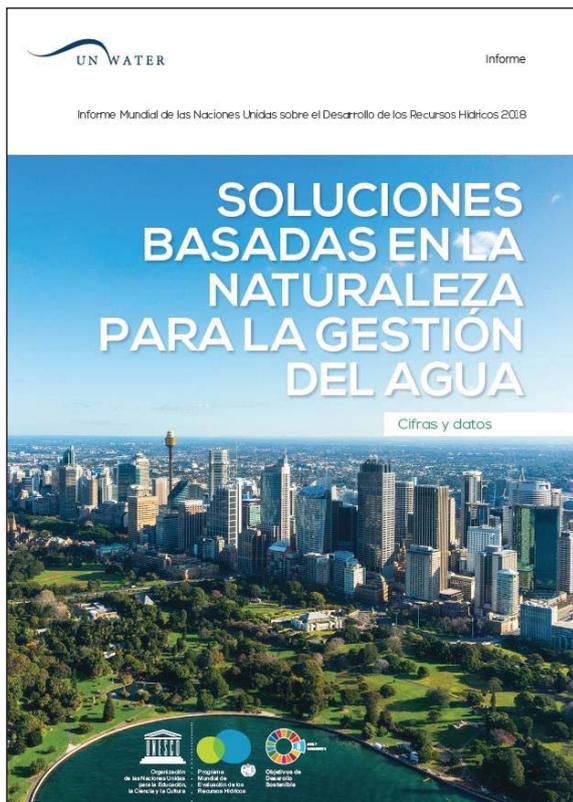


- ❖ El cierre del ciclo del agua, mediante la sensibilización, eficiencia y monitorización de las medidas, así como el aprovechamiento del agua



Hattum et al., 2016.

13



(2018)

- Infraestructura urbana verde: desde la revegetación de superficies impermeables hasta los techos verdes y humedales construidos.
- Alternativa o complemento a la infraestructura gris.
- Ciudades esponja (*Sponge cities*).



14

NUEVA YORK

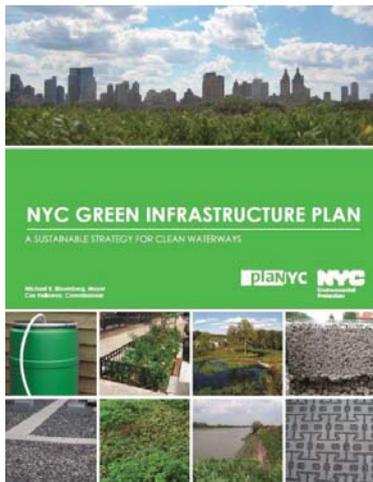


Figure 2: Phasing of Green Infrastructure and Grey Infrastructure Benefits

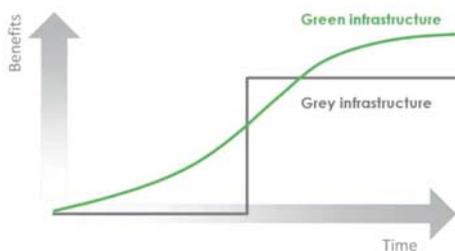
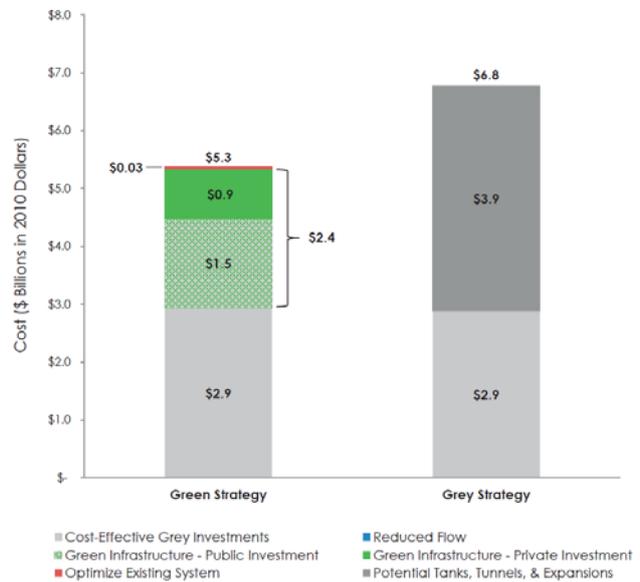


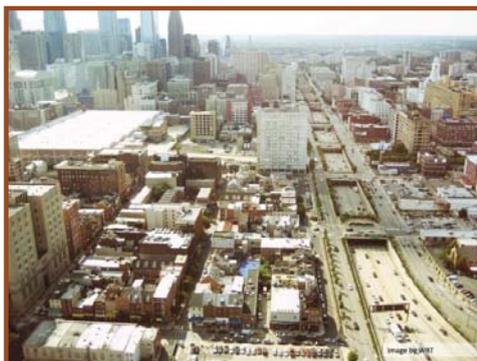
Figure 3: Citywide Costs of CSO Control Scenarios (after 20 years)



Ahorro económico y mayores beneficios

FILADELFIA

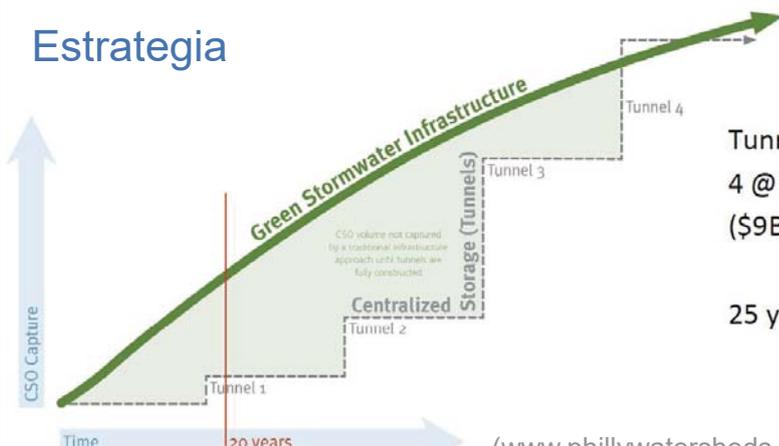
Visión



“Green city, Clean waters”



Estrategia



Tunnels 4 @ \$9B
25 years

Creación de puestos de trabajo a nivel local

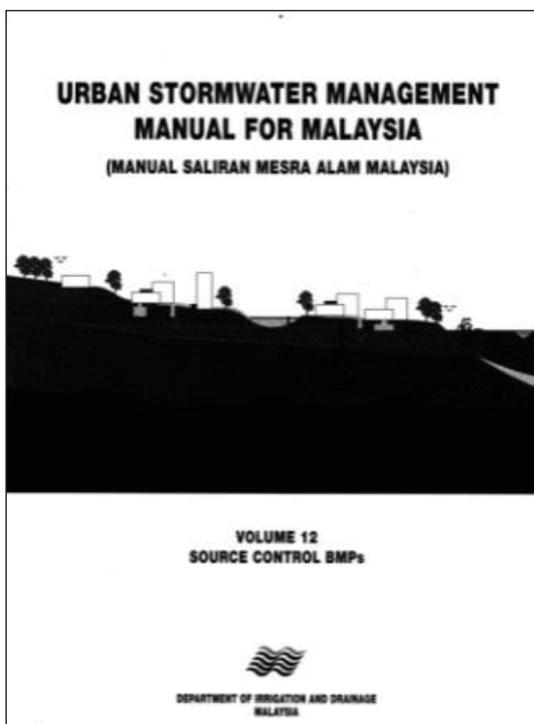
WASHINGTON DC



www.GreenBlueManagement.com

17

MALASIA



País tropical – lluvias torrenciales

2000

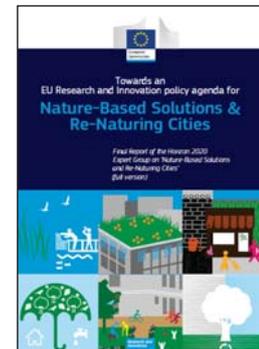
Storm Water Management Manual for Malaysia (MSMA), publicado por el Departamento de Riego y Drenaje.

2001

Se exige que todos los nuevos desarrollo cumplan con el manual MSMA, que requiere la aplicación de SUDS con el objetivo de que el desarrollo urbano tenga **impacto cero**.

www.GreenBlueManagement.com

18



Marco nacional español: RD 638/2016 de modificación del RDPH

Trece. Se añade un artículo 126 ter en la sección 5.ª del capítulo III del título II con la siguiente redacción:

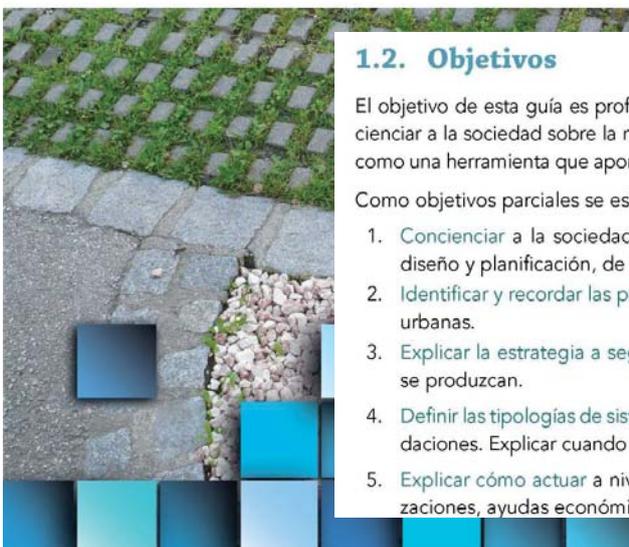
«Artículo 126 ter. *Criterios de diseño y conservación para obras de protección, modificaciones en los cauces y obras de paso.*

Además del cumplimiento de los requisitos previstos en los dos artículos anteriores con carácter general, se establecen los siguientes criterios para el diseño de las actuaciones en dominio público hidráulico:

7. Las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos en general, deberán introducir sistemas de drenaje sostenible, tales como superficies y acabados permeables, de forma que el eventual incremento del riesgo de inundación se mitigue. A tal efecto, el expediente del desarrollo urbanístico deberá incluir un estudio hidrológico-hidráulico que lo justifique.»

19

GUÍAS DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN: SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE



1.2. Objetivos

El objetivo de esta guía es profundizar en las causas y consecuencias de las inundaciones a nivel urbano y concienciar a la sociedad sobre la necesidad de actuar para prevenirlas y mitigar sus consecuencias. Pretende servir como una herramienta que aporte soluciones y pautas de actuación preventivas en el ámbito del drenaje urbano.

Como objetivos parciales se establecen:

1. Concienciar a la sociedad, a las entidades públicas correspondientes y a los técnicos implicados en el diseño y planificación, de la influencia del urbanismo en la prevención de inundaciones.
2. Identificar y recordar las problemáticas del ciclo urbano del agua y sus consecuencias en las inundaciones urbanas.
3. Explicar la estrategia a seguir para reducir el riesgo de inundación, o mitigar sus efectos en caso de que se produzcan.
4. Definir las tipologías de sistemas urbanos de drenaje sostenible que se pueden utilizar para prevenir las inundaciones. Explicar cuando utilizar cada uno de los elementos, y los criterios de diseño y de mantenimiento.
5. Explicar cómo actuar a nivel urbano después de una inundación, e informar de los sistemas de indemnizaciones, ayudas económicas, subvenciones y otras medidas de recuperación.

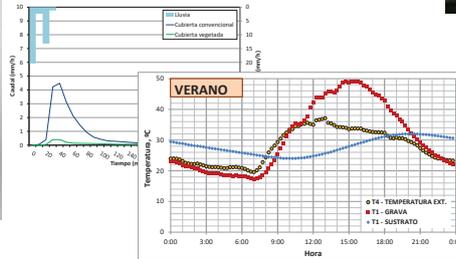
SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

3. Experiencias de drenaje sostenible

SUDS demostrativos y herramientas de gestión en Benaguasil (Valencia)



En la categoría de Gestión de Agua 2015



21

www.GreenBlueManagement.com

SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

3. Experiencias de drenaje sostenible

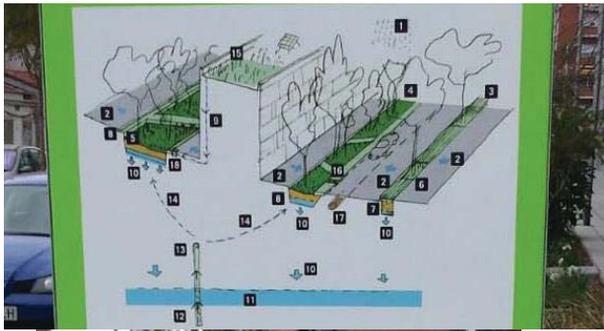
Urbanización de los entornos de las viviendas de protección del ámbito de Can Cortada. Barcelona.



22

www.GreenBlueManagement.com

Urbanización del Barrio del Bon Pastor, Fase E. Barcelona.



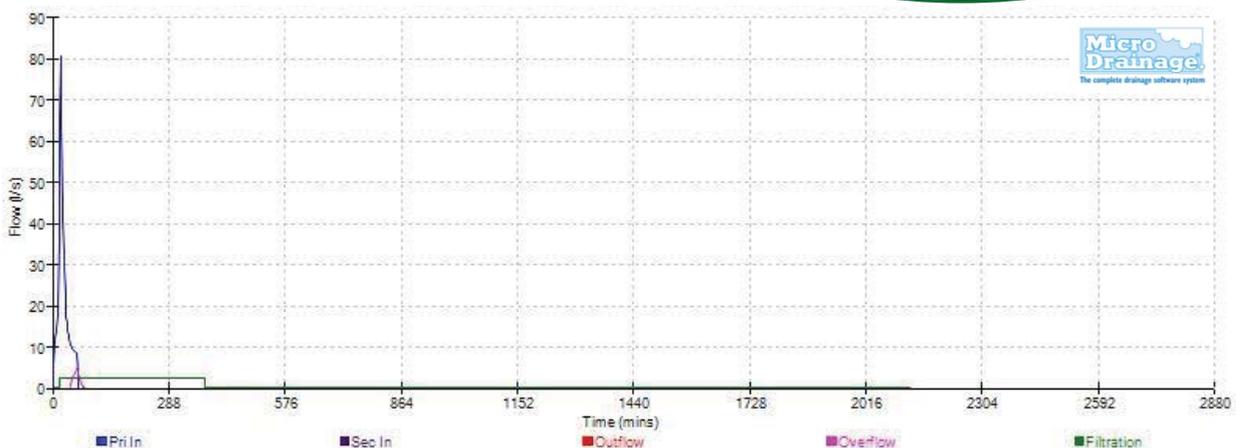
www.GreenBlueManagement.com

Urbanización del Barrio del Bon Pastor, Fase E. Barcelona.

Resultados de la modelización hidrológico-hidráulica para la lluvia de diseño:

T = 10 años
Duración = 1 hora
Intensidad máxima = 212 mm/h
Volumen de precipitación total = 59 mm

Reducción de los caudales pico de entrada a la red unitaria del 85% aprox.



Hidrogramas de entrada (línea azul), de salida por infiltración al subsuelo (línea verde) y de salida por reboso a la red unitaria (línea magenta) en el parterre P9-PZ1 del barrio de Bon Pastor (Barcelona). Modelización con Micro Drainage® para T = 10 años.

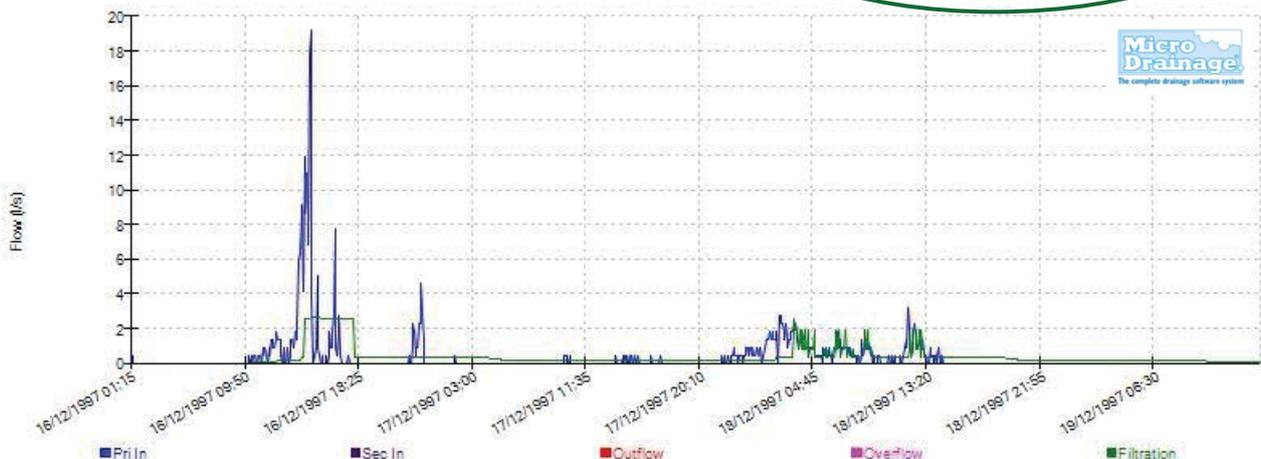
www.GreenBlueManagement.com

Urbanización del Barrio del Bon Pastor, Fase E. Barcelona.

Resultados de la modelización hidrológico-hidráulica para el año tipo 1997:

Año 1997
Datos de precipitación cincominutales
Volumen de precipitación total de 478 mm

Reducción de los volúmenes de entrada a la red unitaria del 99,9 %



Hidrogramas de entrada (línea azul), de salida por infiltración al subsuelo (línea verde) y de salida por rebose a la red unitaria (línea magenta) en el parterre P9-PZ1 del barrio de Bon Pastor (Barcelona). Modelización con Micro Drainage®, precipitación del 16-12-1997.

www.GreenBlueManagement.com

Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid

Crterios para una jardinería sostenible en la ciudad de Madrid



drenaje sostenible

En el ámbito urbano, los sistemas de drenaje de calles y espacios públicos deben integrarse para hacer frente a los fenómenos meteorológicos extremos que se prevén a consecuencia del cambio climático. Los sistemas de drenaje sostenible permiten la infiltración natural de las aguas pluviales, almacenando su volumen en aguas de infiltración y aguas de infiltración estancadas. La infiltración al subsuelo y el almacenamiento de agua en el ciclo más acorde al ciclo más, especialmente conviene la ciudad.

Madrid



NORMAS PARA REDES DE SANEFAMIENTO
Versión 7
2016

Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Libres



POZOS Y ZANAS DE INFILTRACIÓN

DEFINICIÓN:	INDICACION:	ESQUEMA:	REQUISITOS:
Los pozos o zanjas de infiltración son estructuras que permiten la infiltración de las aguas pluviales al subsuelo. Se utilizan para reducir el volumen de agua que debe ser evacuado a la red de saneamiento.	Se deben utilizar en zonas con alta permeabilidad del suelo y con un nivel freático elevado. No se deben utilizar en zonas con alta contaminación del suelo o con un nivel freático bajo.		<ul style="list-style-type: none"> El volumen de almacenamiento depende del área de infiltración, la permeabilidad y la estabilidad del terreno. El grosor de la base del agua, la profundidad del nivel freático y el tipo de suelo. Deben asegurarse que la infiltración no contamine las aguas subterráneas. Los pozos deben tener una profundidad suficiente para garantizar que el agua que se infiltra no se evapore antes de llegar al nivel freático. Los pozos deben tener una capacidad suficiente para almacenar el agua que se infiltra durante el tiempo necesario para que se haya infiltrado en el suelo. Los pozos deben tener una capacidad suficiente para almacenar el agua que se infiltra durante el tiempo necesario para que se haya infiltrado en el suelo.

REQUISITOS DE MANTENIMIENTO:

- Deben realizarse inspecciones periódicas para verificar el estado de la estructura de infiltración, la permeabilidad del suelo y el nivel freático.
- Debe asegurarse que la infiltración no contamine las aguas subterráneas.
- Los pozos deben tener una capacidad suficiente para almacenar el agua que se infiltra durante el tiempo necesario para que se haya infiltrado en el suelo.

www.GreenBlueManagement.com

Aparcamientos Permeables en la Urbanización del Estadio Wanda Metropolitano. Madrid.



Urbanización de la nueva sede del BBVA. Madrid.





Noviembre 2019

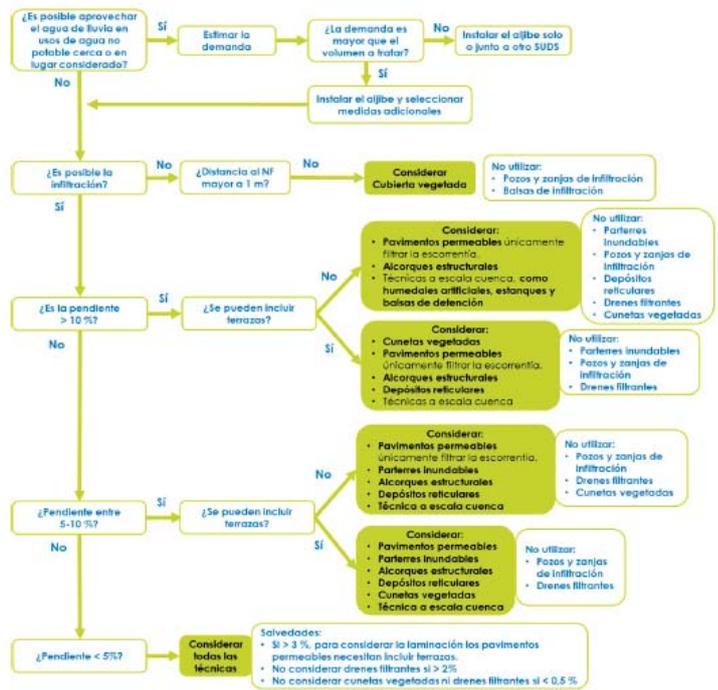


Figura 15. Árbol de decisión de técnicas SUDS.

CoSuDS: Collaborative transition towards sustainable urban drainage: making it happen at district scale.



- Proyecto europeo con el objetivo de **favorecer la transición hacia una gestión más eficiente y sostenible del agua de lluvia en las ciudades.**
- **Sesiones colaborativas** con la participación de más de 30 de agentes vinculados a la gestión del agua en la ciudad o a escala regional y nacional.



Sevilla (2017)



RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES EN EMASESA
(PD 005.12 – A02)
REVISIÓN Nº 1

Aprobado por el Consejo de Administración de EMASESA el 20 de diciembre de 2017

Fecha de entrada en vigor: 21 diciembre 2017



Sevilla (2019)



INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA REDES DE SANEAMIENTO
(PD 005.12)
REVISIÓN Nº 7

Aprobado por el Consejo de Administración de EMASESA, el 1 de octubre de 2019

Fecha de entrada en vigor: 2 de octubre de 2019

- Lluvia de diseño para **T=15 años**.
- Criterios de **caudales máximos** de pluviales admisibles.
- Recomendación de **SUDS**.

Avenida del Greco. Distrito San Pablo-Santa Justa. Sevilla.



SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

3. Experiencias de drenaje sostenible



SbN: Sistemas de Drenaje Sostenible

3. Experiencias de drenaje sostenible

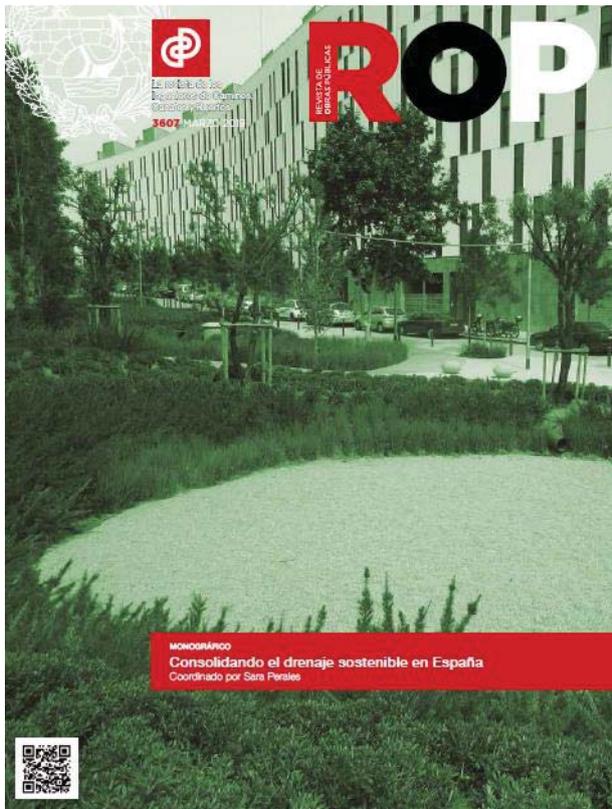
Cursos de formación específica y visitas guiadas a SUDS



Jornada RedSUDS 2017 y 2019

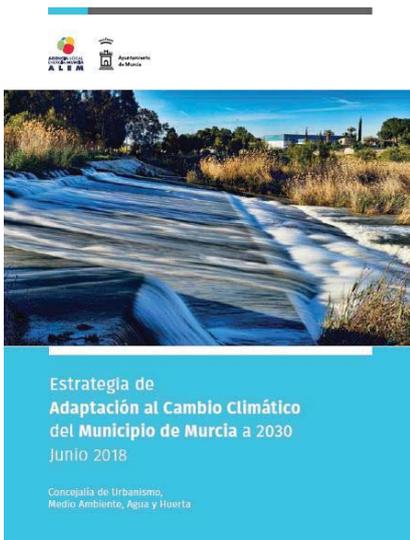


Publicaciones



20 artículos de experiencias españolas

www.GreenBlueManagement.com



LÍNEA DE ACTUACIÓN 8.2. Experimentar soluciones innovadoras de gestión de las lluvias intensas/torrenciales

- 8.2.1. Diagnóstico de la oportunidad de ejecución del Plan Especial de Infraestructuras (PEI) de la zona norte para paliar los efectos de las lluvias intensas y torrenciales.
- 8.2.2. Evaluar y experimentar las SUDS para paliar los efectos de las lluvias intensas
- 8.2.3. Incentivar la adopción de SUDS.

OBJETIVOS

- Responder a la problemática de la evacuación de las lluvias intensas/torrenciales y de las inundaciones con soluciones innovadoras de menor escala y presupuesto, a implementar en el corto plazo.
- Incrementar la capacidad de infiltración y drenaje o retención del agua lo que permite evitar los desbordamientos del alcantarillado e incrementar el porcentaje de las aguas de escorrentía urbana depuradas.

www.GreenBlueManagement.com

- Los **SUDS** contribuyen directamente a la consecución de los **ODS** porque potencian:
 - ✓ la **mejora** del estado de las **masas de agua**
 - ✓ la **protección** frente a **inundaciones y sequías**
 - ✓ la **adaptación al cambio climático** (al aumentar la resiliencia de los sistemas de drenaje para resistir tormentas mas intensas) y contribuyen a su mitigación (al reducir emisiones de CO₂)
- Es necesario **desarrollar el marco organizativo y normativo**; así como complementarlo con manuales, guías y capacitación específica (diseño/ construcción/ mantenimiento/ monitorización).
- La **implicación de todos los actores** es imprescindible para hacer realidad el cambio de paradigma.



Murcia, 21 de enero de 2020



Gracias por su atención

Sara.Perales@GreenBlueManagement.com