



**Cátedra**  
CAMBIO CLIMÁTICO

V Jornada de Investigación Universitaria sobre Cambio Climático  
*Soluciones Basadas en la Naturaleza frente al Cambio Climático*

# Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como elementos clave para la regeneración urbana

Ignacio Andrés-Doménech



# UPV



# Introducción

¿Están reñidos el diseño urbano y un drenaje eficiente de la ciudad?

Si juntamos en la misma frase las palabras...

**AGUA / LLUVIA / CIUDAD**

... ¿Qué imágenes nos vienen a la mente?

Si juntamos en la misma frase las palabras...

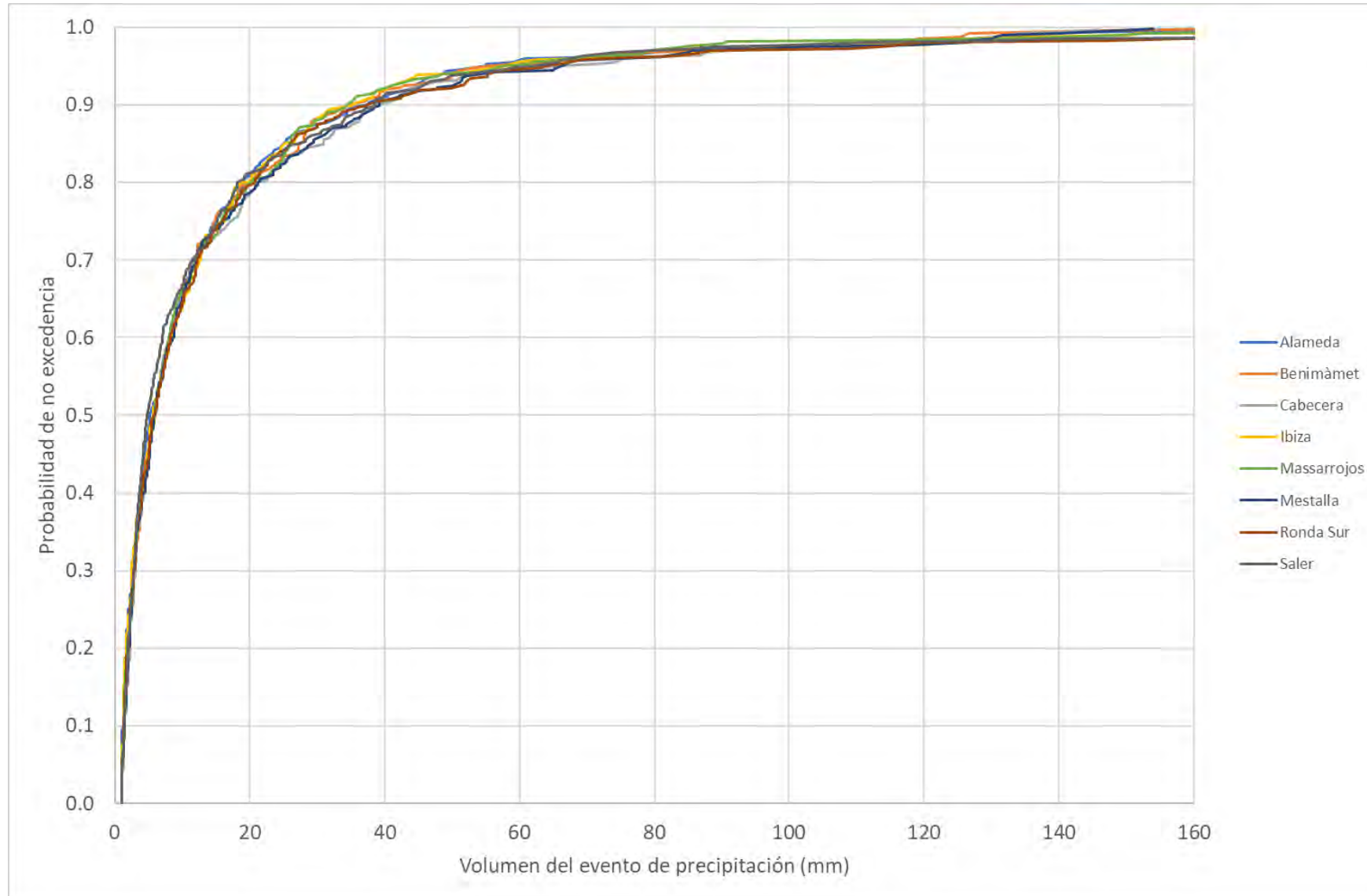
# AGUA / LLUVIA / CIUDAD

... ¿Qué imágenes nos vienen a la mente?

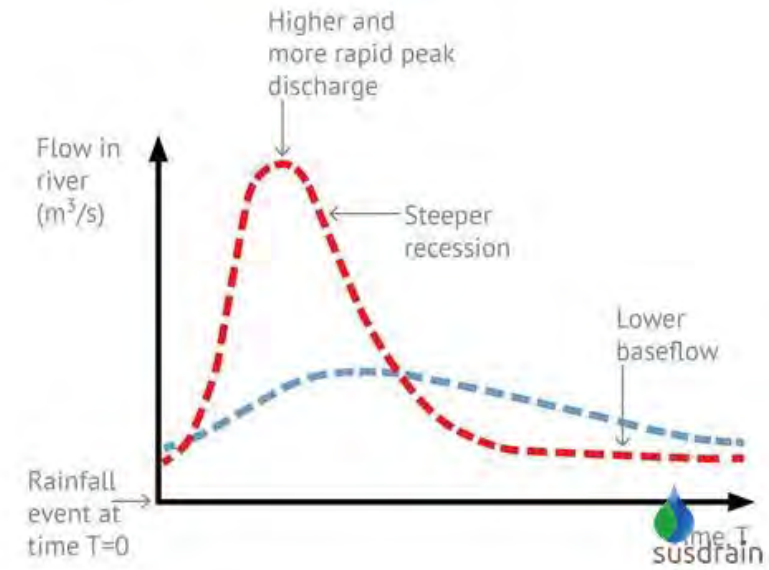
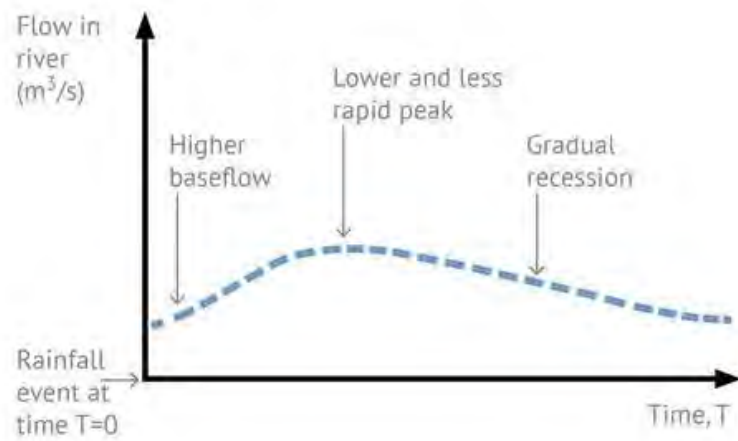
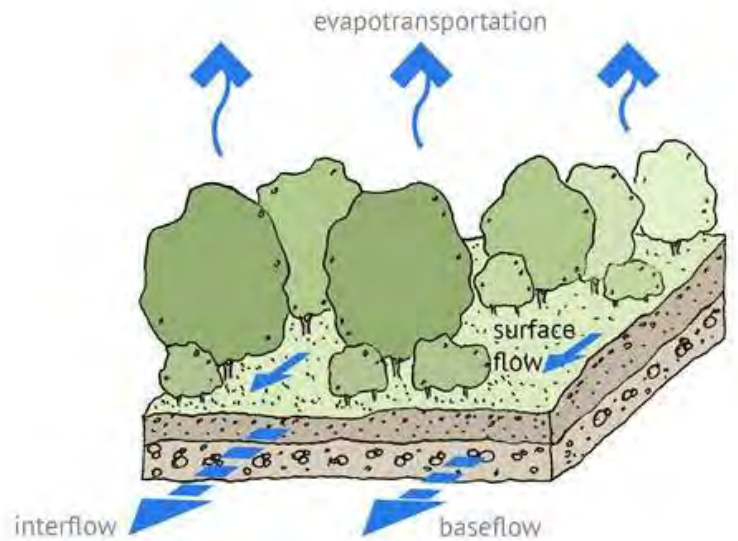


# ¿A qué rango de precipitaciones debemos hacer frente?

Serie histórica (1990-2021) de volúmenes en episodios de lluvia en València



# Las consecuencias hidrológicas de la urbanización

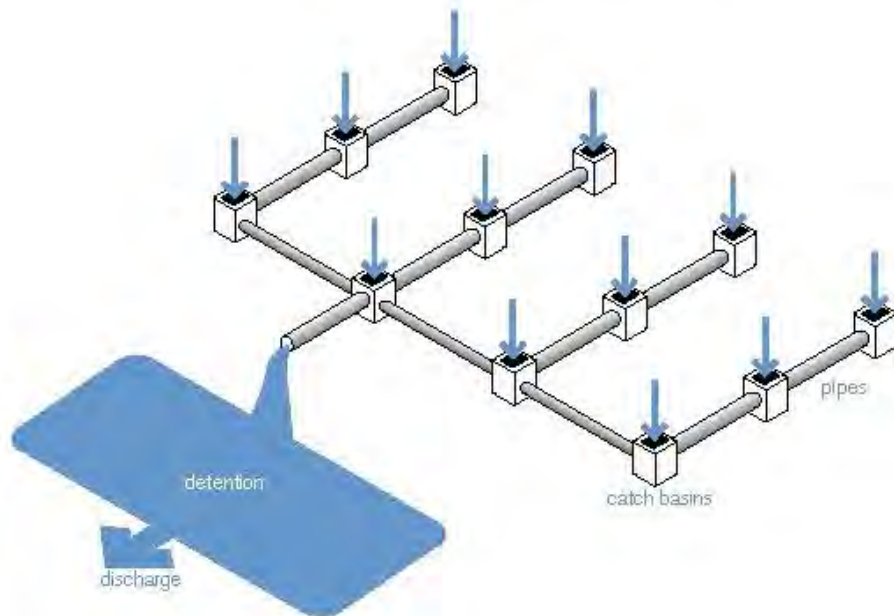




# ¿Cómo restituimos la hidrología previa?

## Soluciones basadas en la naturaleza (Nature Based Solutions – NBS)

hard engineering  
...just transfers pollution  
to another site



**conventional management: 'pipe-and-pond' infrastructure**  
drain, direct, dispatch

soft engineering  
...metabolizes pollutants  
on site — parks, not pipes!



**low impact management: watershed approach**  
slow, spread, soak

# ¿Cómo restituimos la hidrología previa?

## Soluciones basadas en la naturaleza (Nature Based Solutions – NBS)

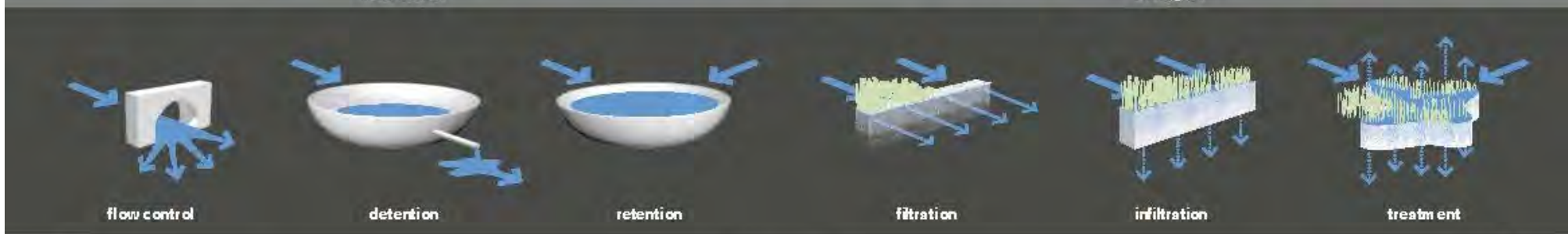
integrating hard engineering

...and soft engineering  
toward a LID approach



mechanical

biological



slow

→ spread

→ soak

**flow control:** The regulation of stormwater runoff flow rates.

**detention:** The temporary storage of stormwater runoff in underground vaults, ponds, or depressed areas to allow for metered discharge that reduce peak flow rates.

**retention:** The storage of stormwater runoff on site to allow for sedimentation of suspended solids.

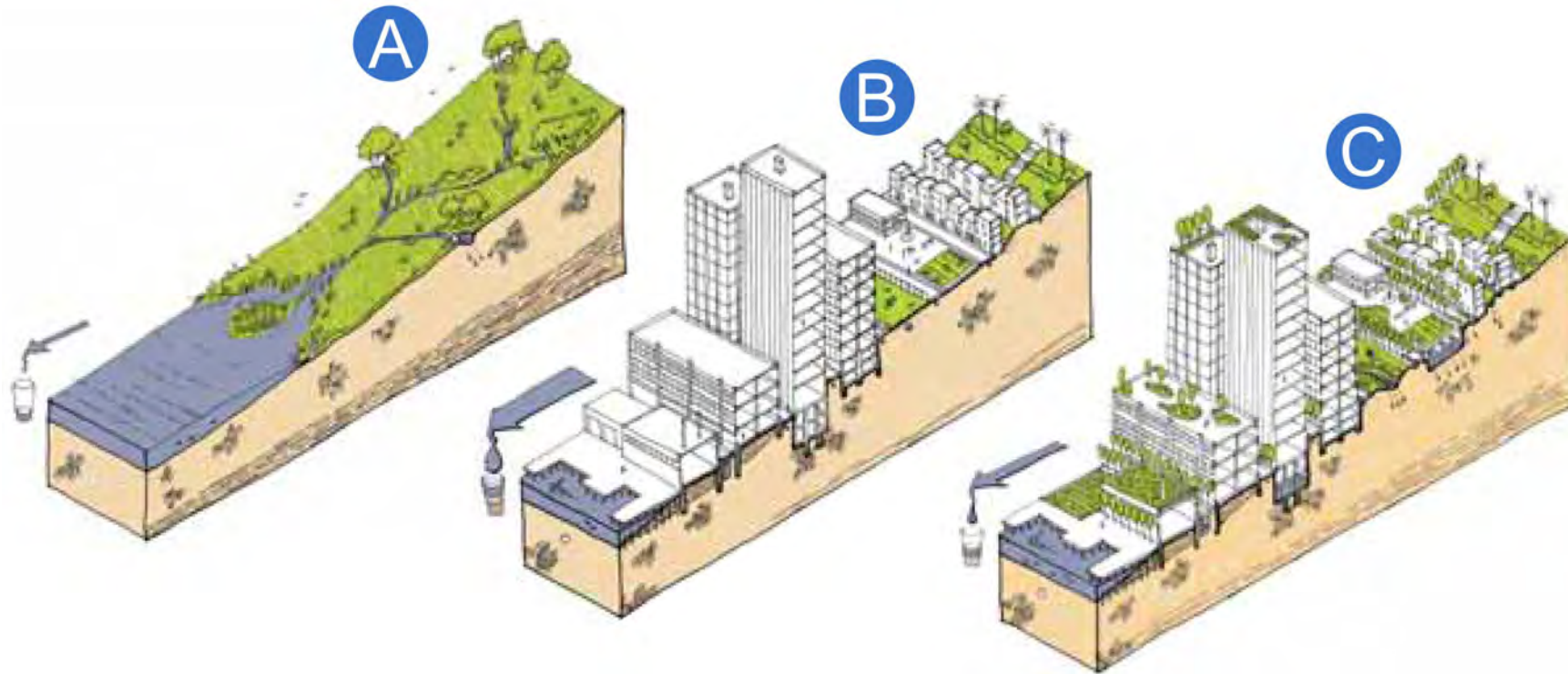
**filtration:** The sequestration of sediment from stormwater runoff through a porous media such as sand, a fibrous root system, or a man-made filter.

**infiltration:** The vertical movement of stormwater runoff through soil, recharging groundwater.

**treatment:** Processes that utilize phytoremediation or bacterial colonies to metabolize contaminants in stormwater runoff.



# Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como herramienta de adaptación



Stormwater Design Guidelines. San Francisco Public Utility Commission (2013)

A – Situación natural / pre-desarrollo

B – Situación urbanizada – drenaje convencional

C – Situación urbanizada – SUDS



## ¿Qué son los SUDS?

Técnicas de **gestión de aguas pluviales** y **planeamiento urbano** que persiguen reproducir y/o restituir los procesos hidrológicos **previos** al desarrollo urbanístico (infiltración, filtración, almacenamiento, laminación, evapotranspiración), **integrando** estratégicamente elementos de **control de escorrentía en el paisaje urbano**.





# Transición hacia un modelo de drenaje basado en SUDS





## Transición hacia un modelo de drenaje basado en SUDS

- El urbanismo debe ser un aliado para solucionar el drenaje urbano.
- El agua de lluvia en la ciudad no debe verse sistemáticamente como un problema.
- Integrar el drenaje en el diseño urbano desde la concepción inicial evita problemas y puede aportar valor añadido.







## **Los SUDS como herramienta clave para la urbanización**

El caso del polígono industrial de Quart de Poblet (València)

# El origen del problema (1): la cuestión urbanística



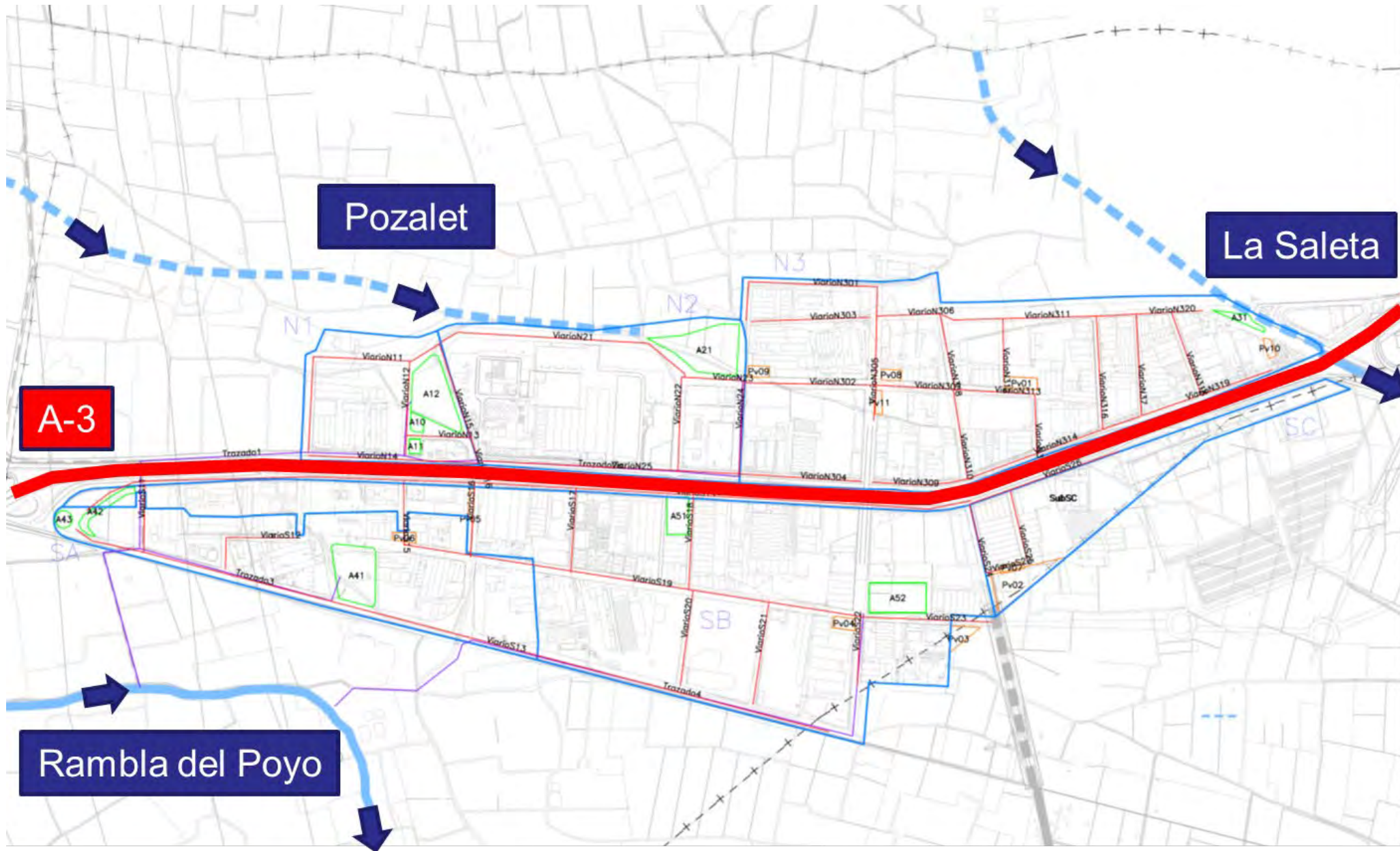


## El origen del problema (1): la cuestión urbanística





## El origen del problema (2): la cuestión hidrológica





## El origen del problema (3): la cuestión administrativa



- Un problema que se remonta a casi dos décadas.
- Plan director 2005: solución convencional.
- Solución económicamente inviable.
- **Bloqueo de la urbanización del polígono.**
- Dependencia de las obras de adecuación de la cuenca del Poyo vertiente a l'Albufera.
- Voluntad de retomar el problema en 2016.
- Apuesta del Ayuntamiento por Soluciones Basadas en la Naturaleza.
- 2018: nueva solución de drenaje basada en SUDS

→ problema desbloqueado

# Colaboración Ayuntamiento-CHJ-UPV

## Objetivos:

- **Integrar SUDS** en la solución propuesta, mejorando la respuesta del sistema de drenaje, dando un claro **valor añadido a la actuación de urbanización** del polígono.
- Plantear una solución combinada que permita la gestión del agua de lluvia en la zona norte de la zona industrial **sin generar excedentes al Barranco del Pozalet**.
- Gestionar los volúmenes de escorrentía generados para eventos de precipitación frecuentes con el objetivo de **mejorar la gestión de la calidad de las escorrentías**.
- Reducir, en la medida de lo posible, los caudales de escorrentía generados para eventos de precipitación de periodo de retorno igual o inferior a 15 años, **no incrementando las puntas de caudal correspondientes a 15 años de período de retorno** respecto de las que se hubieran producido en situación natural.

¿Qué podemos hacer?

## PAVIMENTOS PERMEABLES





¿Qué podemos hacer?

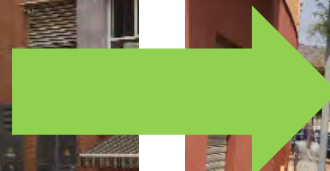
## FRANJA FILTRANTE / CUNETETA VEGETADA





¿Qué podemos hacer?

## PARTERRES INUNDABLES / JARDINES DE LLUVIA





¿Qué podemos hacer?

## ÁREAS DE RETENCIÓN / INFILTRACIÓN





¿Qué podemos hacer?

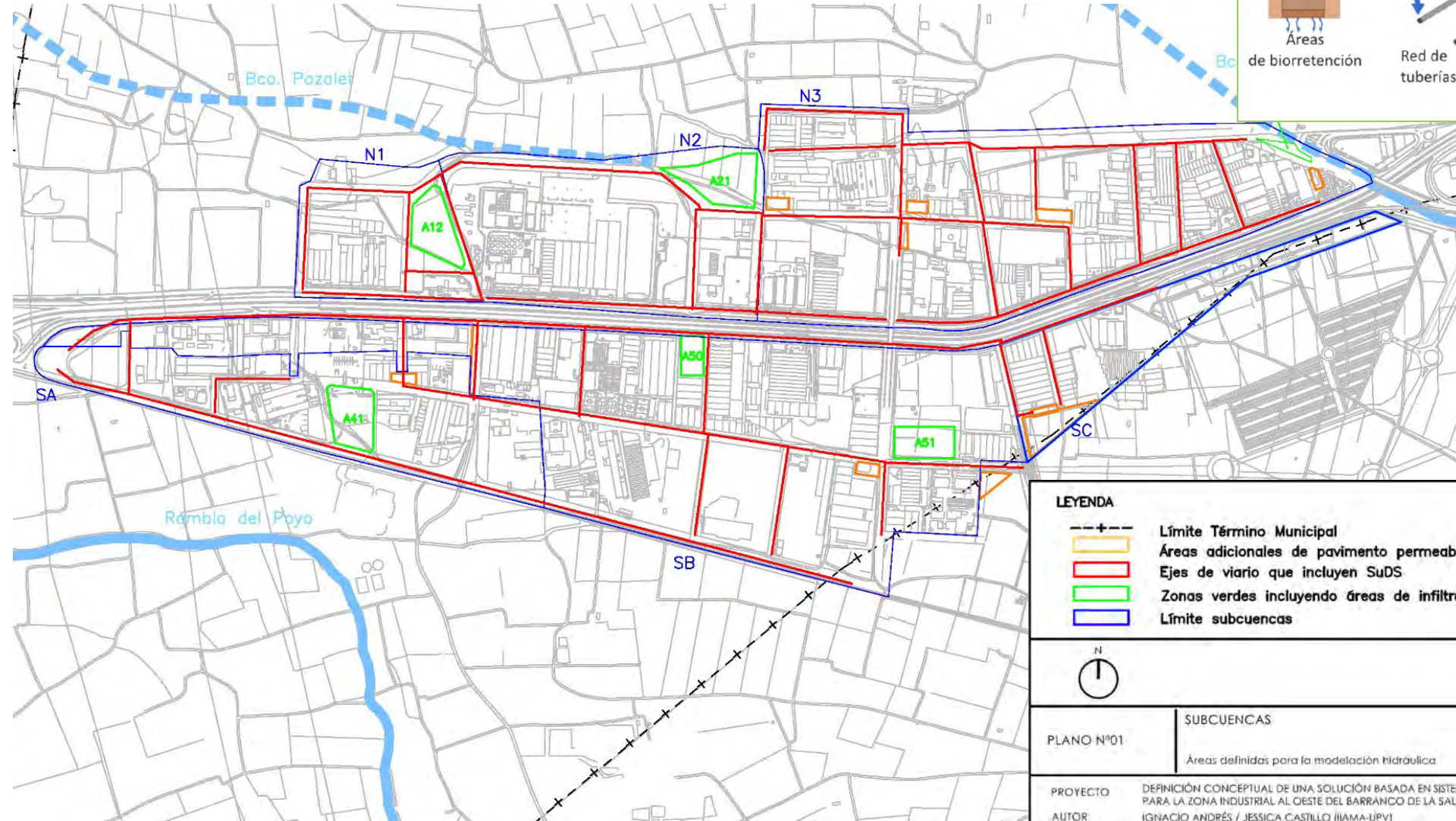
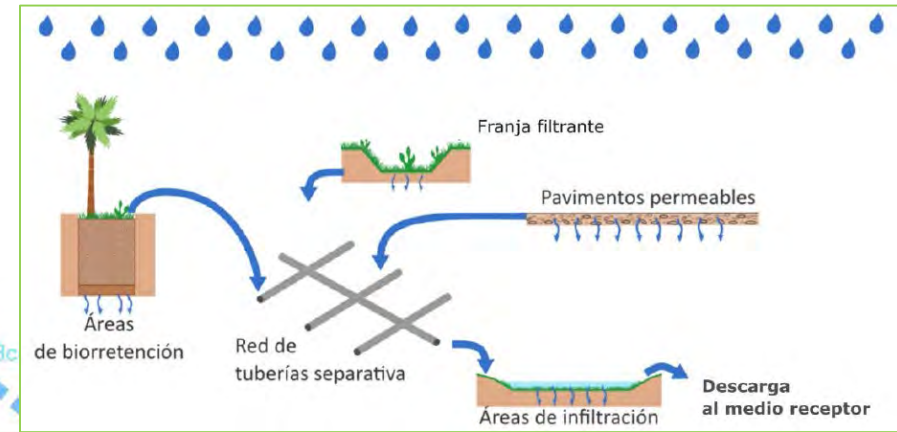
## ACTUACIONES EN PARCELA





# ¿Qué podemos hacer?

## ESQUEMA DE DRENAJE BASADO EN SUDS



### LEYENDA

- +--- Límite Término Municipal
- Áreas adicionales de pavimento permeable
- Ejes de viario que incluyen SUDS
- Zonas verdes incluyendo áreas de infiltración
- Límite subcuencas



E. 1/10000  
Cotas en metros

PLANO Nº01

SUBCUENCAS

Áreas definidas para la modelación hidráulica

ABRIL 2018

PROYECTO

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN SISTEMAS DE DRENAJE SOSTENIBLE PARA LA ZONA INDUSTRIAL AL OESTE DEL BARRANCO DE LA SALETA EN QUART DE POBLET (VALENCIA)

AUTOR

IGNACIO ANDRÉS / JESSICA CASTILLO (I+D+i-UPV)

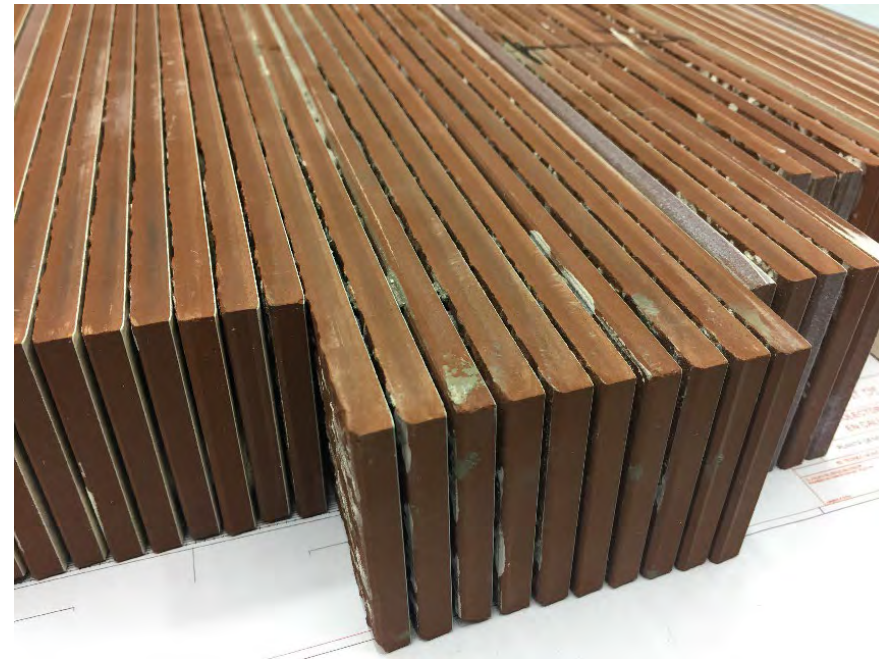
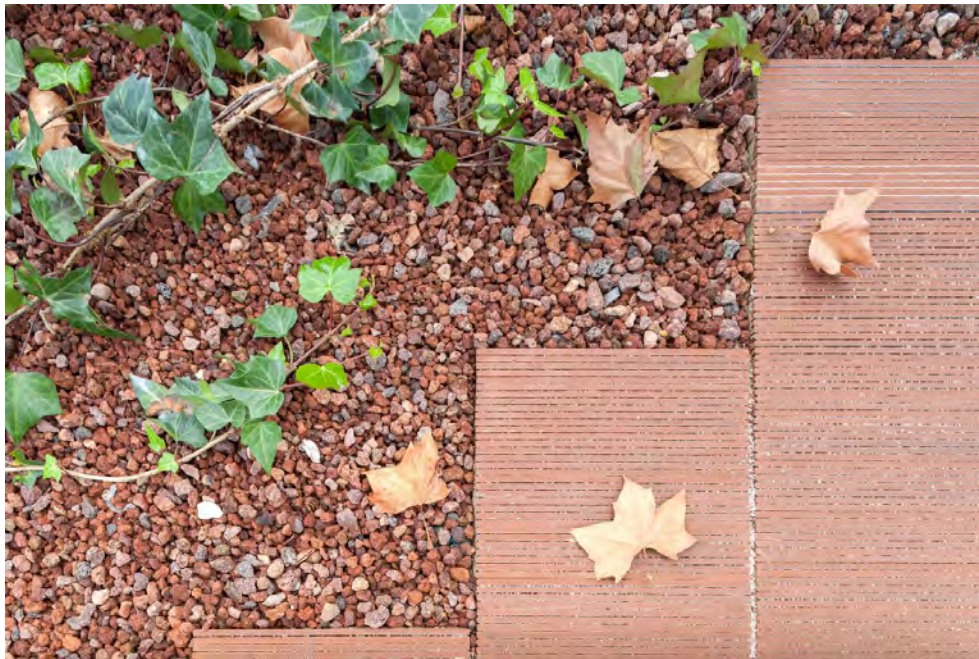
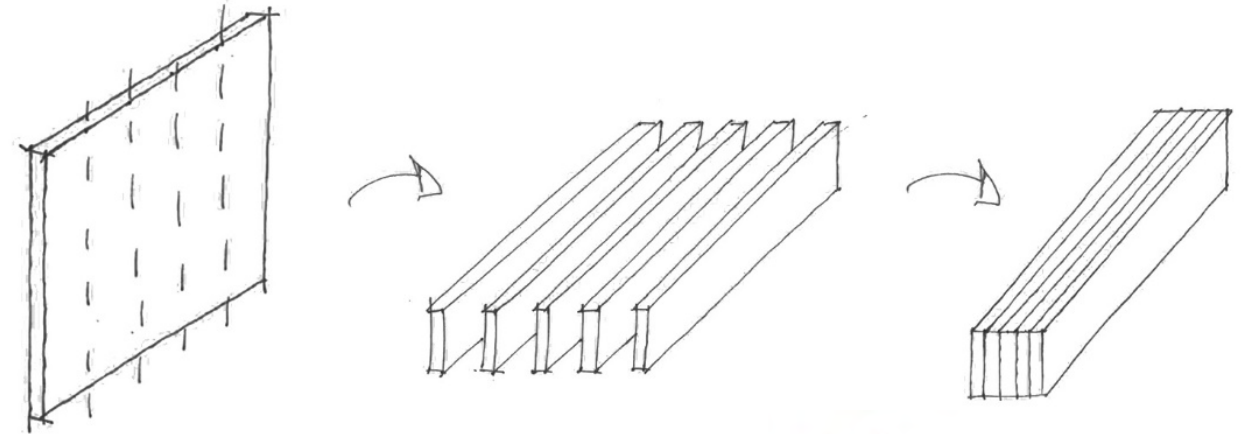




## **Aplicación de soluciones innovadoras de drenaje en la regeneración urbana**

El pavimento cerámico CERSUDS y su aplicación en Benicàssim (Castelló)

# Adoquín cerámico CERSUDS



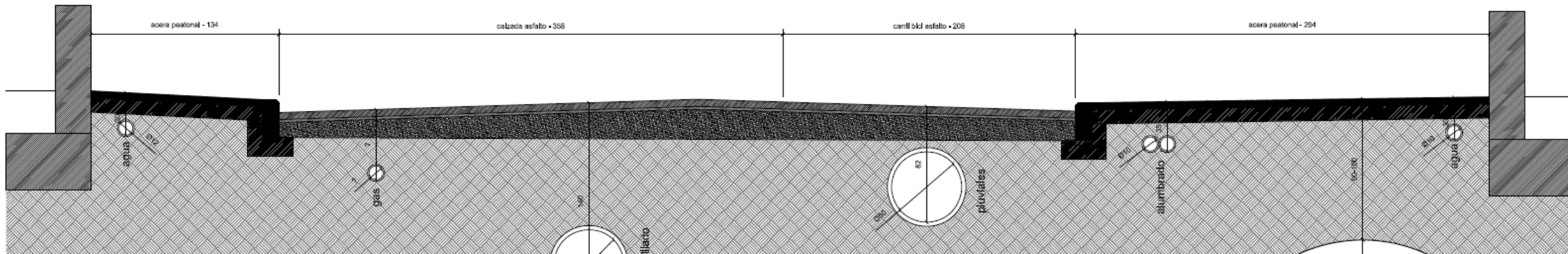
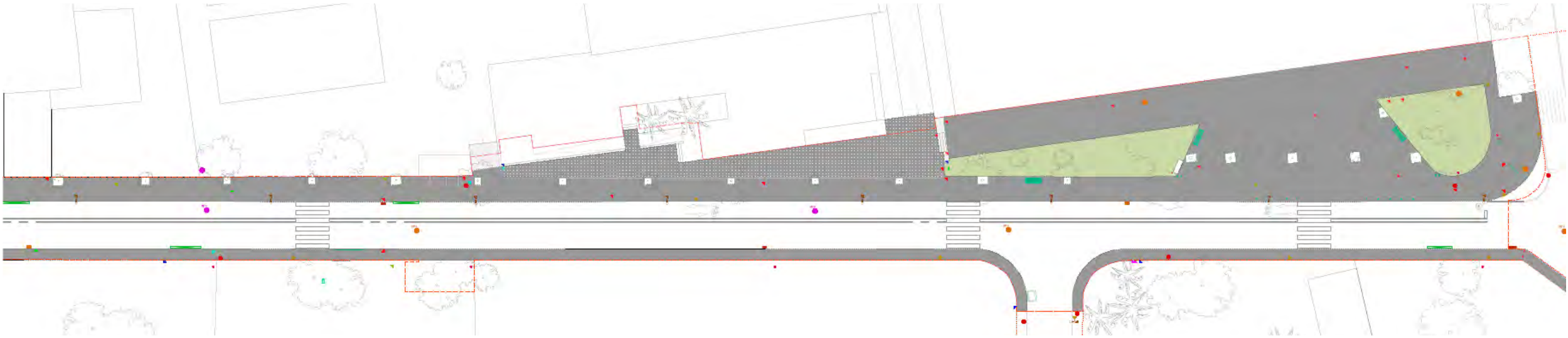


# Proyecto piloto en Benicàssim





# Situación previa a la intervención

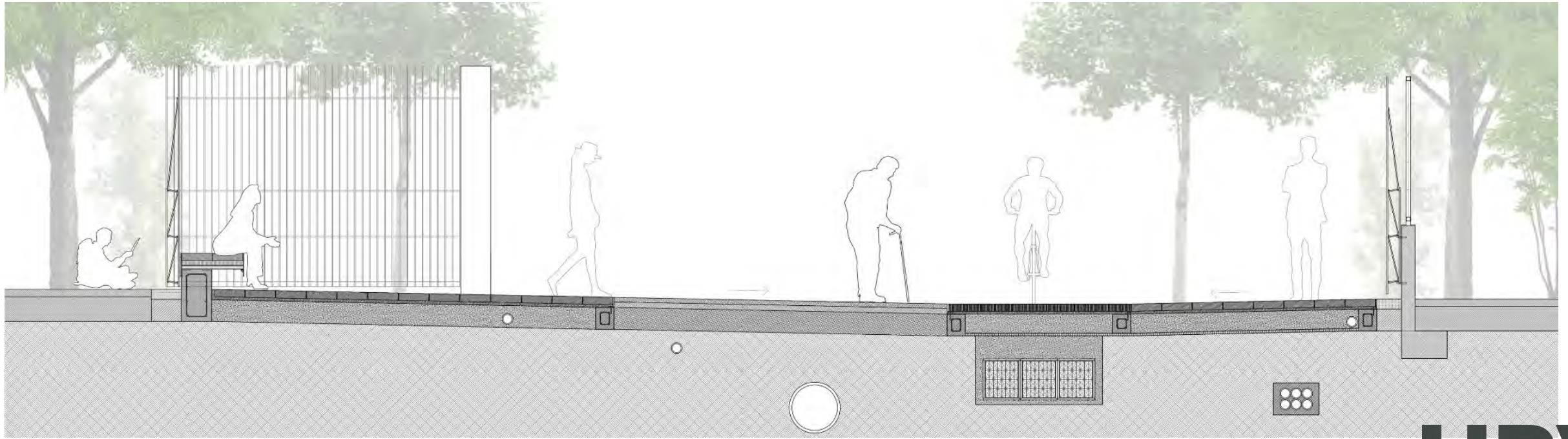




## Situación previa a la intervención



# Situación posterior a la intervención





# Situación posterior a la intervención

## SUPERFICIE DRENANTE

que recoge el agua de lluvia para su infiltración en el terreno.



## SUPERFICIE IMPERMEABLE

cuya función es conducir la escorrentía hacia las zonas permeables.



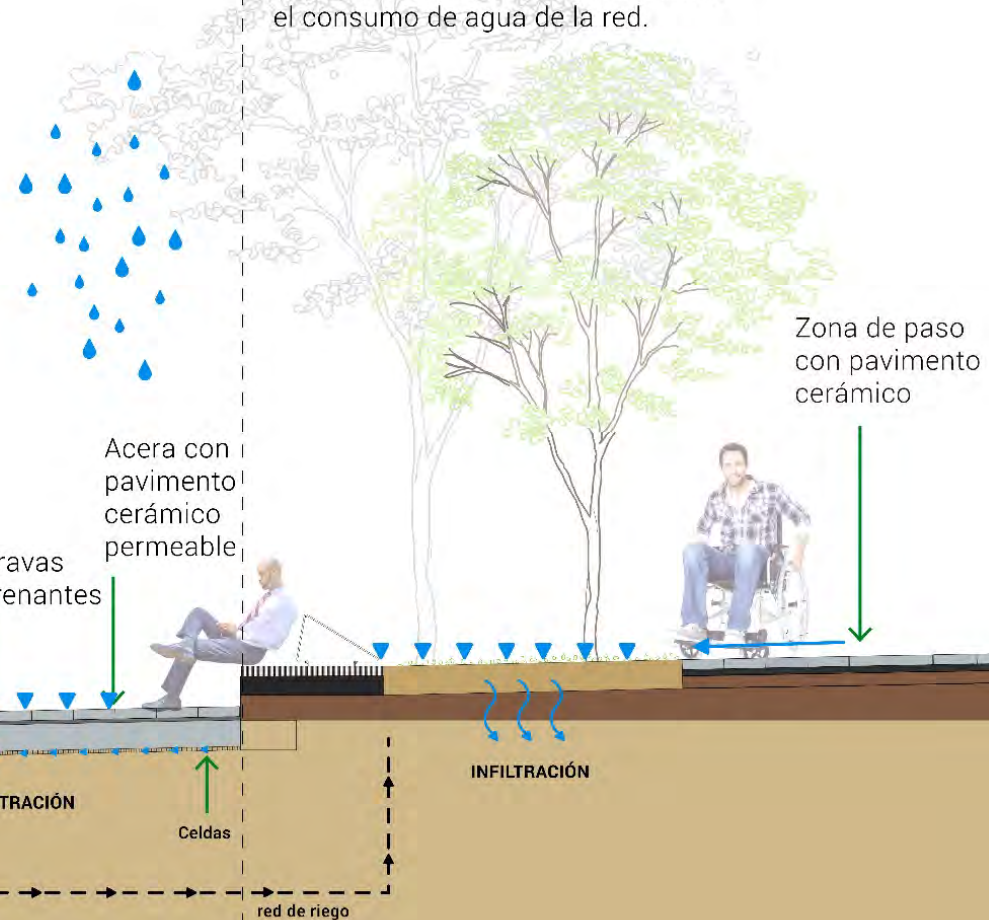
## SUPERFICIE DRENANTE Y CAPTACIÓN

que permiten la infiltración del agua al terreno, conduciendo el exceso a un canal formado por cajas de polipropileno situado bajo el carril bici.

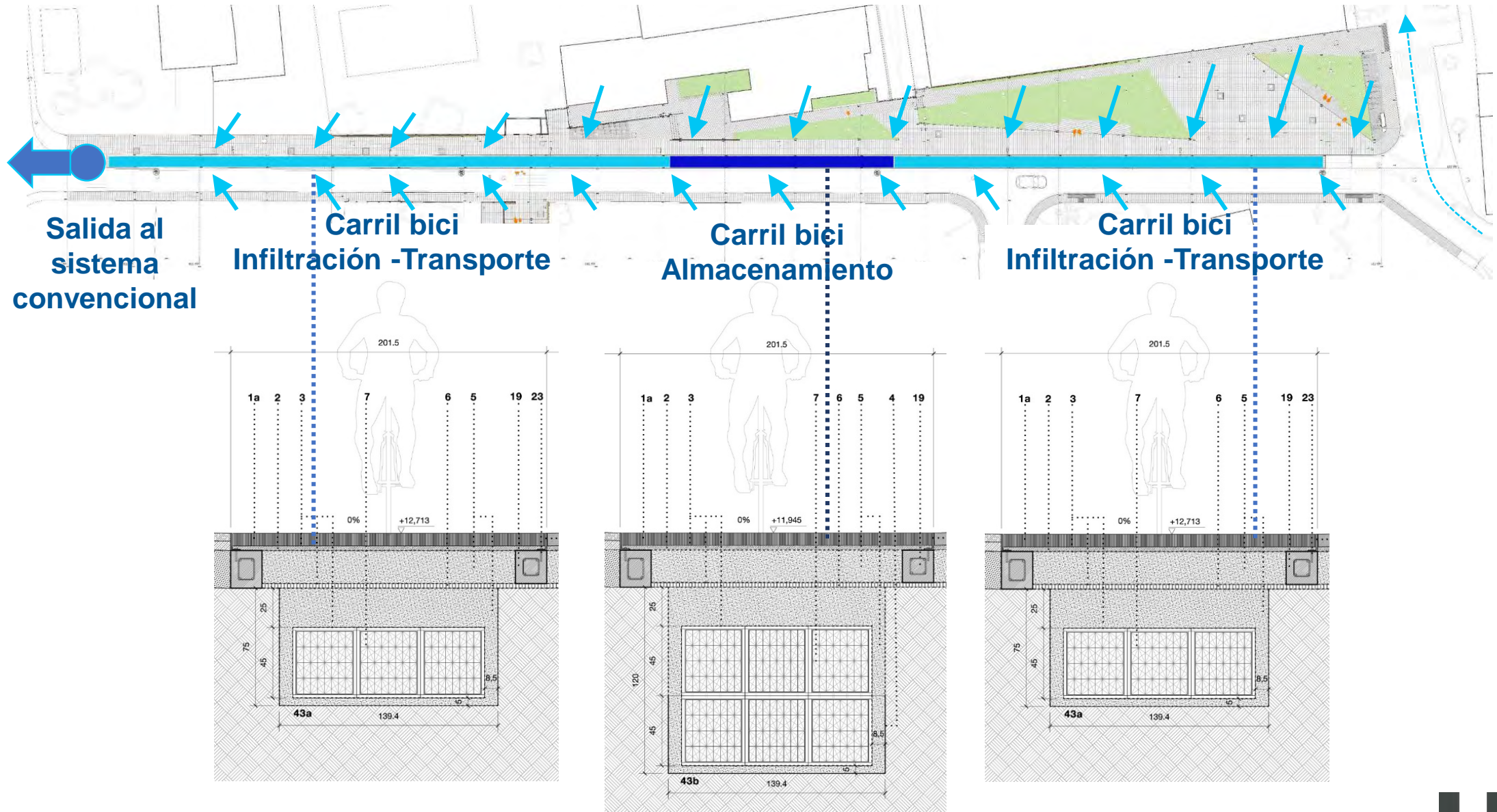


## SUPERFICIE AJARDINADA

que proporciona sombra a la calle además de hacerla más natural. El aljibe ha sido calculado para poder almacenar agua de lluvia para el riego de las diferentes especies vegetales que la forman, reduciendo el consumo de agua de la red.



# Situación posterior a la intervención





## Situación posterior a la intervención

Agosto 2018



## Situación posterior a la intervención



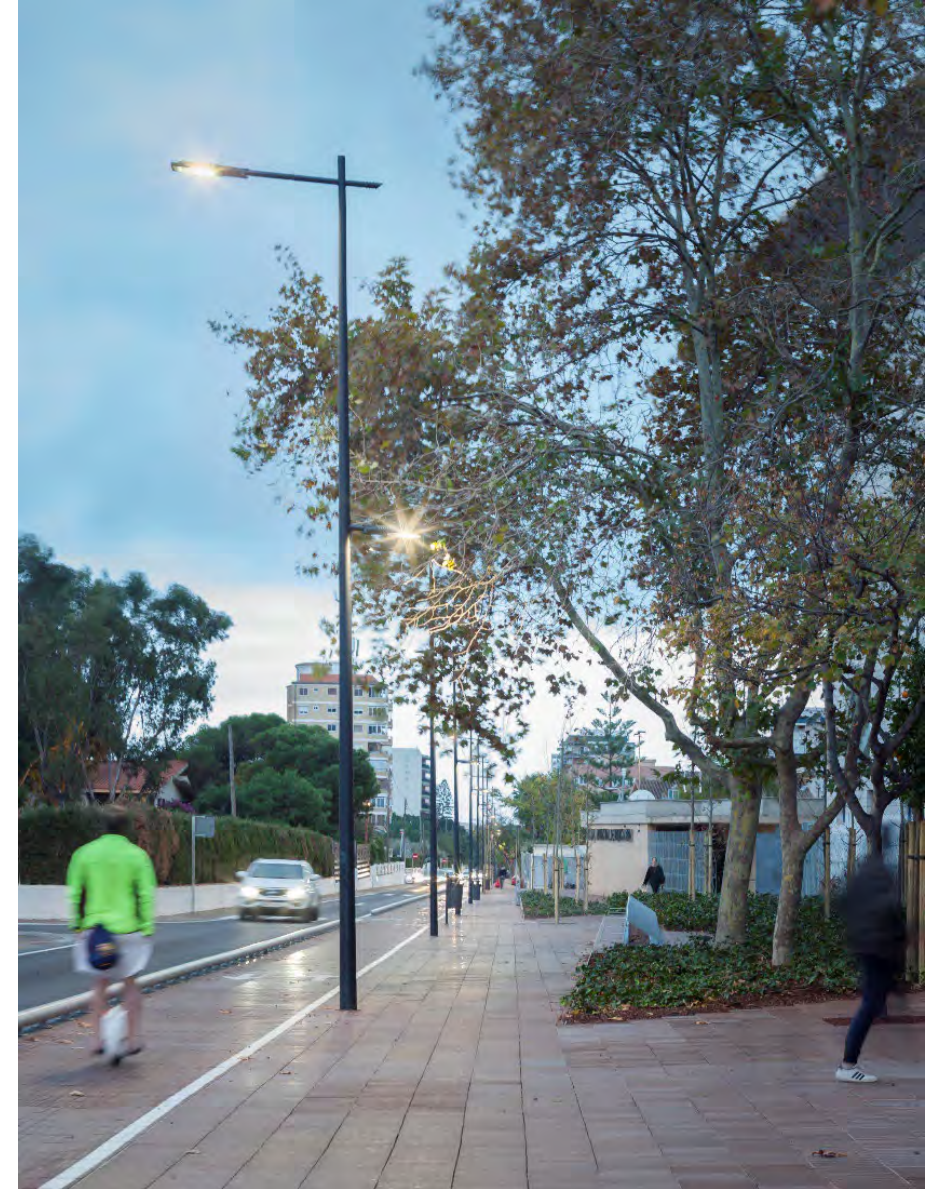
ANTES  
Febrero 2018



DESPUÉS  
Agosto 2018

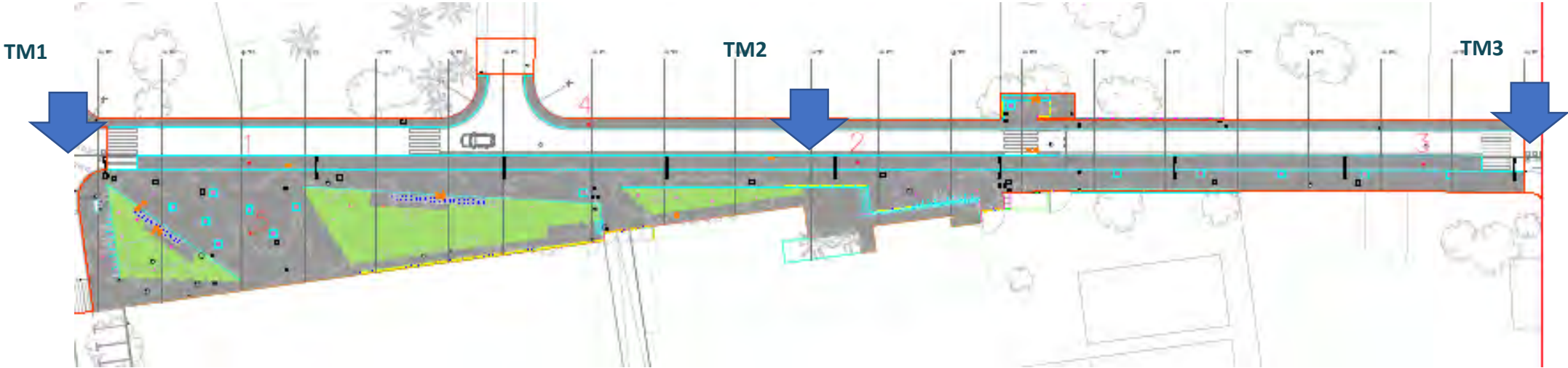


## Situación posterior a la intervención



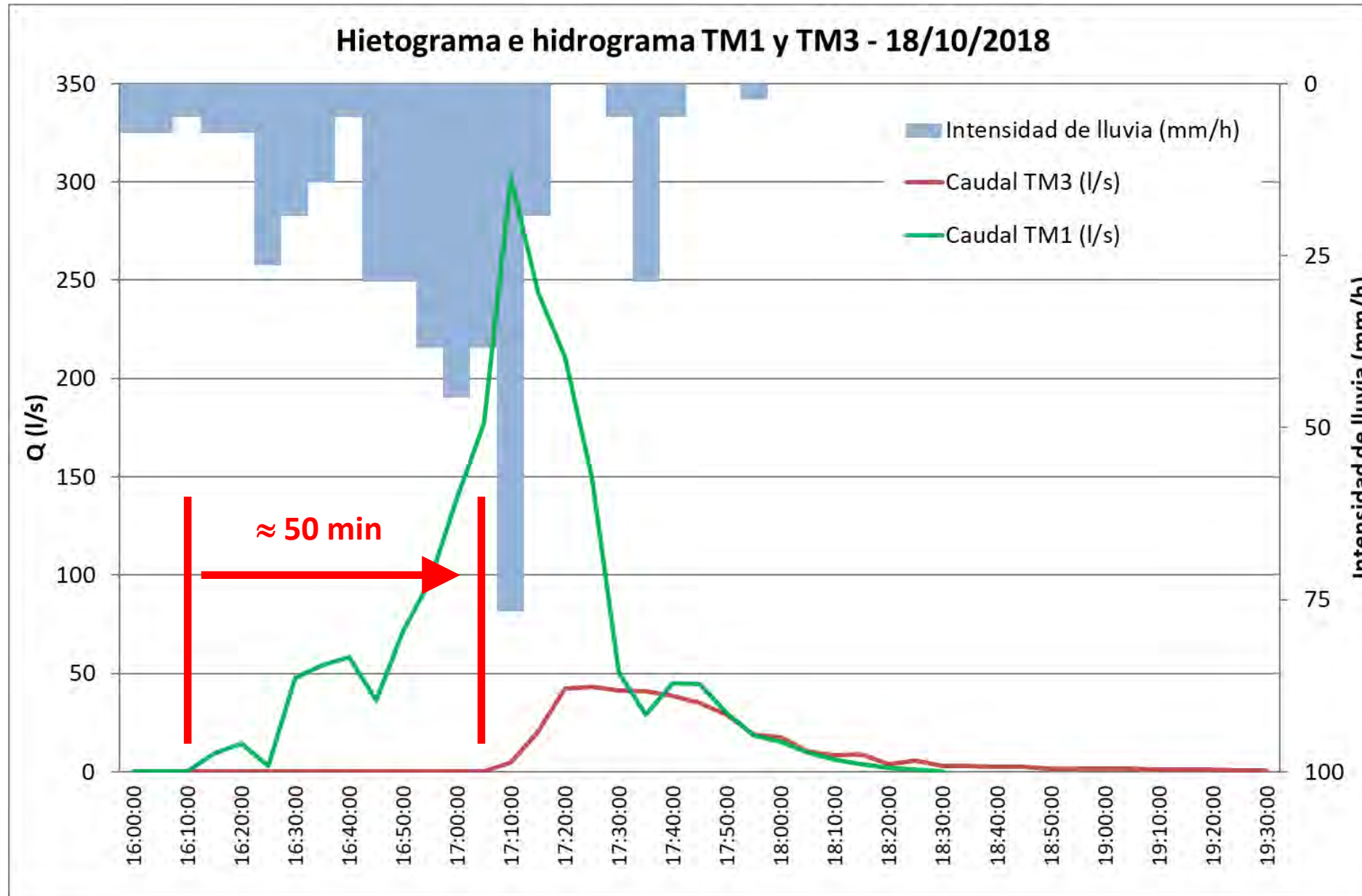


# Equipamiento y monitorización hidráulica

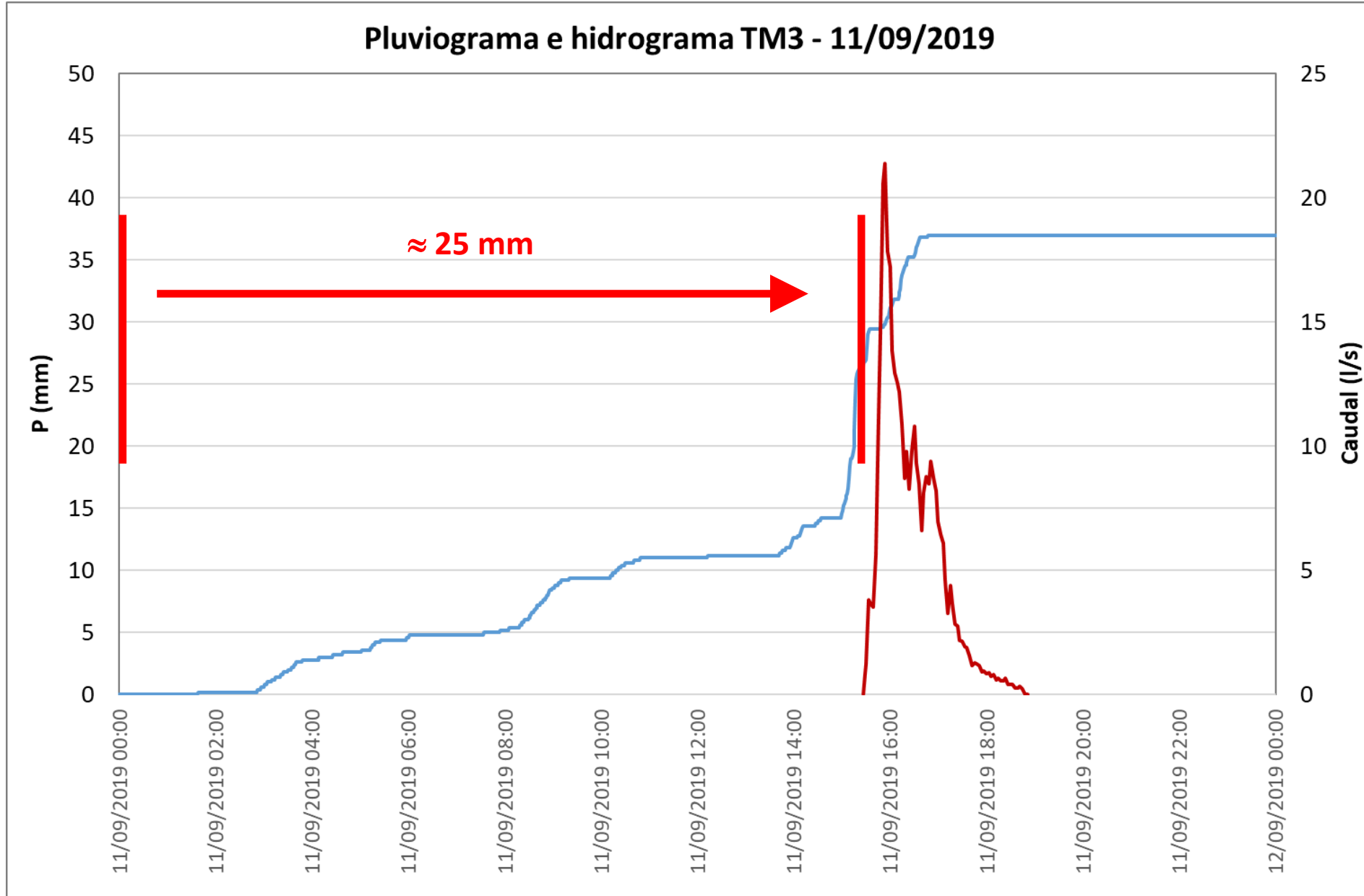




# Capacidad de gestión hidráulica del sistema



# Capacidad de gestión hidráulica del sistema







## **Herramientas técnicas y normativas**

La “Guía básica de diseño de SUDS en la ciudad de València”



## Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de València



Junio 2021





Cubiertas vegetadas



Parterres inundables



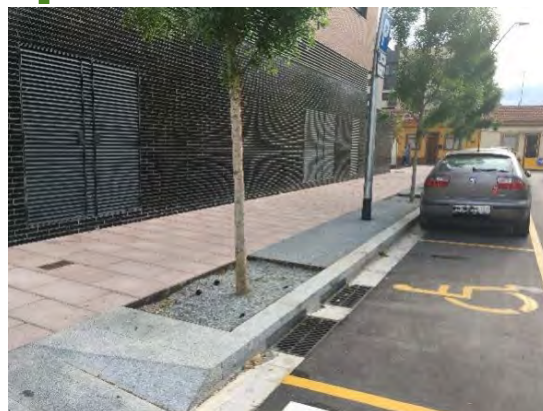
Balsas de detención e infiltración



Cunetas vegetadas



Alcorques estructurales



Pavimentos permeables



Drenes filtrantes



Zanjas de infiltración



Depósitos reticulares

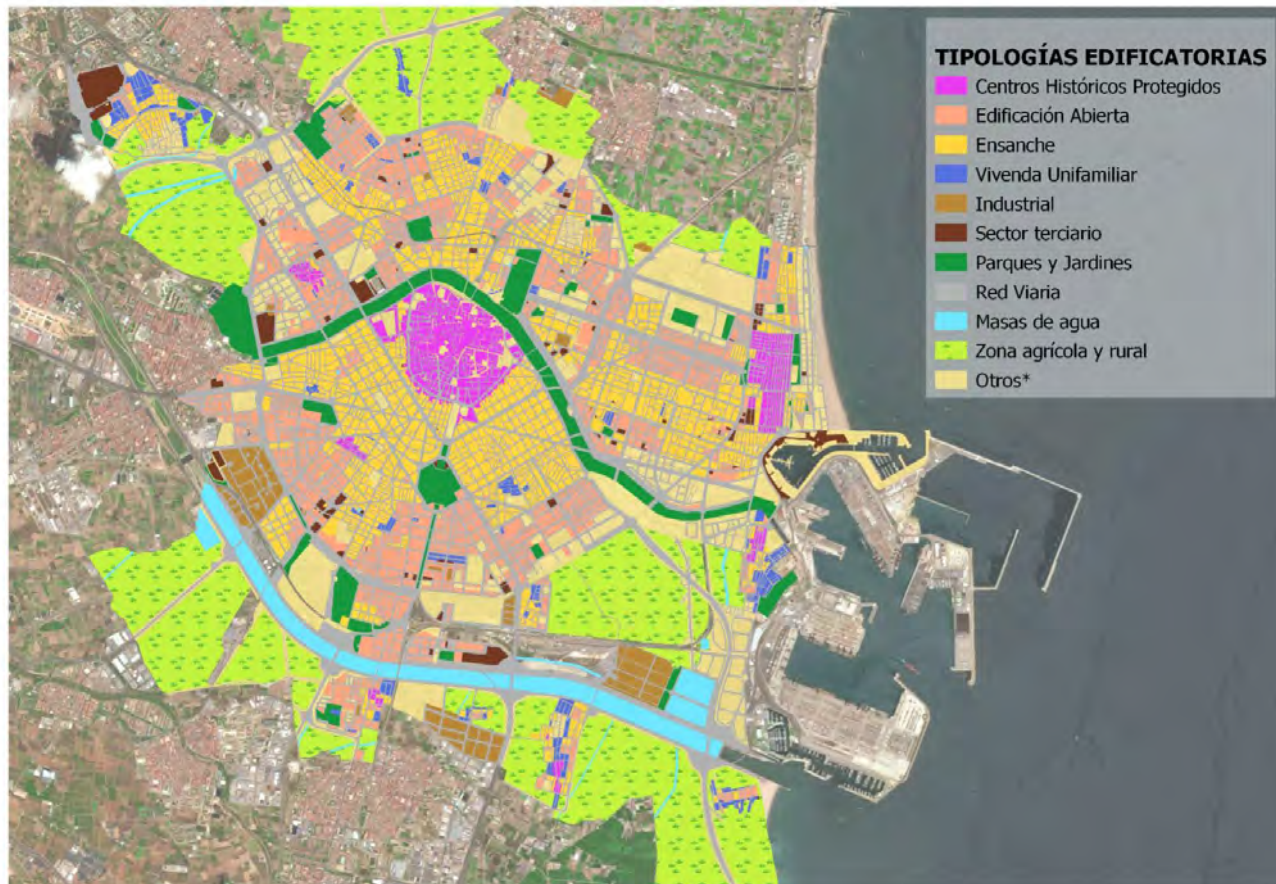


Humedales artificiales y estanques





# Criterios hidrológicos de dimensionamiento según tipología urbana PGOU



## Criterios volumétricos de dimensionamiento

### Actuaciones a nivel de sector

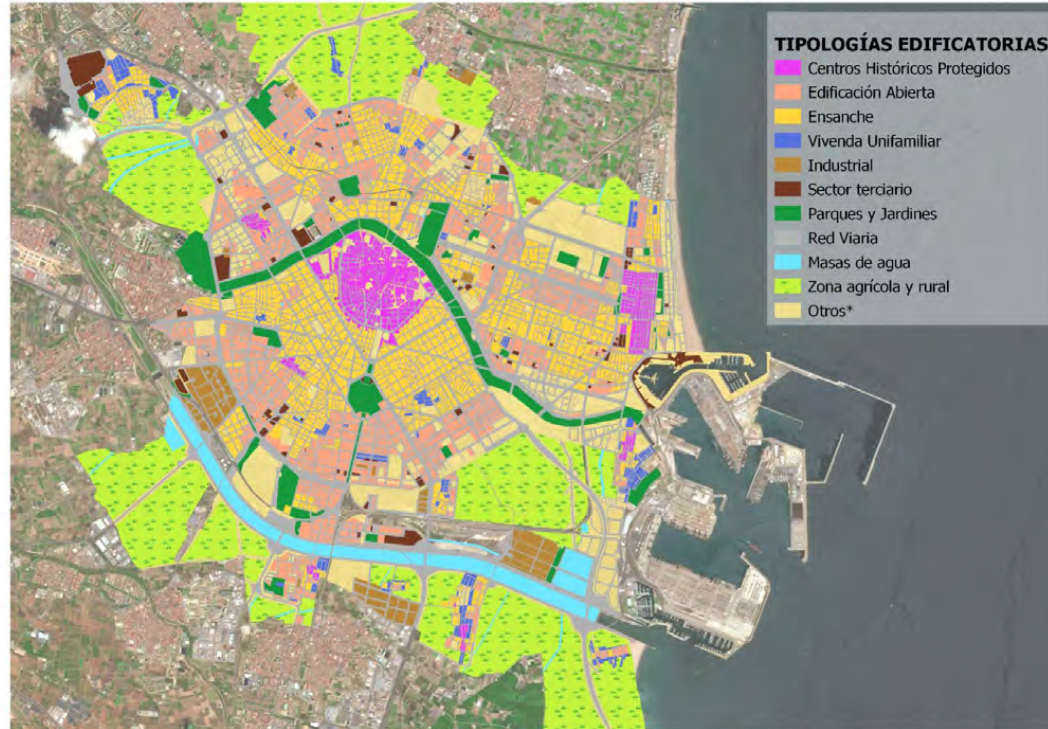
Tipología urbana	Criterio	V <sub>x</sub> (mm)
Centros históricos protegidos	V <sub>60</sub>	8
Ensanche	V <sub>60</sub>	8
Edificación abierta	V <sub>80</sub>	20
Unifamiliar	V <sub>85</sub>	27
Industrial	V <sub>80</sub>	20
Terciario	V <sub>80</sub>	20

### Actuaciones aisladas en espacio público

Tipología urbana	Criterio	V <sub>x</sub> (mm)
Parques y jardines	V <sub>95</sub>	60
Pequeñas vías	V <sub>60</sub>	8
Grandes vías con medianas ajardinadas	V <sub>80</sub>	20



# TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS SEGÚN EL PGOU







## Urbanización en la Avenida Ausiàs March

En la urbanización interior de nuevos edificios en la Av. Ausiàs March, se han incorporado jardines de lluvia que permiten la gestión en origen de las escorrentías generadas en los mismos, así como en los pavimentos adyacentes.



Parterres inundables

En tiempo seco



Tras un evento de lluvia





# Fichas de síntesis de cada técnica SUDS

## Descripción general

## Evaluación del rendimiento

## Características principales.

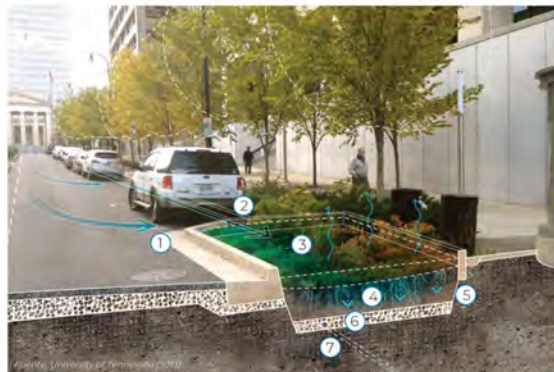
## Imagen de una actuación

### PARTERRES INUNDABLES

Los parterres inundables son zonas con vegetación que se encuentran rebajadas con respecto a las superficies adyacentes. Están pensadas para recibir escorrentías de áreas impermeables próximas, y favorecer su tratamiento y laminación. También pueden permitir la infiltración del agua al terreno natural, tras ser tratada, o incorporar un drenaje subsuperficial que evacue de manera controlada el volumen almacenado.

Según la calidad de las aguas que reciben y el espesor del medio filtrante, se clasifican en:

- **Jardines de lluvia.** Reciben escorrentías con niveles de contaminación bajos (cubiertas, zonas peatonales...). El espesor del medio filtrante suele estar entre 0,3-0,5 m.
- **Áreas de biorretención.** Reciben escorrentías con altos niveles de contaminación (zonas con tráfico rodado). La capa del medio filtrante está entre 0,8 y 1,0 m.



1. Escorrentía procedente de zonas impermeables adyacentes 2. Dispositivo de entrada de escorrentía 3. Vegetación y capa de mantillo o suelo acolchado 4. Medio filtrante 5. Geotextil o geomembrana (si fuese necesaria) 6. Capa drenante 7. Tubo dren (si fuese necesario)

#### BENEFICIOS

Control de caudal pico	4	3	2
Control del volumen de escorrentía	4	3	2
Mitigación de la contaminación	4	3	2
Valor ecológico	4	3	2
Valor estético	4	3	2
Multifuncionalidad de la actuación	4	3	2

#### FUNCIONES



#### ÍNDICE DE MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES

Sólidos en suspensión totales	0,6 - 0,8
Metales	0,5 - 0,8
Hidrocarburos	0,6 - 0,8

#### POSIBLES LOCALIZACIONES

Centros históricos protegidos	Insaneable	Insaneable
Edificación Abierta	Unifamiliar	Unifamiliar
Industrial	Terciario	Terciario
Red de viario	Parques y jardines	Parques y jardines
Óptimo	Posible	Posible
Desaconsejable	Incompatible	Incompatible

## Esquema de funcionamiento

## Criterios de diseño

## Requisitos de mantenimiento

#### Características principales

- Son adecuados para zonas con contaminantes presentes en la escorrentía, al proporcionar un buen nivel de tratamiento.
- Si es posible la infiltración, contribuyen a reducir el volumen de escorrentía, además de laminar los caudales vertidos.
- Pueden integrarse fácilmente en una ciudad consolidada al requerir poco espacio.
- Son sencillos de instalar y presentan un bajo coste.
- Contribuyen a la mejora del paisaje urbano y permiten la creación de nuevos hábitats.
- Permiten formas variadas dando pie a la creatividad arquitectónica.
- Pueden constituir una barrera física entre el viario y las zonas peatonales, incrementando la seguridad vial.
- Las plantaciones asociadas contribuyen a la mejora de la calidad del aire.
- Deben implantarse en zonas con poca pendiente o dotarlos de represas intermedias.



#### Criterios de Diseño

Se recomienda la siguiente **geometría**: el ancho debe ser > 0,6 m (mejora la constructibilidad), las pendientes laterales deben ser más tendidas de 1V:3H (para evitar la erosión) y la profundidad no suele exceder los 0,3 m. La base debe ser tan plana como sea posible, y en caso de existir una pendiente longitudinal importante pueden utilizarse pequeñas represas de materiales diversos.

En cuanto a los **materiales**, el medio filtrante debe tener un alto contenido en arena de sílice, de modo que la permeabilidad del mismo esté comprendida entre 100 y 300 mm/h. Para la capa de transición pueden emplearse capas con granulometrías intermedias que ejerzan de filtro o geotextiles de unas características apropiadas, de modo que se impida su colmatación o rotura. En el diseño se considerará solamente la capacidad de almacenamiento superficial.

Para las **plantaciones** se recomiendan especies autóctonas, que cubran el sistema con gran densidad (6-10 plantas/m<sup>2</sup>). Las especies deben resistir condiciones extremas de inundación y sequía, y deben ser preferentemente de hoja perenne.

La **entrada de agua** al parterre puede realizarse con bordillos intermitentes (minimizan la erosión e impiden la entrada de tráfico rodado). También se aconseja un área de vegetación densa en la entrada que sirva de pretratamiento y disipación de energía. Para los eventos extremos deben instalarse estructuras de rebose que permitan la descarga controlada a la red.

Para permitir la **infiltración**, la permeabilidad debe ser > 10<sup>4</sup> m/h (asegurando el vaciado en 48 horas), y el nivel freático debe estar 1 m por debajo de la base del parterre. Debe haber una separación suficiente con las cimentaciones cercanas.

#### Mantenimiento

Elemento de observación	Actividad a realizar	Indicador de necesidad de mantenimiento	Frecuencia habitual
Vegetación	Mantenimiento general de las plantaciones, incluyendo poda y recogida de los desechos generados (ramas, recortes, etc.)	Crecimiento no uniforme de la vegetación	Mensual / A demanda
	Riego Adaptar a las necesidades de las especies. Atención especial los dos primeros años	Sequedad excesiva en el sustrato y en la vegetación	A demanda
	Replanto y sustitución de mueras, valorando cambios en las especies plantadas siempre que se mantengan las funciones del parterre.	Aparición de plantas muertas y zonas despobladas.	Anual
Superficie	Retirada de desechos y limpieza general del parterre	Acumulación de hojas, basuras y sedimentos.	Mensual
	Reparación y mejora de la protección en los puntos de entrada de agua	Erosión localizada excesiva	A demanda
Entrada y salida	Realizar ensayo de permeabilidad para diagnosticar la colmatación del medio filtrante.	Encharcamiento prolongado tras un evento de lluvia	Bienal
	Inspección periódica y retirada de sedimentos de los elementos de rebose y entrada de agua.	Obstrucción de las entradas, aparición de charcos o desbordamiento	Mensual
Otros	Inspección en busca de daños estructurales o de erosión. Reparación en su caso.	Inspeccionar tras eventos extraordinarios de lluvias.	Semestral / A demanda



# ¿Cómo acceder a la guía?

A través de la página del Ciclo Integral del Agua del Ayuntamiento de València:  
<https://www.ciclointegraldelagua.com/castellano/normativa-documentacion.php>

The screenshot shows a web browser window with the URL [ciclointegraldelagua.com/castellano/normativa-documentacion.php](https://www.ciclointegraldelagua.com/castellano/normativa-documentacion.php) in the address bar. The website header includes 'Ciclo Integral del Agua' and '14 de Junio de 2021'. A navigation menu on the left lists various categories, with 'Documentación Normativa' highlighted. The main content area is titled 'NORMATIVA - DOCUMENTACIÓN' and contains a list of documents, including 'Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de València (Junio 2021)'. Red arrows point to the URL, the 'Documentación Normativa' menu item, and the specific document link.



A través del enlace directo:

[https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia\\_Basica\\_para\\_el\\_Diseño\\_de\\_Sistemas\\_Urbanos\\_de\\_Drenaje\\_Sostenible\\_en\\_la\\_Ciudad\\_de\\_Valencia\\_V01.pdf](https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia_Basica_para_el_Diseño_de_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_en_la_Ciudad_de_Valencia_V01.pdf)



# 5

## **Conclusión**

Los SUDS como oportunidad para un mejor drenaje urbano

# ¿Problema u oportunidad?



04/05/2022 10:50

Foto: L. Hernández.



# RedSUDS

El foro de encuentro de los profesionales de los SUDS en España



Mapa - redSUDS

https://redsuds.es/mapa/

¿Qué es RedSUDS? Jornadas redSUDS Mapa SUDS Tipología ¿Quiénes somos? Contacto

Escribe para filtrar...

Marca las tipologías para filtrar los proyectos.

Cubiertas con detención Balsas de detención y/o infiltración Aljibes Pavimentos permeables Filtros de arena Pozos, zanjas y depósitos de infiltración Drenas filtrantes Alcorques de infiltración Cubiertas vegetadas

Franjas filtrantes Parterres inundables Humedales artificiales Cunetas vegetadas

desarrollado por planifica

<https://redsuds.es/>



UPV



**Cátedra**  
CAMBIO CLIMÁTICO

V Jornada de Investigación Universitaria sobre Cambio Climático  
*Soluciones Basadas en la Naturaleza frente al Cambio Climático*

# Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como elementos clave para la regeneración urbana

Ignacio Andrés-Doménech



# UPV