RED SUDS

Jornada redSUDS 2025

Santander, 7 y 8 de abril de 2025

El drenaje urbano sostenible y su contribución a la resiliencia climática

Colaboran

Organizan

La Jornada redSUDS 2025 se desarrolla en el marco del proyecto coordinado SUDSlong (Mejora y gestión estratégica de lossistemas urbanos de drenaje sostenible para el éxito a largo plazo) a través de los subproyectos SUDSlong-LCG (PID2021-122946OB-C31), SUDSlong-VLC (PID2021-122946OB-C32) y SUDSlong-SDR (PID2021-122946OB-C33) financiado por MICIU/AEI /10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

La percepción sobre la implementación de los SUDS en España: una visión desde la perspectiva de los profesionales

Luis Á. Sañudo Fontaneda[1*], Rafael Robina Ramírez[2], Jorge Roces García[1], Cristina Allende Prieto[1]

[1] Universidad de Oviedo, [2] Universidad de Extremadura

****Autor para correspondencia: sanudoluis@uniovi.es***

Resumen: La implementación de los SUDS en España ha registrado avances significativos; si bien, sigue existiendo una necesidad de profundizar sobre los aspectos esenciales que determinan su desarrollo evolutivo mediante herramientas científicas robustas. El presente estudio proporciona los resultados del cuestionario internacional de SUDS, focalizado especialmente en la perspectiva española. La investigación permitió identificar las técnicas más utilizadas, los perfiles y demografía de los profesionales, las barreras a la implementación y la percepción sobre el conocimiento de los SUDS, mostrándose como una herramienta útil para el análisis futuro.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

Contexto de partida

El alto desarrollo en la implementación de SUDS en todo el mundo y, especialmente, en España, requiere de estudiar en detalle cómo se está dando este proceso de forma que se adquieran lecciones que permitan avanzar de forma eficiente. Se han elaborado múltiples cuestionarios en la materia con diversos focos, no aportando, en su mayoría evidencia matemática significativa sobre su validez [1]. En este contexto, surge esta investigación, la cual ha permitido crear una herramienta validada para el análisis de la percepción de la implementación y el conocimiento sobre los SUDS, identificando la percepción sobre aspectos como el coste-beneficio, barreras y oportunidades para la implementación.

La herramienta / cuestionario

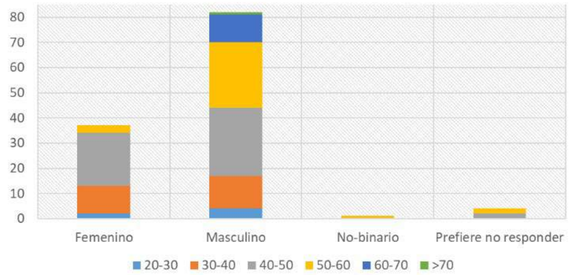
La metodología empleada para la creación de la herramienta está basada en un enfoque multifase enfocado a la elaboración de un cuestionario. Se utilizó el modelo de ecuaciones estructurales PLS-SEM y SmartPLS, contando con un grupo focal de expertos que contribuyó en el refinamiento inicial de las preguntas. El cuestionario fue validado a través de las respuestas aportando una alta robustez en su capacidad de predicción, convirtiéndose en una herramienta validada de análisis a nivel internacional con una tamaño de la muestra de 261 participantes (123 en España).

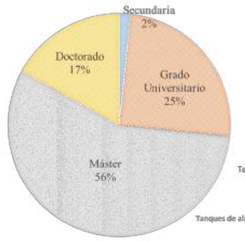
El Manual Técnico de SUDS

El manual técnico de SUDS [2] surge en un contexto de apoyo a la implementación de SUDS en Gijón, desarrollándose en 22 meses hasta julio de 2023, financiado por EMASA y promovido en colaboración con la Universidad de Oviedo. El manual aporta conocimiento sobre las principales técnicas SUDS, tomando como base guías internacionales [3] y el marco español [4]; distinguiéndose por su alto contenido técnico en el diseño. Se impartió un curso de formación y se proporcionaron hojas de cálculo y diseños para ser usados en planos de construcción.

El caso de estudio – España

El objetivo de esta comunicación es presentar los principales resultados obtenidos en el cuestionario SUDS internacional centrados en el caso de estudio de España. La Figura 1 pone de manifiesto la demografía de los profesionales de SUDS en España, destacando que se alcanza la paridad en el tramo de edad entre los 20 y los 50 años, con una formación especializada y variada en diversas disciplinas científicas, reflejándose una brecha de género significativa a partir de los 50 años.





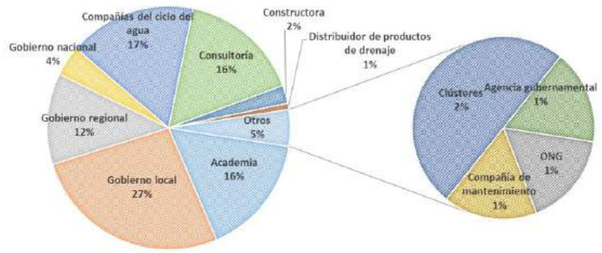


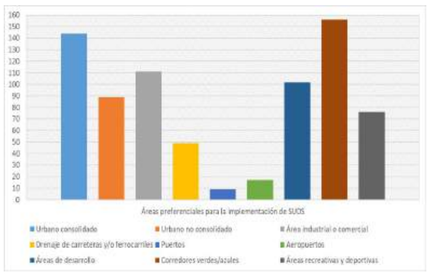
Figura 1. Demografía con datos de género, edad, formación y procedencia.

Los resultados del cuestionario indican los principales usos y tipologías SUDS implementadas (Figura 2), además de mostrar una tendencia baja a la monitorización de las prácticas SUDS, un bajo uso de programas de modelización del comportamiento y una falta preocupante de uso de herramientas de monetización social, ecosistémica y económica. Se encontró que la procedencia laboral influyó significativamente sobre la percepción de la planificación, operación y mantenimiento de los SUDS.

Aproximadamente el 50% de los encuestados no han conducido labores de mantenimiento nunca sobre sus prácticas SUDS.

Los profesionales encuestados indicaron sus principales razones para implementar SUDS, destacando las siguientes: atenuación de la interrupción del ciclo del agua natural (61%), insuficiente servicio de la red de saneamiento (55%), medidas de adaptación al cambio climático (53%), y requerimientos de autoridades locales, regionales y/o nacionales (46%), mejora de la biodiversidad (29%) y financiación externa (26%).

Las principales barreras de implementación se manifestaron en la falta de planificación y presupuesto de medidas SUDS.



Conclusiones y retos futuros

- Esta investigación ha puesto de manifiesto la necesidad de conocer el sector de los SUDS, así como la evolución de la percepción entre los profesionales, evidenciando datos que permitirán ayudar a planificar el futuro mediante esta herramienta.
- El análisis completo (internacional) podrá consultarse en breve tras la publicación del artículo científico.
- La futura línea de trabajo consistirá en la realización de este cuestionario cada 3 años, con el objetivo de captar la evolución de la percepción.

Bibliografía

[1] Sañudo-Fontaneda, L.; Robina-Ramírez, R. Bringing community perceptions into sustainable urban drainage systems: The experience of Extremadura, Spain. Land Use Policy 2019, 89, 104251.
[2] Sañudo Fontaneda et al. Manual Técnico de SUDS y su implemnetación en el muncipio de Gión. Editorial de la Universidad de Oviedo 2024. Disponible online: https://hdl.handle.net/10651/71799
[3] Woods Ballard, B.; et al. The SUDS manual; CIRIA C753: London, UK, 2015; Disponible online: https://tinyurl.com/yxrjsyz4
[4] Andrés-Doménech, I.; et al. Sustainable Urban Drainage Systems in Spain: A Diagnosis. Sustainability 2021, 13, 2791.

Agradecimientos:
Al Ayuntamiento de Gijón y la Empresa Municipal de Aguas de Gijón S.A. (EMA) por la financiación a través del proyecto que permitió elaborar el Manual Técnico de SUDS. El equipo de trabajo agradece a la RedSUDS, el Observatorio de Soluciones Basadas en la Naturaleza, y las universidades de North Carolina State, Coventry y los Andes por su colaboración.

Plan para la implantación de SUDS en la ciudad de Granada: una propuesta metodológica

M.I. Rodríguez-Rojas[1]*, B. Moreno[1], G. Martínez[1], Manuel Navarrete[2], Jorge Hernández[2], A. Muñoz[3], *1*

Universidad de Granada, Gis4Tech2, EMASAGRA3

mabel@ugr.es

Resumen: El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una metodología que permita identificar los espacios urbanos donde es más conveniente implementar SuDS. Para ello se han analizado 3 criterios de intervención; la prioridad de intervención, es decir, la urgencia de integrar SuDS en la ciudad en base al riesgo de acumulación de agua de lluvia, la oportunidad existente en un espacio para ser intervenido mediante SuDS y la viabilidad o posibilidad de integrar un SuDS en un determinado lugar. La metodología propuesta se ha desarrollado mediante SIG y se ha aplicado a Granada como caso de estudio, pero puede aplicarse a otras ciudades de características similares.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

Metodología

ANÁLISIS

Análisis del planeamiento urbano	*Análisis físico del área de estudio*	*Análisis de la vulnerabilidad a la acumulación de aguas de escorrentía*

↓

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE SUDS

Índice de OPORTUNIDAD	*Índice de PRIORIDAD*	*Índice de VIABILIDAD*

↓

ÁREAS URBANAS PROPUESTAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SUDS EN LA CIUDAD DE GRANADA

Conclusiones

La metodología desarrollada mediante Sistemas de Información Geográfica permite identificar cuáles son las áreas más idóneas para la intervención mediante SuDS en una ciudad, utilizando los criterios de prioridad, viabilidad y oportunidad. Esta metodología se ha aplicado al caso de Granada, pero puede ser utilizada en otras ciudades dado el carácter general del proceso de planificación diseñado. Supone por tanto una herramienta que pueden usar planificadores y urbanistas en la tarea de identificar los lugares donde es más conveniente integrar SuDS, así como una recomendación sobre el tipo de SuDS más adecuado en cada lugar.

Criterios de intervención para la implantación de SuDS

Figura1. Índice de prioridad

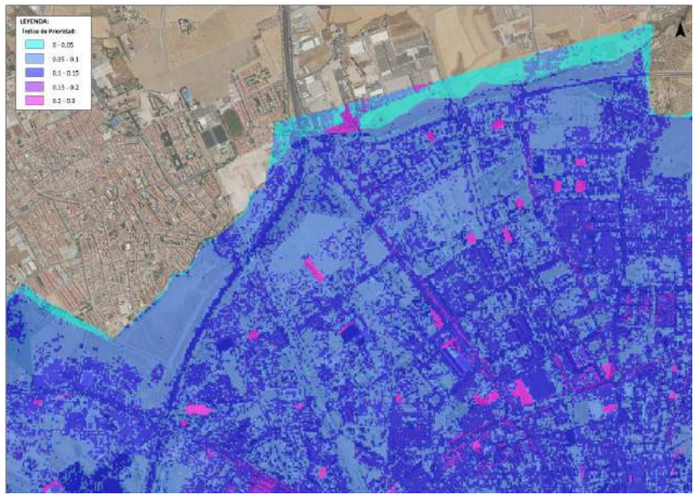
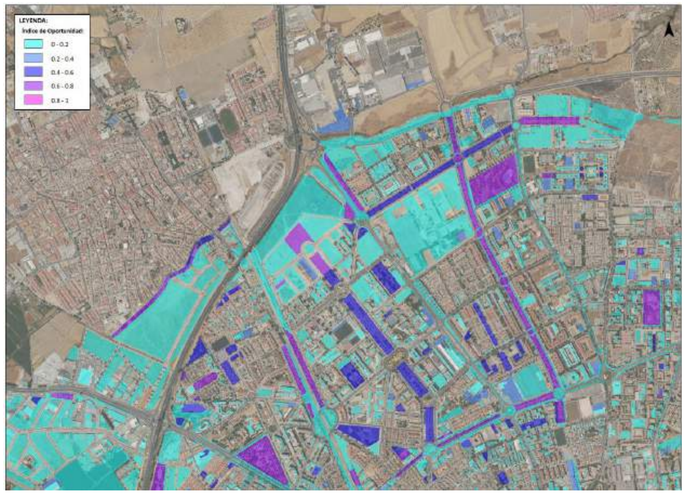


Figura2. Índice de oportunidad



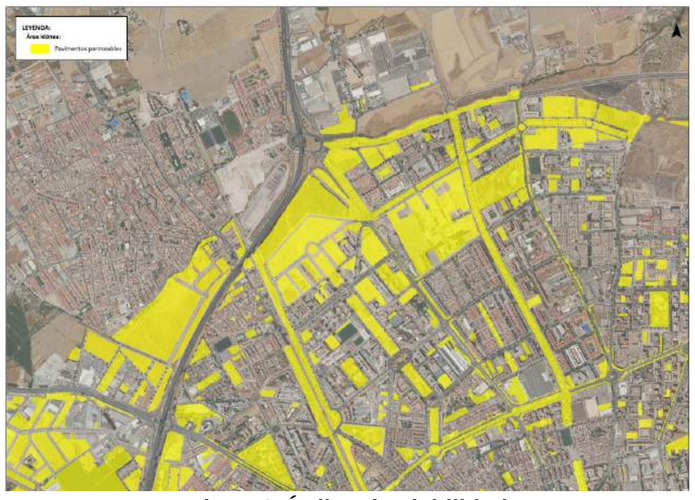


Figura3. Índice de viabilidad

Figura4. Áreas de intervención con SuDS

Modelización, diseño e implementación de SUDS para mejorar la calidad de la escorrentía urbana difusa y los vertidos puntuales residuales en Gran Canaria dentro del Proyecto NATALIE (Horizon Europe)

Jesús Soler[*1], Beniamino Russo [2], Rafael Herrera [3], Noelia Cruz-Perez [4], Joselin S. Rodriguez-Alcantara [4], Juan C. Santamarta [4], Alexis Lozano-Medina [5], Miguel Ángel Marazuela [6], Alejandro García-Gil [6]*

AQUATEC [1], UPC [2], CANARAGUA [3], ULL [4], CIEGC [5], CSIC-IGME [6]

***Autor para corrrespondencia: jesus.soler@aquatec.es**

Resumen: NATALIE es un proyecto de investigación de la Unión europea con el objetivo de acelerar la adopción de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en toda Europa. Uno de los casos de estudio, en Gran Canaria, tiene como objetivo mejorar la calidad de la escorrentía urbana difusa y los vertidos puntuales en tiempo de lluvia que llegan a la Reserva Natural Especial de Las Dunas de Maspalomas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. Con este fin, después de una fase de monitorización que ya cuenta con el despliegue de diferentes sensores, se está desarrollando un modelo de drenaje dual 1D/2D y un modelo hidrogeológico del ámbito que incluye el diseño de un área de bioretención para mejorar la calidad de la escorrentía urbana difusa y los vertidos de la red de saneamiento en tiempo de lluvia. En una fase sucesiva del proyecto se analizarán futuros escenarios climáticos y los co-beneficios sociales, ambientales y económicos de la solución planteada en un proceso de co-creación que cuenta con la participación de diferentes agentes locales.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

El proyecto NATALIE

NATALIE es un proyecto de investigación de la Unión Europea que contribuye a los objetivos de la Misión CLIMA sobre “Adaptación al cambio climático”. Está formado por un consorcio de 43 entidades comprometidas durante 5 años con el objetivo común de acelerar la adopción de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) en toda Europa, proporcionando evidencia de su eficiencia y compartiendo conocimiento científico a partir de sus casos de estudio (Figura 1).

El caso de estudio del barranco de Maspalomas (Gran Canaria) se centra en la mejora de la calidad de la escorrentía urbana difusa y los vertidos de la red de saneamiento en tiempo de lluvia a través el diseño y la implementación de un área de biorretención.

Figura 1. Casos de estudio de NATALIE

El caso de estudio de Gran Canaria

Situado en el sur de Gran Canaria, el municipio de San Bartolomé de Tirajana alberga la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Figura 2), un entorno natural con una fuerte presión turística. La contaminación urbana arrastrada por las aguas de lluvia a la charca de Maspalomas desde las áreas circundantes tiene efectos adversos en la fauna y flora local, lo que lleva a consecuencias graves en algunos casos.

Figura 2. Reserva natural especial de Maspalomas

El objetivo de este caso de estudio es reducir la carga de contaminantes producida por las aguas pluviales y las descargas del sistema de saneamiento (DSS) en la charca de Maspalomas mediante el desarrollo de sistemas de drenaje sostenible (SUDS) entre los cuales destaca un filtro de biorretención que recoge y trata las aguas de escorrentía de las calles adyacentes y los alivios del sistema antes de enviarlas a la laguna. Estas soluciones pretenden mejorar la calidad del vertido de la red al medio natural, aumentar la permeabilidad de la cuenca urbana, reducir las inundaciones y generar beneficios adicionales para la ciudad a través de la implementación de infraestructuras verdes.

Durante el primer año del proyecto, se ha lanzado una campaña de seguimiento para caracterizar la carga de contaminantes en varios puntos de la red de drenaje (Figura 3), techos, sumideros, pozos y puntos de alivios utilizando diferentes medidores y dispositivos de monitoreo (pluviómetro, piezómetros, limnímetros, toma-muestras automáticos, etc.). Estos datos se utilizarán para calibrar un modelo hidrológico-hidrodinámico 1D/2D, un modelo de calidad y un modelo hidrogeológico con el fin de validar las soluciones propuestas.

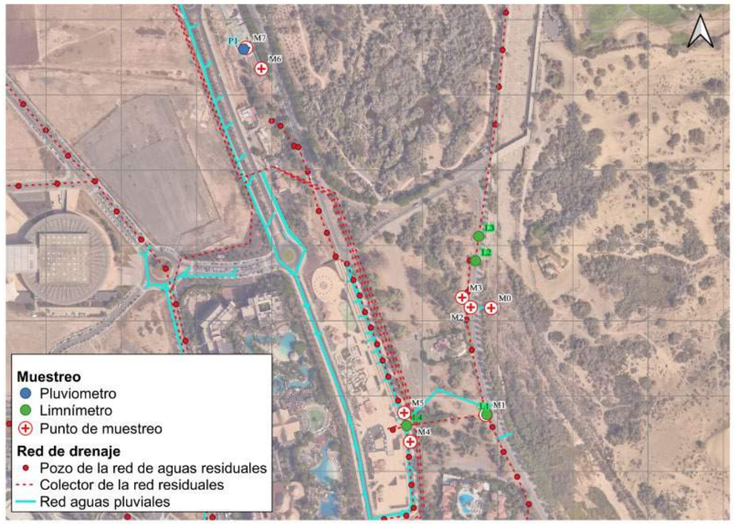


Figura 3. Campaña de monitorización

Estos modelos serán empleados también para evaluar los efectos de escenarios climáticos y socio-económicos futuros, a partir de las proyecciones del 6º informe del IPCC y de los desarrollos urbanísticos previstos. Además, se están evaluando los impactos económicos, sociales y ambientales, e implementando un proceso participativo de co-creación que será analizado en función de la información y el nivel de compromiso generados por los diversos grupos de interés.

Conclusiones y próximos pasos

Está bien fundamentado el creciente reconocimiento de las SbN como un enfoque multifacético para los desafíos climáticos en áreas urbanas y los riesgos climáticos relacionados con el agua. El proyecto NATALIE propone un marco metodológico para promover la implementación e integración de SbN en las estrategias de adaptación climática en diferentes regiones europeas, proporcionando evidencia tangible de sus diversos beneficios. La implementación de SUDS en Gran Canaria será respaldada por el desarrollo de varios modelos hidrológicos, hidrodinámicos, de calidad e hidrogeológicos, así como evaluaciones de impacto económico, ambiental y social, a lo largo del curso del proyecto.

Proyecto UP2030. Propuesta de SUDS para la construcción de un barrio resiliente a inundaciones

Montse Martínez*[1], David Suñer[1], Jesús Soler[1], Virgínia Domingo[2] y Judit Tarradellas[2]

1 AQUATEC (Grupo Agbar), 2 Ayuntamiento de Granollers

****Autor para corrrespondencia: montserrat.martinez@aquatec.es***

Resumen: El proyecto Horizon Europe UP2030 busca ayudar a las ciudades a alcanzar la neutralidad y resiliencia climática. En Granollers se desarrolla un piloto para un barrio climáticamente neutro y resiliente a inundaciones. Se realizó un análisis coste-eficiencia y multicriteria para seleccionar los sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS) más óptimos, modelizando diferentes alternativas para obtener indicadores de eficiencia. Los resultados muestran que para mantener las condiciones de escorrentía naturales actuales, es necesario implementar todas las SUDS seleccionadas. Las zanjas de infiltración y pavimentos permeables son más eficientes en reducción de escorrentía, mientras que las balsas y tejados verdes ofrecen mayores co-beneficios.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

El proyecto UP2030

El proyecto UP2030, del programa Horizon Europe, tiene por objetivo ayudar a las ciudades a impulsar las transiciones socio-técnicas necesarias para cumplir sus objetivos de neutralidad y resiliencia climática aprovechando la planificación y el diseño urbanos. El proyecto consta de 11 pilotos. Uno de ellos es Granollers, situada en la región metropolitana de Barcelona.

El objetivo del piloto de Granollers, liderado por AQUATEC y el Ayuntamiento de Granollers, es elaborar unas guías técnicas para el desarrollo de futuros barrios climáticamente neutros, resilientes y justos. Para ello se han utilizado diferentes herramientas tecnológicas y de co-creación para dar soporte a la planificación y diseño de estos espacios.

Una de las herramientas seleccionadas es el sistema de soporte a la toma de decisiones del proyecto RESCCUE que ha permitido seleccionar aquellas soluciones más eficientes para la construcción de barrios resilientes al cambio climático, concretamente frente a inundaciones y olas de calor en base a un análisis coste-eficiencia.

Metodología

Siguiendo los criterios y objetivos de resiliencia y neutralidad climática, se pre-seleccionaron los siguientes SUDS: tejados verdes, zanjas de infiltración, pavimentos permeables y balsas de infiltración, así como un depósito de retención de pluviales.

Para el análisis coste-eficiencia se utilizó el volumen de escorrentía y el caudal punta como indicadores de eficiencia, obtenidos a partir de una modelización en Infoworks ICM para diferentes escenarios: natural (sin urbanizar); business as usual (con urbanización y drenaje convencional) y resiliente (urbanización con SUDS o depósito). También se ponderaron los co-beneficios asociados a cada alternativa.

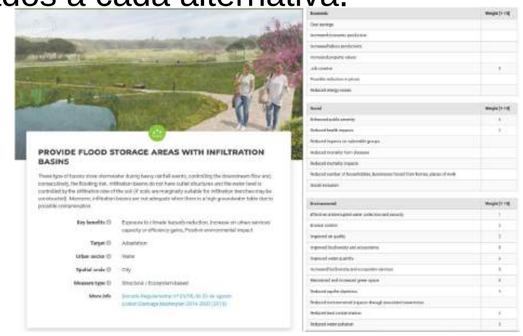


Figura 1. Medida de balsas de infiltración y ponderación de co-beneficios en la herramienta RESCCUE

Resultados y conclusiones

Los resultados del análisis coste-eficiencia han demostrado que: para conseguir las condiciones naturales es necesario implementar todas y cada una de las SUDS propuestas. Entre ellas, la zanjas de infiltración (en primer lugar) y los pavimentos permeables (en segundo lugar) son las medidas más eficientes en reducción del volumen de escorrentía, mientras que las balsas de infiltración y los tejados verdes son las que presentan mayores co-beneficios ambientales y sociales.

Figura 2. Resultados del análisis coste-eficiencia

Agradecimientos

El proyecto UP2030 se ha llevado a cabo gracias a la financiación de las acciones de innovación Horizon (Grant Agreement nº 101096405).

Co-funded by the European Union

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CARRIL DE ENSAYOS PARA EL ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS PERMEABLES

Christian Cazorla Baeza - Francesc Domingo
Departamento técnico de Breinco
ccazorla@breinco.com

Resumen: La pacificación/peatonalización de las ciudades son ya una realidad gracias a los últimos proyectos de regeneración urbana. Los pavimentos permeables deberían ser, por todos sus beneficios, una solución generalmente implantada en estos proyectos, sin embargo, son aún para muchos técnicos una solución desconocida. Breinco en colaboración con Smart Engineering y la Universidad Politécnica de Catalunya, comparten en este encuentro RedSuds 2025 los resultados de las pruebas realizadas en el carril de ensayos de Breinco, demostrando empíricamente el comportamiento y los beneficios de los pavimentos permeables en comparación con los sistemas constructivos tradicionales.

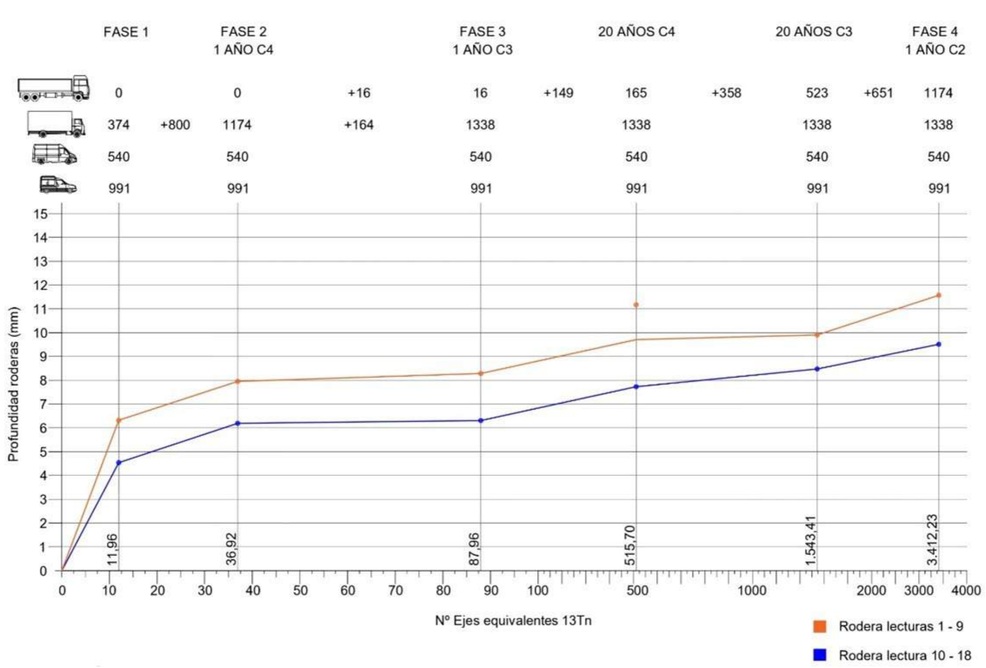
Línea temática: Planificación y experiencias colaborativas.

Sección 1

- Objetivo del proyecto
- Antecedentes
- Diseño del carril de ensayos
- Construcción del carril de ensayos

Sección 2

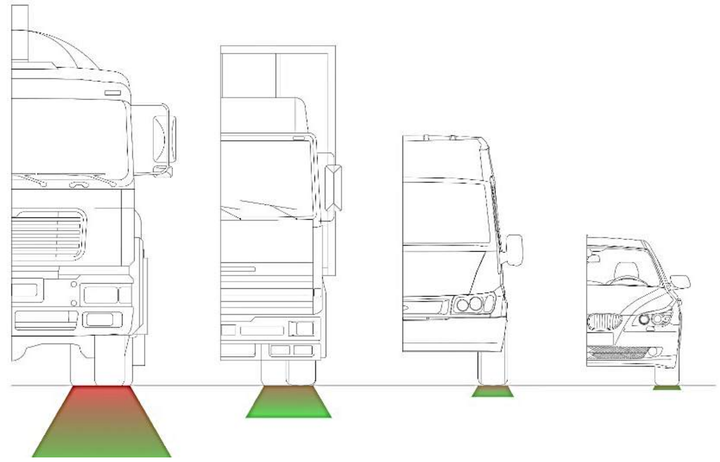
- Ensayos realizados
- Resultados obtenidos:
  - Gráficas comparativas de deformación
  - Gráficas comparativas de costes
  - Gráficas comparativas de impacto ambiental



Conclusiones

Los resultados de estudio empírico demuestran el óptimo comportamiento de los pavimentos permeables en condiciones de tráfico rodado y justifican la necesidad de romper con los prejuicios que técnicos y arquitectos tienen sobre su implantación.

Más allá de los beneficios relacionados con la permeabilidad, los pavimentos permeables suponen una solución más sostenible y económica que las soluciones tradicionales.



Bibliografía

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CARRIL DE ENSAYOS
PARA EL ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS
https://www.breinco.com/breincosmartblog/breinco-estudia-simulacion-de-sistemas-de-pavimentacion/

Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible en entornos históricos consolidados. Caso de estudio: Urbanización del entorno del Mercado Central en València

Elisabet Quintana Seguí*, Francisco Javier Pérez Bas

Universitat Politècnica de València

elquise@urb.upv.es

Resumen:

Línea Temática:
Casos de éxito nacionales e internacionales

La implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible en entornos históricos consolidados presenta múltiples desafíos.

El proyecto de urbanización del entorno del Mercado Central de Valencia ilustra estas dificultades, como la antigüedad y valor patrimonial de los edificios, el tráfico rodado, la desconfianza hacia sistemas alternativos y los retos de gestión y mantenimiento

Esta presentación analiza el proceso desde sus inicios hasta la ejecución final, destacando obstáculos, mejoras y logros.

El objetivo es fomentar una reflexión crítica para desarrollar soluciones innovadoras que equilibren la gestión urbana, la preservación patrimonial y la sostenibilidad.

FASE 1 Concurso

- Flujo sub-superficial
- Zanjas Drenantes
- Pavimentos Drenantes

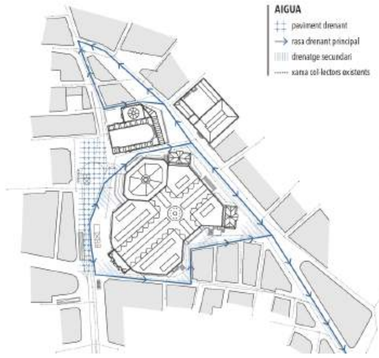


Figura 1. Propuesta de Gestión del agua

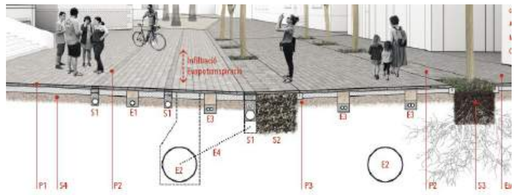


Figura 2. Sección Plaça del Mercat

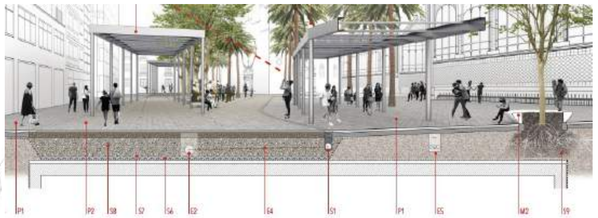


Figura 3. Sección Plaça Ciutat de Bruges

- La dinámica del agua ligada al diseño formal de la propuesta es uno de los principales argumentos del proyecto.
- La arqueología, el patrimonio y la antigüedad de los edificios del entorno hacen desestimar la utilización de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible de manera intensiva.
- Las aguas pluviales se recogen mediante sistemas de drenaje sostenible que se conectarán a la red existente.

FASE 2 Proyecto

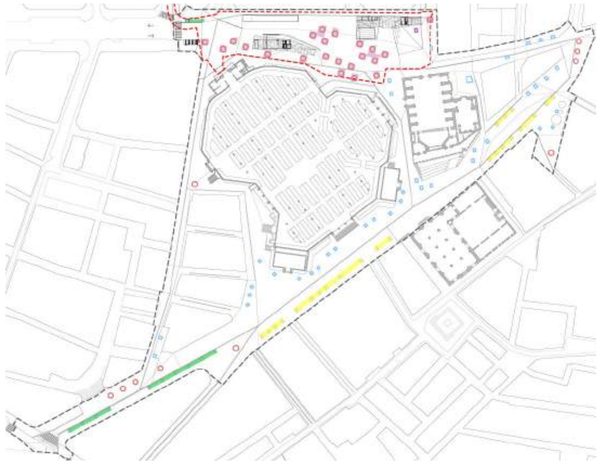


Figura 4. Planta zonas permeables proyecto de ejecución

- **En proyecto** finalmente se desestiman las zanjas drenantes y el pavimento drenante con flujo sub-superficial en la plaza situada sobre la losa de aparcamiento.
- Las soluciones aplicadas se limitarán a las que están vinculadas a la jardinería como son pavimentos drenantes y suelos estructurales.
- **En la ejecución** parte de las soluciones propuestas no se ejecutan en su totalidad y algunos de los pavimentos drenantes son substituidos por pavimentos convencionales.

FASE 3 Ejecución

Figura 5. Plaça del Mercat

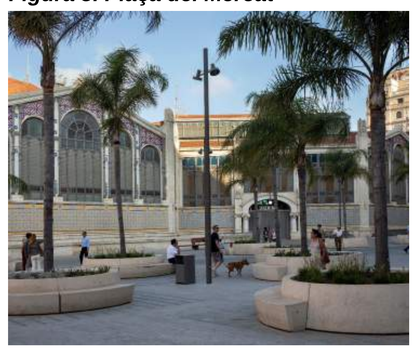


Figura 6. Plaça Ciutat de Bruges

Conclusiones

	FASE CONCURSO	PROYECTO	EJECUCIÓN/GESTIÓN
DIFICULTADES	• Altas expectativas • Pliego poco consensuado con los técnicos que informarán el proyecto	• Arqueología/ Patrimonio • Antigüedad de los edificios • Presión de uso del entorno • Tráfico rodado • Técnicos interlocutores poco especializados	• Implantación de nuevas soluciones urbanas • Falta de medios para la gestión • Falta de gestión especializada
OPORTUNIDADES	• Propuesta de soluciones innovadoras	• Concreción técnica de estas propuestas	• Visibilidad nuevas soluciones • Puesta en crisis de los sistemas de gestión
ACCIONES	• **Asesoría técnica para pliegos y jurados**	• **Investigación y experimentación de nuevas soluciones en entornos históricos.**	• **Ejecución de nuevas soluciones con seguimiento de resultados.** • **Gestión especializada**

Bibliografía

Bestard, A. (2012) *Suelo Estructural*. PAISEA, (021) *La Calle 2*, junio. ISSN 1887-2557.
Selga, J., Terricabras, A., Ibero, A. & Reus, M. (dir.) (2012) *Guia pre a la selecció d'espècies de verd urbà: arbrat viari*. Barcelona: Diputació de Barcelona. ISBN 978-84-9803-498-1.
Quintana, E. & Peñín, B. (2024) *Ordenación del entorno del Mercado Central de Valencia. Proyecto de urbanización para la regeneración urbana del entorno de la Plaza de la Ciudad de Brujas, Lonja de la Seda, Mercado Central e Iglesia de los Santos Juanes*. Planur-e, (15), otoño.
Quintana, E., Peñín Arquitectos SLP & Espinás i Tarrasó SCP (2022) *Entorno plazas Mercat y Brujas. València*. PS Paisea, (17) *Espacio Público en la Comunidad Valenciana*, julio. ISSN 1887-2557.

Sinergias y retos en la implantación de Planes Directores de SUDS: Caso de estudio del municipio de Reus

M. Cinta Plana Obrado[1], Sara Perales Momparler[2], Alejandro Roldán Valcarce[2*]

[1]Ajuntament de Reus, [2]Green Blue Management

****Autor para correspondencia: arvalcarce@greenbluemanagement.com***

Resumen: Implantar Planes Directores de SUDS es una estrategia clave para mejorar la resiliencia del drenaje urbano frente a los desafíos que plantean el cambio climático y la expansión urbana. En el marco del proyecto RENATUReus, se desarrolla un Plan Director con una metodología basada en las sinergias con planes y actuaciones relacionados que repercuten en las soluciones y viceversa. De esta manera, se optimiza la gestión del agua pluvial y reducir el riesgo de inundación, a la vez que se maximizan los beneficios ecosistémicos. La metodología, basada en el análisis geoespacial, incluye la identificación de áreas problemáticas, la selección de soluciones adaptadas y la priorización de estas atendiendo a un análisis multicriterio.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas.

Introducción

El municipio de Reus enfrenta importantes desafíos debido a los efectos del cambio climático y la impermeabilización asociada a la urbanización, lo que hace necesario mejorar la resiliencia de su infraestructura de drenaje. En respuesta, el proyecto RENATUReus impulsa la renaturalización urbana a través de la planificación y la implementación progresiva de infraestructura verde y azul, promoviendo la sostenibilidad y la adaptación climática.

Dentro de este marco, la implantación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) es clave para para reducir la contaminación de los medios receptores, el riesgo de inundación pluvial, y aumentar los servicios ecosistémicos en la ciudad.

Para asegurar la efectividad de las soluciones es importante llevar a cabo una adecuada planificación y priorización de las mismas. Es en este punto donde el Plan Director de SUDS constituye una herramienta estratégica con la capacidad de analizar las soluciones desde una perspectiva holística.

RENATUReus compta amb el suport de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marc del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), finançat per la Unió Europea - NextGenerationEU

Figura 1. Estado actual de la rotonda de Av. de Riudoms.

Figura 2. Infografía de la propuesta de SUDS en la rotonda de Av. de Riudoms.

Sinergias y Retos

El desarrollo metodológico general del Plan Director se basa en la identificación de las áreas con problemas de inundación pluvial, para seguidamente analizar las características de los espacios de oportunidad, y definir qué SUDS son viables en cada caso. A continuación, se evalúan los servicios ecosistémicos y se escogen los tipos de SUDS que más se ajuste a las necesidades. Por último, mediante un análisis multicriterio, se establece la priorización de las distintas actuaciones y soluciones a nivel municipal.

Es importante que, en la aplicación de esta metodología, se tengan en cuenta sinergias con planes y actuaciones en materia de urbanismo, saneamiento y biodiversidad. Estas vinculaciones generan retos en la implementación y diseño de los SUDS, de forma se conciba desde un enfoque poliédrico.

Como ejemplo de sinergias entre otras acciones y planes, se destaca la conversión de la rotonda de la Avenida Riudoms, en un área de biorretención que amortiguará las inundaciones en los viales aledaños (Figura 1 y 2).

Metodología para la determinación a escala local de los volúmenes de cantidad y calidad en el diseño de sistemas de drenaje urbano sostenible. Aplicación a la ciudad de Palma

Pau Estrany Planas*, **Pablo Blanco | EMAYA**
pestrany@emaya.es

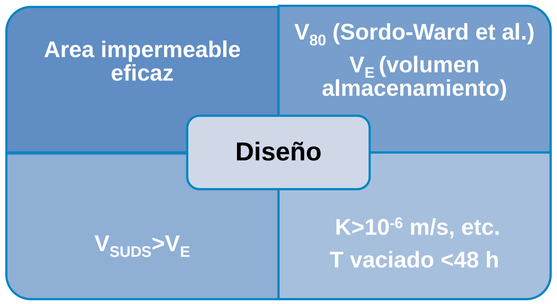
Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
Ajuntament de Palma
EMAYA

Resumen: Presentamos una nueva metodología que propone el empleo de pluviómetros locales para mejorar la distribución espacial de la lluvia y adapte los criterios de diseño de los sistemas a las condiciones de referencia del lugar en el que se pretenda instalar. Para ello, se plantea el uso de la herramienta RainFA para la homogeneización temporal y el depurado de las series temporales de precipitación, así como la agrupación de estaciones homogéneas (generación de *clusters*), que permitan la generación de mapas *raster* de precipitación V80 y V90 a escala local y sean de referencia para el diseño de SUDS. Digital agua “hacia un uso inteligente de agua” (expediente PCAUII00169)

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Sección 1

Guías de referencia: Diseño local



Area impermeable	Ámbito proyecto
V_{80} /V_{90}	Regional
VE	Ámbito proyecto
Impermeabilidad	Ámbito proyecto

Figura 1. Esquema diseño SUDS en Guías de referencia

Figura 3. Mapa localización estaciones AEMET y Balearsmeteo sobre grafico de lluvia diaria (T=10 años) del IDEIB.

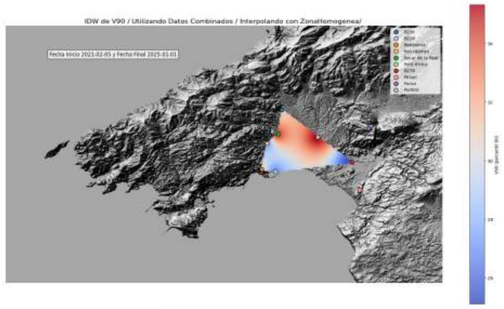
Caso estudio Palma: resultados

No.	Name	All	Ward group	W. Group*
1	El Pil·lari	x	-	-
2	La Bonanova	x	x	x
3	Pòrtol	x	-	-
4	Son Rapinya	x	x	x
5	Pont d'Inca	x	x	x
6	Puntiró	x	-	-
7	Secar de la Real	x	x	x
9	B228	x	x	x
10	B236	x	x	x
11	B278	x	-	x
Heterogeneity for different minimum daily precipitation				
Pd $\geq$ 0.2 mm		9.74	3.61	3.69
Pd $\geq$ 0.4 mm		2.72	0.79	0.56
Pd $\geq$ 1 mm		-0.04	0.97	0.59
Pd $\geq$ 2 mm		-0.66	0.37	0.14

Tabla 1. Resultados heterogeneidad

Type of event	Daily rainfall intensity (mm/day)	CSI Value	Rank
No rain	< 1 mm	0.84	5º
Light rain	[1,5) mm	0.51	1º
Moderate rain	[5,20) mm	0.62	1º
Heavy rain	[20,40) mm	0.44	26º
Violent rain	$\geq$ 40 mm	0.7	15º

Tabla 2. Resultados precisión según tipología evento del WMO



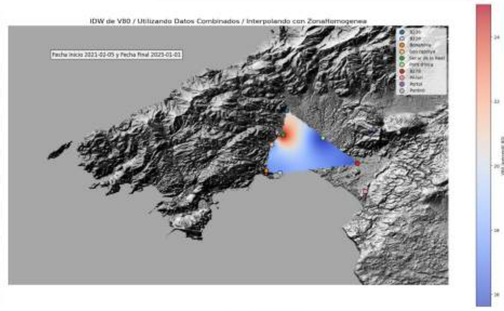


Figura 5. Raster V_{90} dentro de región homogénea

Figura 4. Raster V_{80} dentro de región homogénea

V_{80} /V_{90} IDW - Metodología RainFA

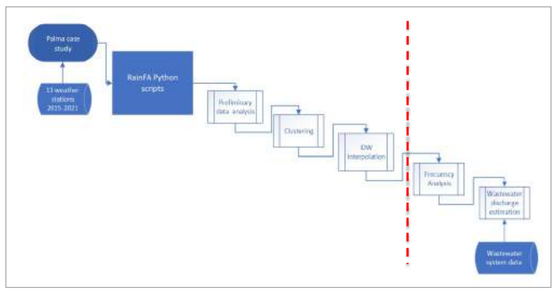


Figura 2: Diagrama de flujo de la metodología adoptada

https://github.com/vielca/RainFA

- ***Preliminary data analysis**: homogenización y análisis de control de calidad*
- ***Clustering:***
  - *Numero de clusters (Silhouette widths y Mantel)*
  - *Clusterización: dendograma de Ward*
  - *Región homogénea: Discordancia (Di), Homogeneidad (H)*
  - *Homogéneas*
- ***IDW:*** Interpolación para la distribución geoespacial y temporal de la precipitación dentro de las regiones homogéneas

Conclusiones

1. La regionalización permite definir regiones homogéneas donde la interpolación con IDW muestra un excelente comportamiento.
2. Aproximación que permite ajustarse mejor a los condicionantes locales.
3. Posibilidad de adjuntar mapas de V_{80} a las guías municipales.

Bibliografía

[1] Ayuntamiento de Madrid. 2018. Guía Básica de Diseño de Sistemas de Gestión Sostenible de Aguas Pluviales en Zonas Verdes y otros Espacios Públicos. pp. 72.
[2] Sordo Ward, Álvaro Francisco, et al. Influencia de la precipitación en el diseño de SUDS. *Revista de Obras Públicas* 3607.3607 (2019): 28-31.
[3] Hosking, J. R. M. and Wallis, J. R. Regional frequency analysis: An approach based on L-moments, Cambridge, England. Cambridge University Press, 1997.
[4] Estrany-Planas, P., Blanco-Gómez, P., Orihuela-Martínez, J., Ortiz-Vallespí, J.I., Vilarrasa, V. 2025. Regional frequency analysis using L-moments for determining daily rainfall PDF and estimating the annual wastewater discharges. HESS (En revisión).

IMPLEMENTACIÓN DE DRENAJES SOSTENIBLES EN UNA NUEVA URBANIZACIÓN EN SANT JOAN DESPÍ, BARCELONA

David Matellanes Romero, Almudena Barona de la Fuente,

Equipo de Agua en Arup España

David.Matellanes@arup.com; Almudena.barona@arup.com

Resumen: No siempre que se pretenden implementar sistemas de Drenaje Sostenible en zonas urbanas se tienen todos los factores a favor. En nuestro caso, nos encargaron el diseño de una urbanización nueva en una zona brownfield de la localidad de Sant Joan Despí. A pesar del criterio municipal, preocupado por la cuestión del mantenimiento futuro, y a pesar de los condicionantes físicos de la parcela, con unas pendientes enormes y un subsuelo arcillosos en el que tras profundizar hasta 45 m no se encontró nivel freático, pudimos finalmente proponer una solución Sostenible a la gestión del agua de lluvia de forma integrada con el paisajismo y los criterios de sostenibilidad de nuestro cliente.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

1. Introducción

Se nos presenta un Proyecto de urbanización de una parcela que hasta ahora ha tenido uso industrial, pero que actualmente se encuentra desmantelada. Por otro lado, se está tramitando su cambio de uso como parcela para usos residenciales y terciarios.

Tras una campaña geotécnica intensiva se descubre que el suelo existente está formado por arcillas limosas con muy baja permeabilidad y que los sondeos hasta 45 m de profundidad no han encontrado nivel freático, con lo que se descarta un Sistema de Drenaje que infiltre el agua al subsuelo. No obstante, y puesto que se pretende gestionar el agua de lluvia en el sitio se plantean técnicas SUDS para atenuar el pico de lluvia y retener el agua, permitiendo su almacenamiento y su reutilización como agua de riego, tratando de llevar al sistema general el menor volumen de agua de lluvia posible.

También se plantea un proyecto más ambicioso si cabe, que trata de reutilizar el agua de lluvia como agua para los inodoros en las viviendas, quedando esto supeditado a las aprobaciones municipales.

2. Los SUDS propuestos

Se han propuesto en el Proyecto:

- Zanjas de infiltración
- Alcorques filtrantes
- Terrazas de retención de agua
- Jardines inundables
- Depósito de agua enterrado con celdas de polietileno

Figura 1. SUDS propuestos en el proyecto

3. Conclusiones

- Siempre es posible implementar un Sistema SUDS. Además de posible es siempre más económico y por supuesto, más sostenible.
- Las posibilidades de integrar un sistema SUDS en el paisaje y medio natural son infinitas, por lo que con un poco de imaginación se pueden crear espacios verdes atractivos, polivalentes e innovadores.

Figura 2. Planta de zonas verdes del proyecto

Técnicas de socio-ingeniería para la gestión de aguas pluviales en Ghana

Ebenezer Yiwo 1, Daniel Jato-Espino 2*

1 Universidad de Cantabria; 2 Universidad Internacional de Valencia – VIU

Autor para corrrespondencia: djato@universidadviu.com

Resumen: Como contribución a mejorar la gestión de las inundaciones en Ghana, agravadas por el cambio climático, este estudio distribuyó un cuestionario para capturar las perspectivas de las principales partes interesadas acerca de este problema. Dado que la falta de permeabilidad del terreno fue destacada como causa principal de las inundaciones, se diseñó y testeó un pavimento de hormigón permeable (PCP) que incorporaba cáscaras de palmiste, un residuo masivo en Ghana, como árido grueso. Los PCP demostraron una permeabilidad significativa y una capacidad mecánica competente, postulándose como una opción prometedora para la gestión sostenible de las inundaciones en el país.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

Introducción

A pesar de diversos esfuerzos gubernamentales, las **inundaciones** en **Ghana** siguen **creciendo**. Es necesario captar las **opiniones** poblacionales (enfoque **social**) y desarrollar **soluciones** estructurales al respecto (enfoque **experimental**). Se identificaron dos brechas de conocimiento:

- Diseño de **enfoques mixtos** de captación de **percepciones** con prisma social y técnico.
- Uso de **cáscaras de palma** de la variedad “dura” como **áridos alternativos** en PCP.

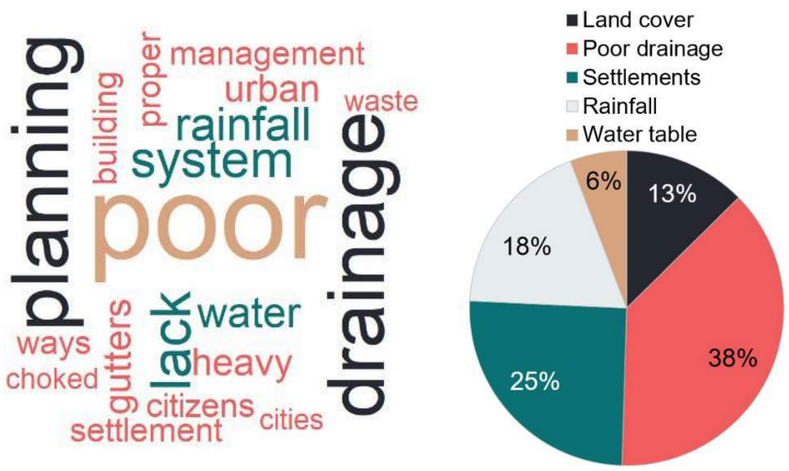


Figura 1. (a) Nube de palabras con las principales causas de inundación según los participantes (b) Factores que contribuyen a incrementar las inundaciones en Ghana

Metodología

Se realizó una **encuesta** a **actores clave** (ciudadanos, técnicos, voluntarios, académicos y políticos) para identificar **causas** y **soluciones** a las **inundaciones** (Figura 1). Posteriormente, se analizaron en laboratorio **mezclas** de **PCP** con **reemplazos** de áridos gruesos por **PKS** (0%, 25% y 100%), evaluando sus propiedades **mecánicas** y de **permeabilidad** (Figura 2).

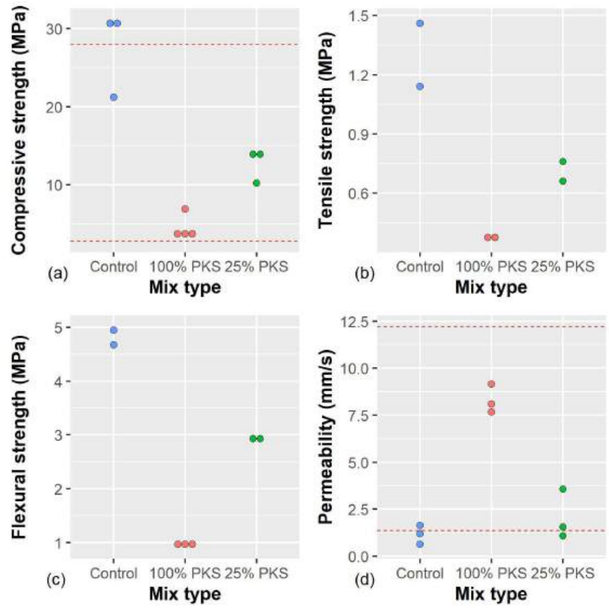


Figura 2. (a) Resistencia a compresión (b) Resistencia a tracción (c) Resistencia a flexión (d) Permeabilidad de las muestras de PCP

Resultados

Los resultados de la encuesta señalaron a la **impermeabilización** del **suelo** como principal causa de inundaciones, con los **políticos** siendo quienes menos reconocen este aspecto. En los ensayos de **laboratorio**, las **mezclas** con **PKS** mostraron una **mayor permeabilidad**, aunque con **resistencias** mecánicas más **bajas**.

Conclusiones

La **unión** del análisis **social** y **experimental** sugiere que los **PCP** con **PKS** son una **solución sostenible** para mitigar las **inundaciones** urbanas en **Ghana**. Se recomienda fomentar **políticas** públicas para integrar **infraestructuras verdes** y promover el uso de **materiales locales** sostenibles en la construcción.

Bibliografía

[1] A. Almoradie, M.M. Brito, M. Evers, A. Bossa, M. Lumor, C. Norman, Y. Yacouba, J. Hounkpe, Current flood risk management practices in Ghana: Gaps and opportunities for improving resilience, J Flood Risk Management. 13 (2020). https://doi.org/10.1111/jfr3.12664.

[2] E. Khankhaje, M.R. Salim, J. Mirza, M.W. Hussin, M. Rafieizonooz, Properties of sustainable light-weight pervious concrete containing oil palm kernel shell as coarse aggregate, Construction and Building Materials 126 (2016) 1054–1065. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.01.

Evaluación Preliminar de la Idoneidad y Eficacia de las Soluciones Basadas en la Naturaleza para Mitigar las Inundaciones Urbanas

Eduardo GARCÍA [1], Beatriz TEJERINA [1], Manuel Del JESÚS [1], Jorge ROJO [1]*, Luis C. LORENZO [1], César ÁLVAREZ [1]

1. Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. IHCantabria

rojoj@unican.es

Las SBN engloban una amplia gama de tecnologías e infraestructuras que están ganando terreno en la gestión del agua urbana; si bien sigue habiendo resistencia a su uso, entre otros motivos, por la incertidumbre sobre sus efectos en la mitigación de las inundaciones. Con este trabajo se pretende proporcionar un marco metodológico para evaluar el potencial de una ciudad o área urbana en su conjunto para implementar SBN de diferentes tipos y estimar, de manera preliminar pero cuantitativa, el impacto de dicho paquete de medidas en términos de reducción de caudales.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Objetivo

Proporcionar un **marco metodológico** y un **software numérico** de código abierto asociado para cuantificar el efecto combinado de un paquete de SBN (incluyendo varias tipologías) en una ciudad, en términos de reducción de los picos de caudales asociados a un período de retorno determinado.

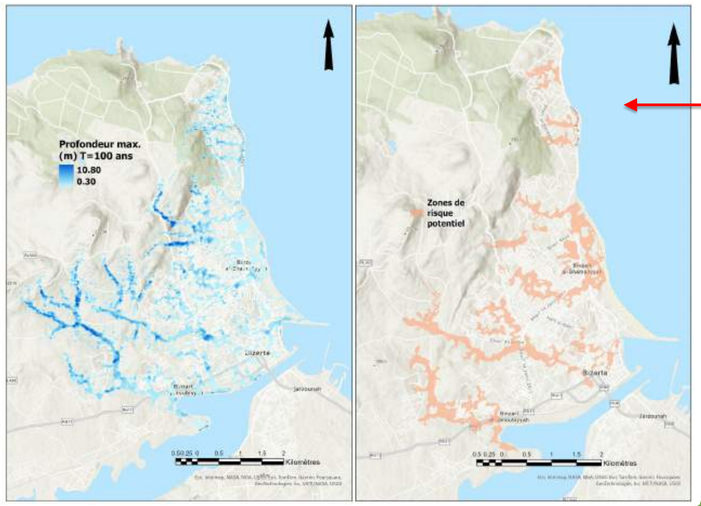


Figura 1. Resultados del modelo de inundación para la profundidad máxima del agua y zonas de riesgo potencial en la ciudad de Bizerta

Metodología

1. Definición de la zona de estudio y datos básicos
2. Caracterización del peligro de inundación
3. Definición de las **zonas de riesgo de inundación**
4. Evaluación de las **características urbanas** relacionadas con las SBN
5. Definición de las **tasas de implantación** de SBN
6. **Medición y coste** de las SBN potenciales
7. **Evaluación de los efectos** de reducción del riesgo. **SBN-Cal**

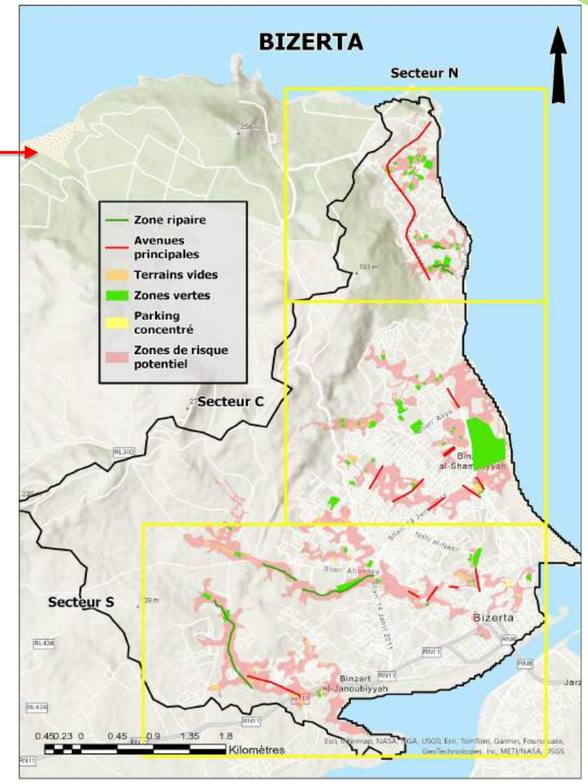


Figura 2. Características urbanas y propuesta de implantación de SBN en Bizerta

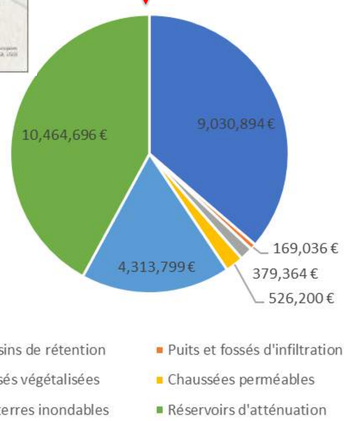


Figura 3. Presupuesto estimado de implantación de SBN en Bizerta

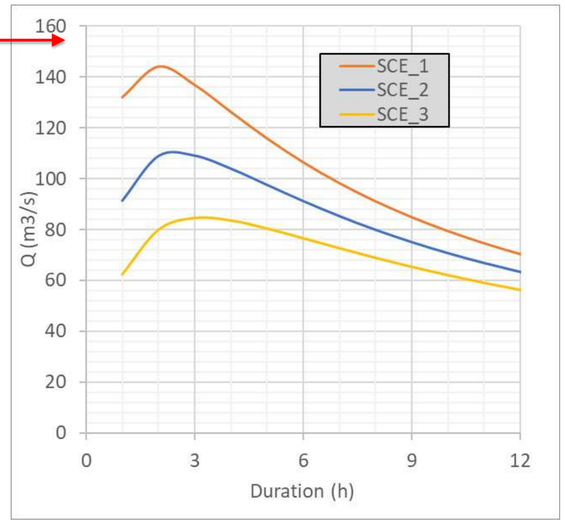


Figura 4. Caudales punta totales en Bizerta para T=100 años y diferentes duraciones

SCE_1: Situación actual
SCE_2: Implantación del 50% de las SBN
SCE_3: Implantación del 100% de las SBN

Conclusiones

La metodología anterior y el modelo numérico SBN-Cal asociado se han desarrollado para obtener el efecto potencial de las SBN en la reducción de las inundaciones urbanas de forma aproximada pero cuantitativa; sin requerir la definición exacta de la ubicación y geometría de cada una de las soluciones propuestas, y evaluando a nivel de planificación o prediseño su coste y eficiencia.

Proyecto piloto de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible junto al ámbito de actuación del proyecto Madrid Nuevo Norte

Manuel de Pazos Liaño[1], Raúl López Santamaría[1], María Soledad Checa Sánchez[1], Ricardo Corrales Baruque[2], Sara Perales Momparler[3] y Miguel Rico Cortés[3]*

[1]Ayuntamiento de Madrid; [2]Crea Madrid Nuevo Norte; [3]Green Blue Management

Autor para correspondencia: miguel.rico@greenbluemanagement.com

Resumen: El objetivo fundamental del proyecto piloto de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) es evaluar el potencial de tratamiento de dos de las tipologías más versátiles y con mayor facilidad de integración en entornos urbanos: los jardines de lluvia de biorretención y los pavimentos permeables. Para lograr este objetivo, se han construido dos pilotos de estos SUDS en un entorno urbano consolidado, junto al ámbito del desarrollo urbanístico Madrid Nuevo Norte (MNN), y se está procediendo a tomar muestras de sus efluentes durante los episodios de lluvia, analizando los contaminantes presentes y comparándolos con los de otras escorrentías que no han sido tratadas.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Introducción y objetivos

El proyecto piloto de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) nace con el objetivo de evaluar el desempeño, en términos de cantidad y calidad de las escorrentías, de los jardines de lluvia de biorretención y de los pavimentos permeables.

Para ello, se han construido dos pilotos de estas tipologías de SUDS en la isleta entre las calles Agustín de Foxá y Mauricio de Legendre (junto a MNN), además de un imbornal de control para toma de muestras de escorrentía sin tratar.

Figura 1. Jardín de lluvia de biorretención durante un evento de lluvia.

Características de los pilotos

El jardín de lluvia de biorretención consiste en un parterre vegetado ligeramente deprimido respecto a la calzada adyacente, cuya escorrentía ingresa a través de los bordillos discontinuos (Figura 1). La selección de vegetación y del medio filtrante favorecen la retención de contaminantes y reducen la escorrentía. Su ubicación, junto a un paso de peatones en lo que previamente era una plaza de aparcamiento, mejora además la seguridad vial.

Por otro lado, el piloto de pavimento permeable está compuesto por adoquines permeables por junta, asentados sobre gravillín, geotextil, una capa de hormigón poroso y gravas (Figura 2).

Figura 2. Pavimento permeable por junta.

Fase de monitorización

Tanto las aguas filtradas por ambos SUDS, como la escorrentía recogida por el imbornal de control, se conducen a sus respectivas arquetas de monitorización (Figura 3), donde se toman muestras para su análisis en el laboratorio y se miden los caudales circulantes mediante sensores de nivel y un vertedero triangular en V .

Figura 3. Arqueta de monitorización del imbornal de control.

En el laboratorio se analizan parámetros físicos, químicos y biológicos que permiten cuantificar la mejora en la calidad del agua tras su paso a través de los SUDS en comparación con la escorrentía recogida por el imbornal de control.

Los resultados del proyecto servirán para adecuar el diseño de los SUDS a incorporar en MNN, pudiendo replicarse a toda la ciudad.

Caracterización del agua de escorrentía contaminada en un parque industrial y su tratamiento con Soluciones Basadas en la Naturaleza(NBS) : Proyecto WATERUN.

S. Gómez-Cuervo, E. Pancorbo, A. Pazos, P. Villar, J.A. Álvarez, L. Herrero.

AIMEN Centro Tecnológico, O Porriño (Pontevedra)

Autor para correspondencia: santiago.cuervo@aimen.es

Resumen: Dentro del proyecto WATERUN se caracterizó la contaminación del agua de escorrentía del polígono industrial de Sionlla, en Santiago de Compostela. Se estudiaron más de 10 eventos de lluvia en diferentes periodos del año, monitorizando los contaminantes presentes. Para reducir el impacto de estos contaminantes se ha puesto en marcha un sistema piloto de biorremediación (humedal vertical combinado laguna de flujo superficial libre) y dos SuDs que trata el agua de escorrentía reduciendo materia orgánica, iones, metales pesados, hidrocarburos, microplásticos y patógenos.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Caracterización agua escorrentía

Introducción: Se estudiaron 11 eventos de Lluvia, recogiendo muestra combinada del agua de escorrentía de 250 m2 del polígono industrial. Se analizaron estas muestras.

Métodos: Se realizó un muestreo del primer "flush", recogiendo 6 Litros de muestra correspondiente a los primeros litros de agua de arrastre. En el laboratorio se analizaron los contaminantes siguiendo métodos estandarizados.

Resultados: En los resultados se detectaron variaciones en las concentraciones, observando amplios rangos de contaminantes. Principalmente se detectaron eventos de concentraciones excesivamente altas de materia orgánica, nitrógeno (NH_4^+ y NO_3^-) e iones (especialmente Cl^- y Na^+ y $SO4^{2-}$). De manera continuada se detectaron concentraciones significativas para metales pesados -Zn, Cu, Ti-, microplásticos, así como presencia de hidrocarburos policíclicos aromáticos y patógenos.

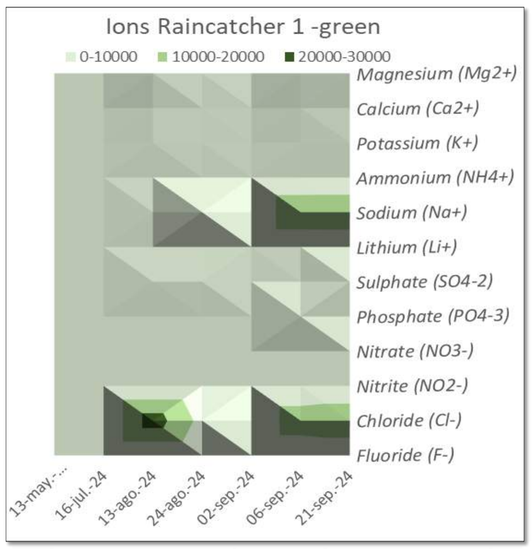


Figura 1. Iones detectados en agua de escorrentía en campaña de verano

Figura 2. Fotografía de NBS (izquierda) y los SuDs (derecha)

NBS para tratar agua escorrentía

Las NBS en funcionamiento son un humedal vertical combinado con laguna flujo libre que elimine tanto compuestos orgánicos (tratmiento biológico) como inorgánicos (sólidos y partículas) con altos tiempos de retención.

En otro punto dos Sistema de Drenaje sostenible se construyó para mejorar la eficiencia del tanque de tormenta

Conclusiones

Se ha demostrado la necesidad de tratar el agua de escorrentía antes de verterla a cauce. Los sistemas NBS y SuDS son las mejores opciones para tratar el agua de escorrentía debido a su eficacia frente a todo tipo de eventos de lluvia y su bajo mantenimiento y opciones de descentralización.

Agradecimientos

WATERUN (2022-2026) ha recibido financiación de la Unión Europea desde le programa Horizonte Europe bajo el acuerdo nº 101060922.

Funded by the European Union

El Proyecto LIFE GreenLED: Tratamiento de aguas pluviales mediante tecnología LED y soluciones basadas en procesos naturales para su reutilización en ciudades resilientes

Daphne Hermosilla 1, Joshua Gallegos 2, Raúl López Santamaría 3, Javier Munárriz 4, Ana Hernández 5, Ana Martín 6, Virginia Muelas 1, Guillermo Godino 4, Sofía Rodríguez Sotos 3, Antonio Gascó 1, Manuel de Pazos 3, Javier Pinedo 5, Karina Peña 2

1 Universidad Politécnica de Madrid, 2 Field Factors, 3 Ayuntamiento de Madrid, 4 CA14 Arquitectura , 5 Apria Systems, 6 Los Ahijones

****Autor para correspondencia: daphne.hermosilla@upm.es***

Resumen: El proyecto LIFE GreenLED está desarrollando e implementando una solución escalable para el suministro seguro de agua de lluvia y regenerada de depuradora urbana. La tecnología desarrollada integra el sistema circular de agua BlueBloqs, que aplica tecnologías de biofiltración y fitorremediación, junto con desinfección UVC LED de bajo consumo de energía y alta eficiencia de tratamiento. GreenLED contempla la construcción de varias instalaciones de demostración, incluyendo una en el desarrollo urbanístico de Los Ahijones de Madrid, cuyo objetivo persigue validar el suministro de agua segura y de calidad para satisfacer la creciente demanda urbana de agua segura, reduciendo el uso de agua potable.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

Introducción

Las ciudades tienen que adaptarse a las previsiones del cambio climático, que incluyen sequías y lluvias más intensas, por ejemplo, aumentando las zonas verdes que permitan combatir el estrés térmico o instalando SuDS que atenúen los episodios de inundación y aumenten la disponibilidad de agua. Asimismo, la reutilización de otros recursos de agua alternativos, como el agua regenerada, para el suministro sostenible de agua segura es clave para que las ciudades europeas sean más resilientes y sostenibles.

GreenLED implementará un diseño de sistema circular de agua en Los Ahijones, un desarrollo urbano del sureste de Madrid con 944.976m^2 de zonas verdes donde también se instalarán SuDS del tipo pavimento permeable y alcorques de retención para captar, retener e infiltrar localmente agua de lluvia.

El Proyecto

El proyecto LIFE GreenLED creará una fuente de agua sostenible para un estanque urbano que incluya agua de lluvia recogida en zonas verdes y agua regenerada de EDAR. Un tanque de retención subterráneo de 112 m³ almacenará el agua de lluvia que luego será tratada por el biofiltro BlueBloqs y radicación UVC LED. El agua tratada abastecerá un estanque ornamental, cubriendo una demanda de evapotranspiración de hasta 240 m³ anuales.

La circulación continua de agua a través de una cascada integrada en el biofiltro mejorará la aireación del agua, reducirá el crecimiento de algas y creará confort visual y térmico dentro del parque que alberga el sistema instalado.

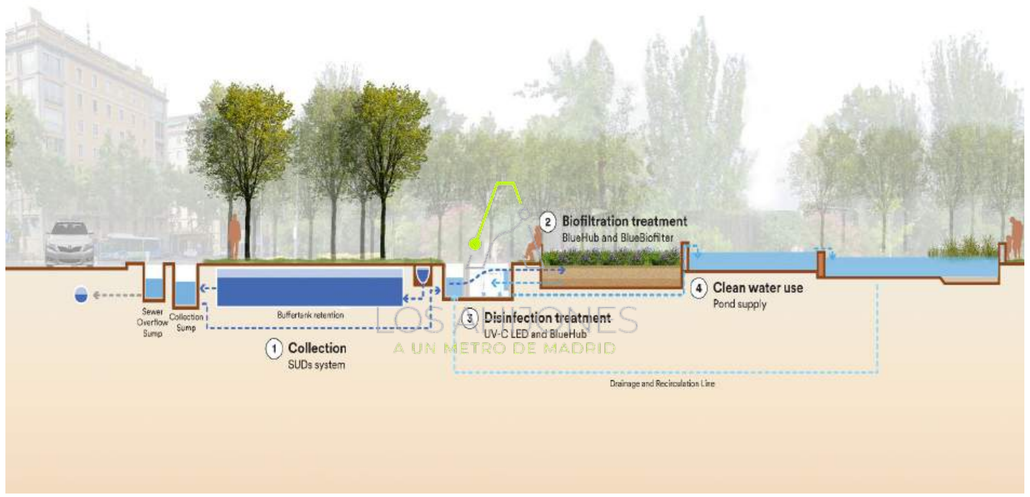


Figura 1. Esquema del tratamiento de aguas propuesto por LIFE GreenLED en Los Ahijones.

El tratamiento de biofiltración, fitorremediación y UVC LED eliminará contaminantes como nutrientes, materia orgánica, emergentes y patógenos, tal y como se está demostrando a escala de laboratorio en el proyecto, permitiendo mejorar y mantener la calidad y seguridad del agua tratada para su uso en el estanque, así como para otras futuras aplicaciones de más calidad.

Conclusiones

El sistema está demostrando su eficacia en el tratamiento de agua de lluvia y regenerada mediante la integración de los sistemas BlueBloqs y UVC LED, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad del uso de los recursos hídricos.

"The LIFE GreenLED Project has received funding from the European Union's LIFE Programme under grant agreement LIFE22-CCA-NL-101114560. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or The European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."

Retos y oportunidades: Implantación de SUDS

Modificación del RDPH y nueva Directiva (UE) de aguas residuales

Antonio Lastra de la Rubia. Jefe del Área Desarrollo Innovación.
Canal de Isabel II.
alastra@canal.madrid

Abstract

Los SUDS transforman la gestión del agua urbana, mejorando la sostenibilidad y la resiliencia climática. La nueva normativa acelera su implantación, pero aún persisten retos normativos, técnicos y de mantenimiento que requieren soluciones urgentes.

Marco Legal

R.D.P.H. - RD 665/2023

OBJETIVOS
- Protección aguas de escorrentía urbanas. + Calidad
- Reducir % de agua de escorrentía urbana en red de drenaje. - Volumen

MEDIDAS PREVENTIVAS
- Evitar entrada de escorrentía en colectores.
- Garantizar recogida y tratamiento de la escorrentía antes de su llegada a masas de aguas receptoras.
- Nuevas infraestructuras → Priorizar SUDS.

RENDIMIENTO HIDRÁULICO: Indicador de control mínimo exigido para valorar la eficacia de las medidas de implantación en sistemas asociados a cada aglomeración urbana sobre la reducción de contaminantes en eventos de precipitación.

$$\eta\, Hid = \frac{Vol_{infiltrado} + Vol_{gestión\ EDAR}}{Vol_{infiltrado} + Vol_{escorrentía} + Vol_{residual\ doméstica}}$$

Directiva (UE) - 2024/3019

OBJETIVOS
- Soluciones basadas en la naturaleza.
- Reducir contaminación por desbordamiento de aguas de tormenta.

MEDIDAS PREVENTIVAS
- Evitar entrada de aguas pluviales en colectores.
- Desbordamiento aguas de tormenta ≤ 2% carga anual de aguas residuales urbanas recogidas en tiempo seco.
- Priorizar espacios verdes y azules vs grises en entornos urbanos. - Superficie impermeable

Retos

- Gestión del riesgo de inundación.
- Gestión de la calidad del agua.

Oportunidades

- Vegetación capaz de captar gases de efecto invernadero.
- Ayudan a regular la temperatura de los edificios.
- Facilitan la recarga de suministros de agua subterránea.
- Crea espacios de recreación que ayudan a la cohesión social.
- Impulso de Infraestructuras Sostenibles para limitar la aportación de aguas de escorrentía al sistema de saneamiento

Barreras

- Falta de normativa clara de SUDS.
- Resistencia al cambio en administraciones.
- Dificultad para financiar proyectos.
- Pocos estudios de efectividad real.
- Mantenimiento sin responsabilidades definidas.

Gobernanza

- Confusión en reparto de responsabilidades.
- Integración deficiente en planeamiento urbano.
- Modelo de financiación aún indefinido.
- Falta de formación técnica y divulgación.
- Sin incentivos regulatorios para SUDS.

Conclusiones

- Las SUDS son clave para mitigar inundaciones y mejorar la calidad del agua.
- Es fundamental definir responsabilidades en su gestión y financiación.
- Se requiere un marco normativo claro y criterios de diseño específicos.

Jornadas redSUDS 2025. El drenaje urbano sostenible y su contribución a la resiliencia climática.

Desafíos y oportunidades en la integración de SUDS. Caso de Estudio en Centro de Fabricación Avanzada, Jundiz (Vitoria-Gasteiz)

Diana Rubio Gómez[1*], Alberto Gay Garrigues[2], Gaizka Goiri Zamora[1]

[1]TYPSA, [2]Green Blue Management (Grupo TYPSA)

Autor para correspondencia: dirubio@typsa.es

Resumen: En la presente comunicación se recoge la estrategia de drenaje para el proyecto del Centro de Fabricación Avanzada en Jundiz (Vitoria-Gasteiz). La actuación incluye la construcción de una nave industrial, un vial perimetral con plazas de aparcamiento para vehículos ligeros y vehículos pesados y una serie de zonas verdes, donde se ha empleado una estrategia mixta de drenaje convencional y diferentes tipos de SUDS. El proyecto constituye un buen ejemplo de los desafíos y oportunidades de la integración de SUDS desde la fase de diseño hasta la fase de construcción.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Introducción

La actuación en el Centro de Fabricación Avanzada en Jundiz incluye la construcción de una nave industrial, un vial perimetral con plazas de aparcamiento para vehículos ligeros y vehículos pesados y una serie de zonas verdes.

Figura 1. Propuesta de urbanización y red de drenaje existente

Desafíos

Durante la fase de proyecto, se han dado una serie de condicionantes que han afectado la implementación de SUDS en la parcela:

- **Permeabilidad del terreno**, con potencial de infiltración solo en ciertas áreas de la parcela.
- Consideración del **desarrollo futuro** del ámbito.

Del mismo modo, la conexión de las salidas de la red con un colector unitario ha llevado a priorizar un tipo de de soluciones centradas en:

- **Laminar los caudales picos** generados tras la impermeabilización asociada al proyecto.
- **Reducir el volumen de escorrentía** que alcanza los colectores unitarios, y en consecuencia, reducir los costes de depuración.

Por último, en fase de construcción se han encontrado otros desafíos para adaptar la propuesta de drenaje a los cambios realizados en la planta de la parcela y en la nave prevista, evitando interferencias con otros servicios.

Oportunidades

El uso de SUDS conlleva para el cliente una serie de beneficios en cuanto a la mejora de la resiliencia de la red frente a inundaciones y contribución a la mejora del medio ambiente, incrementando las zonas verdes y creando espacios más agradables para las personas.

Figura 2. Parterres inundables

Figura 3. Cunetas vegetadas

El desarrollo del proyecto desde fase conceptual hasta la fase de construcción ha permitido la detección de una serie de oportunidades para la implantación de SUDS:

- **Considerar los SUDS desde fases tempranas de proyecto,** permitiendo la reserva de espacios de oportunidad
- **Coordinar el diseño** junto al resto de servicios y las propuestas de paisajismo y movimiento de tierras propuestas**.**

Conclusiones

La estrategia de drenaje propuesta es una solución adaptada a los condicionantes físico-técnicos del lugar, a las restricciones de la zona en que se desarrolla y a las limitaciones impuestas por el cliente. La oportunidad de poder llevar un seguimiento desde la fase de diseño hasta la ejecución del proyecto permite tener una perspectiva de los desafíos que se generan durante la fase de proyecto y construcción de una red de drenaje con el uso de SUDS y recoger las lecciones aprendidas para su implantación en proyectos futuros.

SUDS. desde la planificación hasta la instalación

Yolanda Mangado*, Iván Martínez

ACO

Autor para corrrespondencia: Yolanda.mangado@aco.com

Resumen: El ciclo del agua representado en el Nudo de Concheiros ,Santiago de Compostela, como un referente en SUDS y en el concepto de ciudad esponja.

Línea Temática: En un contexto de cambios climáticos extremos, donde sequías e intensas lluvias coexisten, la gestión del agua es un reto crucial. En los años 80, la urbanización priorizó el hormigón y el asfalto, dificultando la absorción natural del agua y generando islas de calor. Hoy, es responsabilidad de todos repensar el uso del agua: favorecer su tratamiento, reintegrarla a su ciclo natural o reutilizarla.

Planificación

La obra se realizó en uno de los puntos más singulares en Santiago de Compostela en 2019: el nudo de Concheiros, en la intersección entre la Avenida de Lugo y la rua dos Concheiros.

Figura 1. Antes de las obras – Nudo de Concheiros

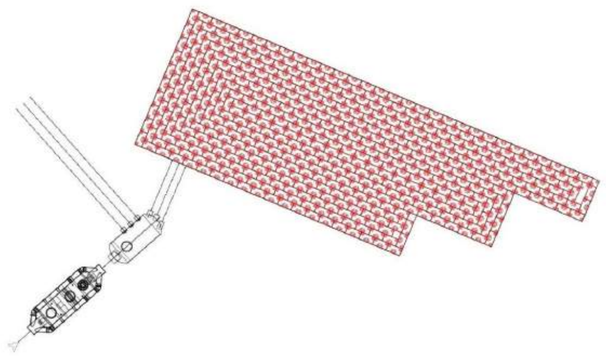


Figura 2. Esquema técnico pretratamiento y SUDS

Instalación

Destacar que las aguas de escorrentía están contaminadas, por lo que deben ser tratadas antes de infiltrarse en el suelo para evitar la contaminación del subsuelo.

Figura 3. Separador de hidrocarburos y arqueta distribuidora

Se trataba de una zona ya consolidada, con redes de telecomunicaciones subterráneas. Como solución, diseñamos el SUDS en forma de “Z”.

Figura 4. Instalación tanque de tormenta Stormbrixx

Figura 5. Después de las obras – Nudo de Concheiros

Conclusiones

El agua es un tesoro. Con soluciones SUDS, podemos gestionarla de forma sostenible. Protejámosla juntos.

ACO. We care for water

Figura 6. Concepto SUDS de ACO

Bibliografía

https://www.aco.es/es/referencias/remodelacion-del-nudo-de-concheiros-santiago-de-compostela-galicia

Priorización de soluciones basadas en la naturaleza para el drenaje urbano a través de métodos multicriterio

Valerio C. Andrés-Valeri[1,2*], Jorge Rodriguez-Hernandez[2], Sara García-Argüelles[2]

1. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2. GITECO, Universidad de Cantabria

****Autor para corrrespondencia: valerio.andres@ulpgc.es***

Resumen: Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN, NbS) se han popularizado en los últimos años debido a los múltiples beneficios que ofrecen en el tejido urbano. Estas técnicas, que buscan replica procesos naturales en las ciudades se han usado extensivamente para la gestión del agua de lluvia por su capacidad de gestionar el agua, reducir su contaminación y mejorar el drenaje de las ciudades. Sin embargo, su selección resulta muchas veces compleja debido a las múltiples dimensiones que se deben considerar. En este trabajo, desarrollado en el marco del proyecto europeo D4RUNOFF, se ha abordado la priorización de NbS para la gestión de pluviales en entornos urbanos.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

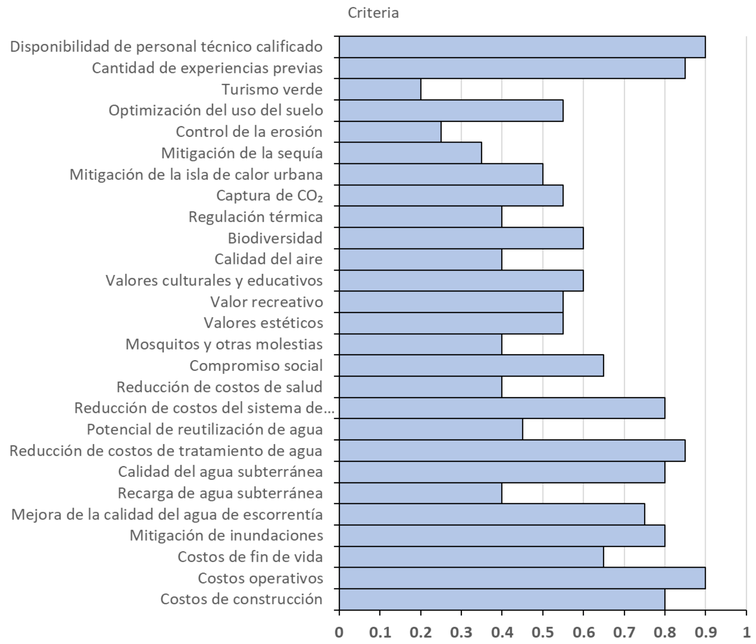
Introducción

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN, NbS por sus siglas en inglés) han ganado popularidad en los últimos años por el potencial que ofrecen para abordar diferentes problemas urbanos como el efecto isla de calor, la gestión de aguas pluviales, la mejora de la biodiversidad y otros beneficios ecosistémicos. Sin embargo, la selección e implementación de este tipo de soluciones en el tejido urbano implica muchas veces decisiones complejas que necesitan basarse en múltiples criterios ambientales, económicos, técnicos y sociales, lo que dificulta la toma de decisión.

En el marco del proyecto Europeo D4RUNOFF se ha desarrollado una herramienta de selección multicriterio (MCDA) para la priorización de NbS para la gestión de las aguas en entornos urbanos.

Métodos

A partir de una profunda revisión bibliográfica sobre los diferentes criterios que se podrían considerar en la toma de decisión de la implementación de las NbS para gestionar el agua de lluvia, se elaboró un listado de mas de 25 criterios. Este listado fue evaluado por un panel de 10 expertos académicos, profesionales y gestores públicos en el que se solicitó que puntuaran la importancia de cada uno de los criterios seleccionados. Las puntuaciones se normalizaron en escala 0 a 1 y se seleccionaron todos aquellos criterios con una puntuación normalizada superior a 0.5. Dichos criterios se estructuraron en Criterios Económicos, Criterios Ambientales, Criterios Sociales y Expertise (Figura 1).



CRITERIOS ECONOMICOS	CRITERIOS AMBIENTALES	CRITERIOS SOCIALES	EXPERTISE
Costos de construcción Costos operacionales Costos de fin de vida Costos de alcantarillado Optimización del uso del suelo	Mitigación de inundaciones Calidad del agua Calidad del agua (CEC) Calidad del A. Subt. Biodiversidad Captura de CO2	Participación social Valores estéticos Valores recreativos Valores culturales y educativos	-

Figura 1. Criterios considerados en el MCDA

La importancia de los distintos criterios fue ponderada de acuerdo con la metodología AHP, en base a la opinión de 23 expertos internacionales. Posteriormente se seleccionaron indicadores para cada uno de los criterios y se aplicó la metodología TOPSIS para obtener una priorización de NbS en base a los criterios seleccionados

Resultados y Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis MCDA realizado se muestran en la Figura 2. Se observa el buen comportamiento de los humedales, por el amplio abanico de beneficios ambientales que ofrecen, de las cubiertas verdes, por sus múltiples beneficios y la facilidad con la que se pueden integrar en el tejido urbano y de las cunetas verdes por su desempeño balanceado en los diferentes criterios.

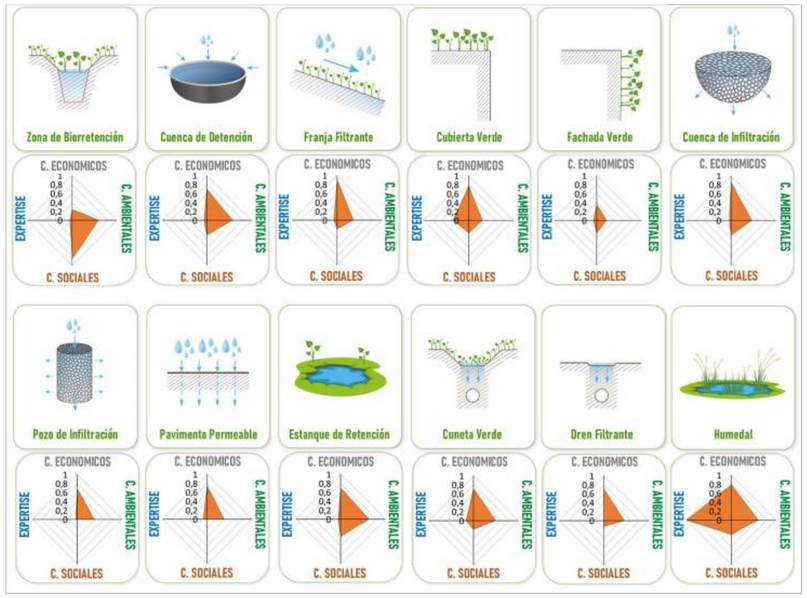


Figura 2. Evaluación de NbS según el MCDA

Agradecimientos

Este trabajo ha sido en el marco del Proyecto D4RUNOFF (*Horizon Europe, Grant Number: 101060638*)

D4RUNOFF

Funded by the European Union

Revisitando los valores de las lluvias de diseño en los SUDS: Caso de estudio sobre resiliencia climática en Carolina del Norte, EE. UU.

Luis Á. Sañudo Fontaneda [1*], William F. Hunt [2], Kátia Fernandes [2,3], Jared H. Bowden [2,3]

[1]Universidad de Oviedo, [2]North Carolina State University, [3]NC State Climate Office

****Autor para correspondencia: sanudoluis@uniovi.es***

Resumen: Carolina del Norte es un referente internacional en el diseño e implementación de SUDS. Este estudio muestra el reto enfrentado en la reevaluación de los valores de la lluvia de diseño, al mismo tiempo que compara los métodos de cálculo (1) volumétrico asociado con la escorrentía, y (2) el de percentiles tradicionalmente usado en España y vinculado a los registros de lluvia. El estudio propone encarecidamente revisitar los valores de la lluvia de diseño debido al impacto del cambio climático en las precipitaciones, así como la importancia de utilizar datos horarios para mejorar la precisión de los cálculos.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

Contexto de partida

Los patrones de precipitaciones se están viendo afectados por el cambio climático [1], influyendo directamente sobre las variables de diseño de los SUDS. Un esquema de diseño y modelización integrales que incluyan variables actualizadas y proyecciones climáticas son necesarios para asegurar una mayor precisión en la implementación de SUDS a largo plazo, asegurando un comportamiento optimizado y seguro [2]. En este contexto, la lluvia de diseño aparece como el principal parámetro de diseño afectado, influyendo sobre las secciones transversales de los SUDS, sus materiales y su capacidad de atenuación y tratamiento [3]. La elección del intervalo y método de análisis de las precipitaciones aparece como un factor a determinar en este contexto.

Proyecto Fulbright "PReVeR"

El estudio es parte del proyecto "PReVeR", financiado a través de la Beca Fulbright / José Castillejo, teniendo como objetivo el desarrollo de una metodología holística para el análisis de la resiliencia climática y la predicción de riesgos de fallo hidrológicos de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), bajo escenarios climáticos presentes y futuros, a través de la monitorización en campo y la modelización. En esta comunicación, se presenta la investigación sobre la lluvia de diseño y sus métodos.

Caso de estudio NC, EE. UU.

El estado de Carolina del Norte (NC), EE. UU., requiere la implementación de SUDS desde los años 1990, representando una larga tradición en la construcción de SUDS, proporcionando algunos de los manuales de diseño más utilizados internacionalmente. Desde entonces, NC ha experimentado lluvias récord, con múltiples huracanes y eventos ciclónicos que han causado inundaciones catastróficas, como el huracán Helene, el cual devastó la región Oeste de NC el septiembre pasado, costándole la vida a 213 personas.

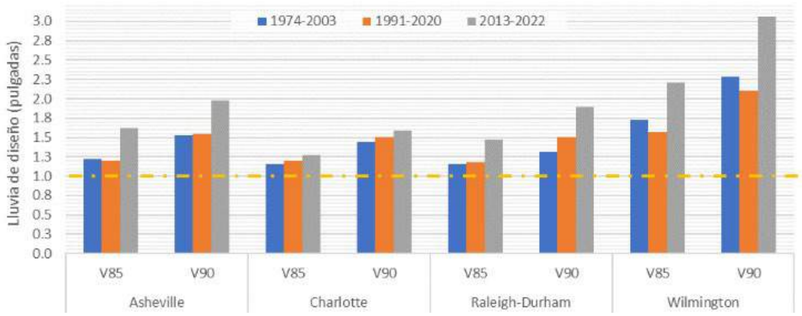


Figura 2. Evolución de la lluvia de diseño en las regiones climáticas de NC

La Figura 1 muestra la evolución de las lluvias de diseño, evidenciando el efecto del cambio climático y reflejando aumentos en torno a un 25% sobre los parámetros empleados en la actualidad. La Figura 2 refuerza esta tendencia para las 4 principales regiones climáticas del estado, mostrando la necesidad de recalcular este parámetro y de adentrarse en las proyecciones climáticas. Los valores mostrados corresponden a datos en pulgadas obtenidos con valores de precipitaciones horarias, los cuales elevan hasta en un 33% aquellos obtenidos de datos diarios. De la misma manera, el uso del método de los percentiles eleva considerablemente los valores de la lluvia de diseño con respecto al método de volúmenes de escorrentía, viéndose significativamente afectado bajo eventos extremos.

Conclusiones y retos futuros

- Este estudio proporciona valiosas lecciones sobre el impacto de la metodología utilizada y el tipo de datos, advirtiendo sobre la peligrosidad de subestimar la lluvia de diseño en un contexto de cambio climático. Se recomienda el uso de datos horarios, considerando su evolución a largo plazo bajo proyecciones de cambio climático.
- El proyecto ha propiciado la propuesta de cambio del valor de la lluvia de diseño en el estado de Carolina del Norte. La colaboración entre centros meteorológicos y especialistas SUDS es clave para asegurar un cálculo preciso de los parámetros asociados con las precipitaciones.

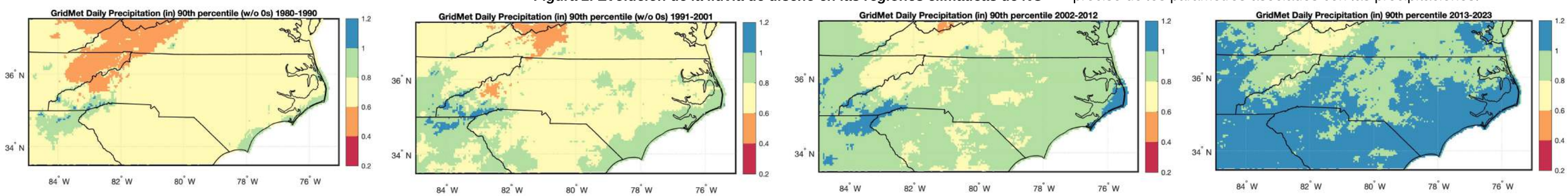


Figura 1. Evolución temporal lluvia de diseño SUDS (pulgadas) en NC. Elaborado por Kátia Fernandes

Agradecimientos:

Proyecto titulado "*Proyección de la Resiliencia de infraestructura Verde urbana al fallo hidrológico bajo escenarios presentes y futuros de cambio climático a través de la monitorización de campo y la modelización* (PReVer)", con ref. CAS22/00379, financiado a través del Programa José Castillejo de movilidad en el extranjero para jóvenes doctores, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Gobierno de España; y la Beca Fulbright a través de del IIE y la Secretaría de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América.

Bibliografía

[1] IPCC. (2022). Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change - Full Report. In Cambridge University Press (Issue 1)

[2] Hathaway, J. M., Bean, E. Z., Bernagros, J. T., et al. (2024). A Synthesis of Climate Change Impacts on Stormwater Management Systems: Designing for Resiliency and Future Challenges. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, 10(2).

[3] Bean. E. (2005). A field study to evaluate permeable pavement surface infiltration rates, runoff quantity, runoff quality, and exfiltrate quality [North Carolina State University].

EVAPOTRANSPIRACIÓN Y ENFRIAMIENTO URBANO MEDIANTE EL USO DE SUBBASES PERMEABLES MULTIFUNCIONALES

Niall Tynan, Nuria García, María Romero, Gerard Viader

Drenatura, Ayuntamiento San Joan Despi, Aigues de Barcelona, Mobile World Capital

ntynan@drenatura.com

Resumen: El reto internacional de mejora de la permeabilidad del suelo urbano en San Joan Despi ha mostrado que el uso de sistemas permeables multifuncionales proporciona numerosos servicios ecosistémicos con beneficios económicos asociados a la conservación de recursos hídricos, reducción en el uso de energía y otros aspectos. Durante los primeros meses de monitorización la iniciativa ha demostrado la capacidad de reducir la temperatura superficial de un sustrato, aumentando su contenido de humedad disponible para las plantas y por tanto la evapotranspiración y el enfriamiento urbano.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

INTRODUCCION

La propuesta "EVAPOTRANSPIRACIÓN Y ENFRIAMIENTO URBANO MEDIANTE EL USO DE SUBBASES PERMEABLES MULTIFUNCIONALES" se ha implantado en el municipio de San Joan Despi en el marco del reto internacional, ¿Cómo la tecnología puede contribuir a mejorar la permeabilidad de los suelos de la ciudad?, convocado por Digital Future Society, un programa del Barcelona Mobile World Capital Foundation en colaboración con Aigües de Barcelona. La iniciativa buscaba soluciones tecnológicas innovadoras que permitan aumentar la permeabilidad del suelo en Sant Joan Despí, en concreto en el centro de la ciudad que supone el 48% de la población del municipio y es el que históricamente ha sufrido los efectos de las inundaciones. El proyecto se desarrollo en un contexto marcado por la sequia sufrida en Barcelona durante el 2022 y 2023.

MÉTODOS

Fase 1 – Selección de la zona piloto dentro del municipio de San Joan Despi en acuerdo con los agentes involucrados en base a una evaluación comparativa de los beneficios esperados en base a criterios cualitativos

1. Conservación de las aguas pluviales como recurso hídrico alternativo.
2. Mejora de las condiciones para el arbolado urbano.
3. Minimización de las molestias a la ciudadanía durante las obras requeridas.
4. Viabilidad técnica y económica.
5. Reducción de GEIs (reducción de uso de energía).
6. Valoración de la percepción social ante la actuación.
7. Resaltar oportunidades educativas.
8. Control hidráulico y de la inundabilidad.
9. Control de la calidad de las escorrentías desde zonas impermeables.

Fase 2 – Definición de una línea base en cuanto a los objetivos del proyecto de forma que los datos y resultados fueran cuantificables. Se estimo la vida útil y la evaluación económica de todos los servicios ecosistémicos de la solución planteada para establecer la línea base en términos de capital natural y social. La vida útil considerada para la instalación se fijo en 25 años y valor actual neto considero un tipo de interés del 3,5%.

Fase 3 – Ejecución de solución. Definición de detalles constructivos y realización de las obras para implantar la solución propuesta.

La Fase 4 Análisis de los resultados reales y estudiar el efecto multiplicador del proyecto. Medición de la pluviometría, balances hídricos, condición de los sustratos (humedad, temperatura y succión capilar).

DEFINICION DE LA LINEA BASE

El valor de la línea base o situación actual partió de un coste de 32.199 euros asociado principalmente a la conexión de las aguas pluviales al sistema de saneamiento unitario de la depuradora del Prat del Llobregat durante la vida útil de la instalación. El valor de la actuación propuesta se basa en el presupuesto del concurso de 30.000 euros. La línea base de referencia parte de un coste para los 25 años de escala temporal de 1.288 euros/año sin tener en cuanta el incremento en los costes de saneamiento.

Valor actual del piloto	Valor total beneficios (euros)	Coste total piloto (euros)	Valor neto actual (euros)	Ratio coste-beneficio	Puntuación
Valor actual sin ajuste de confianza	11.557	-2.199	13.756	-5,3	E
Valor actual con ajuste de confianza	8.106	-2.199	10.305	-3,7	E

Tabla 1. Valor actual del piloto estimados en la línea base tras la evaluación de los beneficios y costes.

Beneficios del piloto	Valor total beneficios sin ajuste (euros)	Valor total beneficios con ajuste (euros)
Desconexión del sistema unitario	635	476
Reducción GEIs	306	159
Educación	1.515	852
Conservación recursos hídricos	9.101	6.618

Tabla 2. Valor de los beneficios ambientales estimados para la zona seleccionada y actuación propuesta.

EJECUCION DE SOLUCION

La solución se ejecuto a finales de septiembre de 2024. La escorrentía pluvial de 1.767 m2 de cubierta del polideportivo municipal Salvador Gimeno fueron desviadas hacia un sistema de aprovechamiento de las aguas pluviales mediante riego pasivo por capilaridad utilizando la tecnología Permavoid. La selección de sustratos de calidad junto con el sistema pretende aumentar la evapotranspiración de las nuevas plantaciones, mejorar sus condiciones e infiltrar estas aguas a las aguas subterráneas.

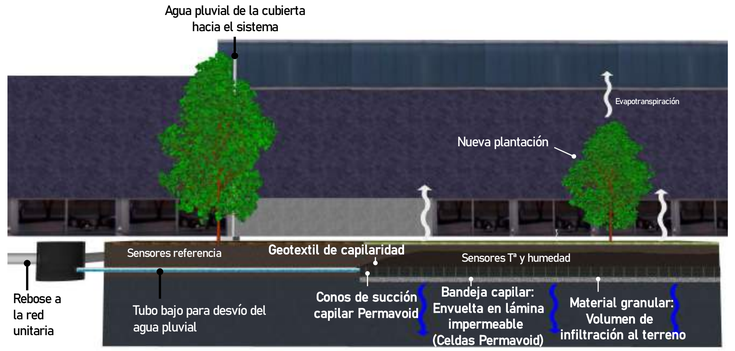


Figura 1. Infografía de la actuación mediante sistema de riego pasivo por capilaridad de Permavoid con infiltración de agua al subsuelo

Figura 2. Instalación de solución para la mejora del arbolado, la gestión de las aguas pluviales y la mejora del espacio urbano.

RESULTADOS

El sistema ha conseguido disminuir la temperatura de la superficie del parterre en la zona sobre la solución en un promedio de 5ºC y aumentar el contenido de humedad disponible para la evapotranspiración en un promedio del 12% solar desde su instalación durante los meses de mayor radiación. La cuantificación económica de los servicios ecosistémicos será valorada en los próximos meses una vez monitorizados los meses más calurosos del año 2025.

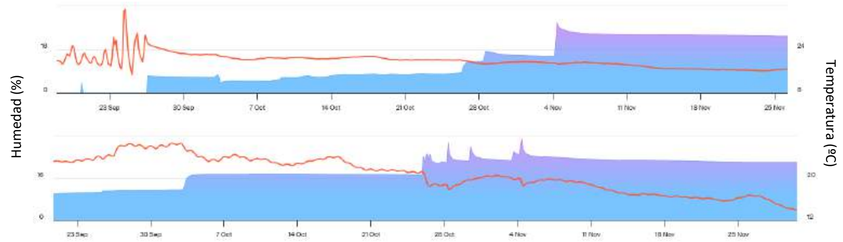


Figura 3. Contenido de humedad y temperatura del sustrato a 40 cm de profundidad para el sensor de referencia (arriba) y el sensor sobre el sistema (abajo)

CONCLUSIONES

El uso de infraestructura verde combinada con tecnología permite aumentar la evapotranspiración, contribuir al enfriamiento urbano y aprovechar recursos hídricos alternativos con importantes beneficios económicos asociados a los servicios ecosistémicos.

BIBLIOGRAFIA

CIRIA 2019. Guidance to assess the benefits of blue and green infrastructure using B£ST.

Análisis de la vida útil de pavimentos permeables y cubiertas vegetadas a través de ensayos en laboratorio con simuladores de lluvia

Juan Naves[1], Joaquín Suárez[1], Joao Leitao[2], Max Maurer[2], Prabhat Joshi[2], Marcel Goerke[3], Thomas Brügggemann[3] y Jose Anta[1] *.

[1].Universidade da Coruña, [2].EAWAG, [3].Institute for Underground Research IKT

****Autor para correspondencia: jose.anta@udc.es***

Resumen: Este póster presenta el trabajo desarrollado dentro del proyecto Co-UDlabs sobre algunas técnicas SUDS como pavimentos permeables y cubiertas vegetales a través de una serie de ensayos realizados por equipos de la Universidade da Coruña (UDC, España), el Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG, Suiza) y el Institute for Underground Infrastructures (IKT, Alemania).

Línea Temática: Línea 3 - Los retos futuros del drenaje urbano sostenible

Introducción

Dentro de las actividades de investigación del Proyecto Co-Udlabs (www.co-udlabs.eu) se han realizado varios trabajos para estudiar a escala de laboratorio el envejecimiento de dos tipologías de técnicas SUDS.

Colmatación de firmes permeables

Para la colmatación de firmes permeables se han ensayado 3 tipos de firmes (DPS paving system, firme asfáltico PA-16 y adoquines de hormigón) en las instalaciones del CITEEC de la UDC (España) y del IKT (Alemania) empleando varios tipos de sedimentos y precipitaciones. El dataset está disponible en la web del proyecto.

Las conclusiones más relevantes son:

- Es necesario definir una carga máxima y un tipo de sedimento para las pruebas
- Es necesario avanzar en la estandarización de estos ensayos y su comparación con los permeámetros puntualees.

Degradación de cubiertas verdes

El estudio de la degración de cubiertas verdes se ha realizado en el CITEEC en colaboración con investigadores del EAWAG (Suiza)

Se ha generado un dataset que permitirá estudiar con modelos numéricos el proceso de degradación por colmatación de estas estructuras con finos o deposición de materia vegetal.

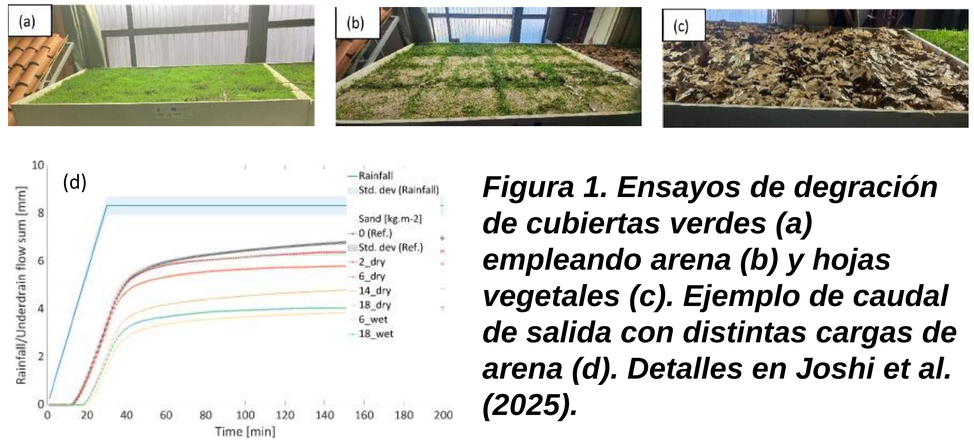


Figura 1. Ensayos de degración de cubiertas verdes (a) empleando arena (b) y hojas vegetales (c). Ejemplo de caudal de salida con distintas cargas de arena (d). Detalles en Joshi et al. (2025).

Figura 2. Ejemplo del pavimento ensayado en el IKT con polvo de cuarzo Milisil W4 - MD (d_{50}=64 µm), sedimento viario - RD (d_{50}=282 µm) y polvo de neumático de vehículos - TD (d_{50}=64 µm)

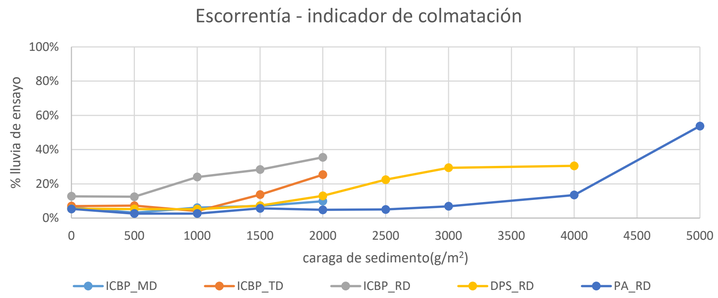


Figura 3. Evolución del caudal de escorrentía generado para distintos tipos de pavimento, sedimento y carga superficial

Bibliografía

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101008626

Metodología propuesta en el proyecto D4RUNOFF para la localización automatizada de NbS

Cristina Manchado[1]*, Valerio C. Andrés Valeri[2], Alejandro Roldán-Valcarce[2], Jorge Rodríguez-Hernández[2], Nicolás Morales[3], Andrea Camilo Forero[3]

1. EGICAD 2. GITECO 3. AQUALIA · E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor para corrrespondencia: manchadoc@unican.es

Resumen: En el marco del proyecto europeo D4RUNOFF se ha implementado una herramienta de localización en entorno SIG que automatiza la detección de aquellas áreas estratégicas susceptibles de ubicar distintos tipos de NBS. El sistema desarrollado analiza las distintas capas de información que componen el entorno urbano, detectando las posibles áreas aptas en función de las restricciones técnicas que presentan las posibles NBS analizadas. Permite introducir las preferencias del usuario a través de una lista priorizada de posibles NbS a instalar. La herramienta, que utiliza principalmente datos abiertos para su ejecución, se ha aplicado a tres ciudades europeas diferentes, obteniendo como resultado un conjunto integrado de mapas que puede ayudar a las administraciones y otros agentes implicados a desarrollar diferentes estrategias clave para una planificación urbana, creando así ciudades más sostenibles y resilientes.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

Propuesta. Datos de partida.

- Se consideran criterios técnicos e hidrológicos para la localización de posibles NbS.
- Desarrollo una herramienta GIS de localización automatizada a escala ciudad.
- Capas de datos vectoriales procedentes de fuentes abiertas (Open Street Map).
- Procesado de datos, extracción de geometría e identificación de zonas críticas.
- Restricciones técnicas configurables por el usuario,

Resultados. Herramienta de localización

- Identificación de zonas aptas para cada una de las NbS analizadas en función de restricción técnicas existentes.
- Implementación automatizada de MCDM. Incorporación dinámica de criterios de prioridad.
- Mapa de clasificación a partir de un lista priorizada de NBS, mostrando la técnica más adecuada para cada zona.
- Aplicación a los casos de studio: Santander (España), Odense (Dinamarca) y Pontedera (Italia)

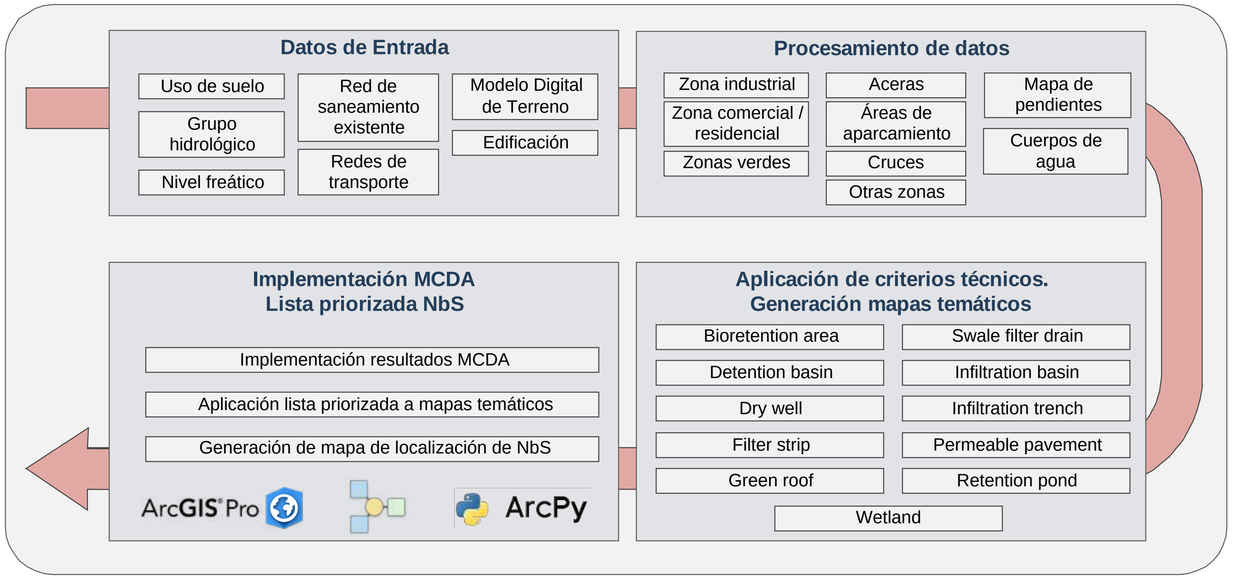
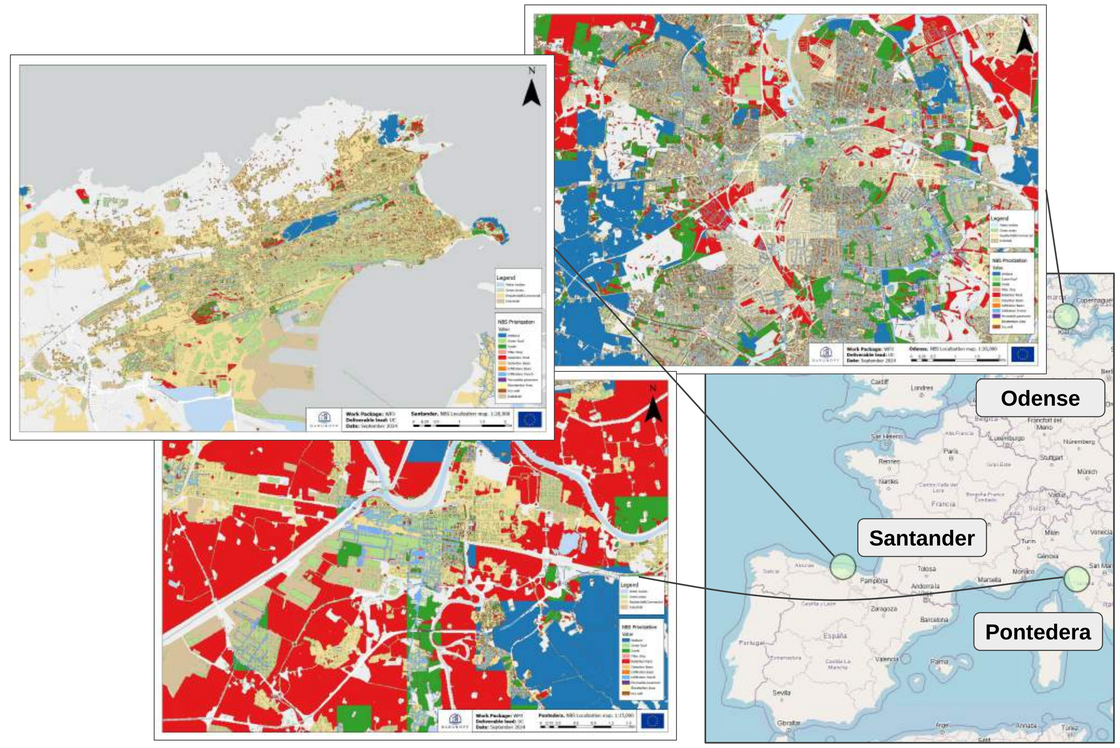


Diagrama para el cálculo de los mapas de priorización NBS



European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement No 10160638
Data driven implementation of hybrid nature-based solutions for preventing and managing diffuse pollution from urban water runoff · **https://d4runoff.eu/**

El potencial de los SUDS para la gestión de microplásticos

***Eduardo García-Haba, Darío Calzadilla Cabrera, Carmen Hernández-Crespo, Miguel Martín, Ignacio Andrés-Doménech**

Universitat Politècnica de València - IIAMA

****Autor para corrrespondencia: edgarha@upv.es***

Resumen: La escorrentía urbana es una fuente importante de contaminación por microplásticos (MPs). Este estudio evalúa la capacidad de los pavimentos permeables y cunetas vegetadas como Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), para retener MPs presentes en aguas de escorrentía. Los resultados muestran una gran capacidad de retención de MPs, especialmente en el geotextil y la superficie de los pavimentos permeables, así como en los primeros 3-5 cm del suelo de las cunetas vegetadas.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Introducción

La escorrentía urbana es una de las principales fuentes de contaminación por microplásticos (MPs) en el medio natural. Para mitigar su impacto, el tratamiento de las escorrentías superficiales mediante SUDS se presenta como una solución efectiva. Este estudio analiza experimentalmente la capacidad de retención de MPs en pavimentos permeables (I), así como su eficacia en la cuneta vegetada, conectada a una balsa de infiltración, de la Ciudad del Deporte de Xàtiva, en Valencia (II).

Métodos (I)

El estudio experimental trata de reproducir los siguientes procesos: *1. Acumulación de sedimento en superficie; 2. Eventos de precipitación;* y *3. Filtración/Infiltración*. Al final del experimento se analizaron MPs en muestras del sedimento retenido en todas las capas que conforman la estructura, así como del agua filtrada.

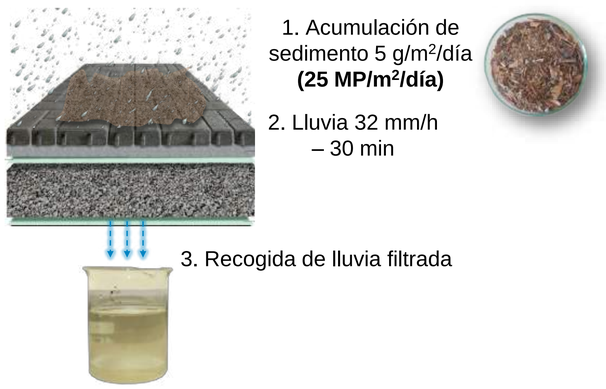


Figura 1. Proceso de simulación de eventos de lluvia con acumulación de sedimento urbano y toma de muestras.

Métodos (II)

La metodología consiste en la toma de muestras de matrices tipo sólido (suelo) en los puntos de entrada (1), intermedio (2) y salida (3), en diferentes profundidades (1-2; 3-5; 6-8 y 9-12 cm); y de tipo líquido (escorrentía) en los puntos 1 y 3.

Figura 2. Detalle de cuneta vegetada (formada por canal y balsa de infiltración), y puntos de muestreo.

<u>Proceso común (I y II) de detección y cuantificación de microplásticos</u>: tamizado, digestión de materia orgánica, separación por densidad, filtración, estereomicroscopía, espectroscopía Raman.

Resultados (I)

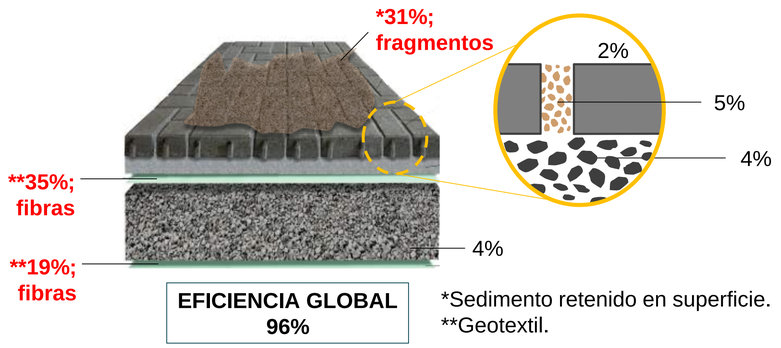


Figura 3. Capacidad de retención de microplásticos en pavimento permeables. Eficiencia global y análisis capa por capa.

Resultados (II)

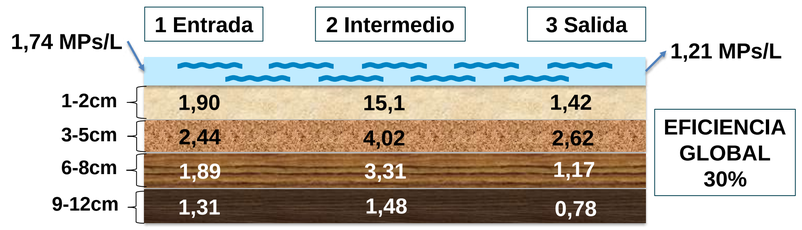


Figura 4. Concentraciones de MPs en suelo (MPs/g seco) y escorrentía (MPs/L) de la Cuneta Vegetada, y eficiencia global de retención de MPs en escorrentía.

Conclusiones

- Los SUDS retienen microplásticos significativamente.
- Es fundamental la función del geotextil y de la superificie de los pavimentos permeables.
- Se encuentran mayores concentraciones en 3-5 cm y disminuyen en profundidad, reflejando acumulación en los SUDS maduros. El estrato superior es el más afectado por procesos naturales.

Bibliografía

García-Haba, E.; Benito-Kaesbach, A.; Hernández-Crespo, C.; Sanz-Lazaro, C.; Martín, M.; Andrés-Doménech, I. (2024) Removal and fate of microplastics in permeable pavements: An experimental layer-by-layer analysis. Science of The Total Environment, 929, 10.1016/j.scitotenv.2024.172627

Calzadilla-Cabrera, D., Hernández-Crespo, C., Martín, M., & Andrés-Doménech, I. (2025). Microplásticos en SUDS maduros: evaluación del almacenamiento en suelo y su vínculo con plásticos de mayor tamaño. Ingeniería del Agua, 29(1), 44-56.

Contribución de distintas técnicas SUDS a la calidad de las aguas de escorrentía urbana

M. Garmendia Antín[1*], E. Madrazo-Uribeetxebarria[1], A. Lekuona-Orkaizagirre[2], M. Meaurio[2] & A. Gredilla[3]

[1] UPV/EHU, Dpto de Ingeniería Energética, [2] UPV/EHU, Dpto de Química Aplicada, [3] UPV/EHU, Dpto de Química Analítica

*Autor para corrrespondencia: maddi.garmendiaa@ehu.eus

Resumen: **Este poster resume el trabajo realizado durante los años 2023 y 2024 en colaboración con los ayuntamientos de Donostia-San Sebastian y Legazpi, en el que se han estudiado dos pavimentos permeables, uno en San Sebastian y otro en Legazpi, estando éste ultimo conectado con un tanque o depósito para la posible reutilización del agua; asi como 5 hidrociclones instalados en San Sebastián. En Legazpi se realizaron 7 campañas de muestreo (con tres puntos de muestreo) y en San Sebastian se realizaron 8 campañas con dos puntos de muestreo (entrada y salida) en cada hidrociclon. Se han analizado parámetros fisicoquímicos: turbidez, pH y conductividad eléctrica en agua, presencia de contaminantes (aniones, metales y metaloides) en agua y sedimento y se ha analizado la presencia de PAHs en agua.**

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

Casos de estudio

Figura 1. Descripción de los casos.

Metodología

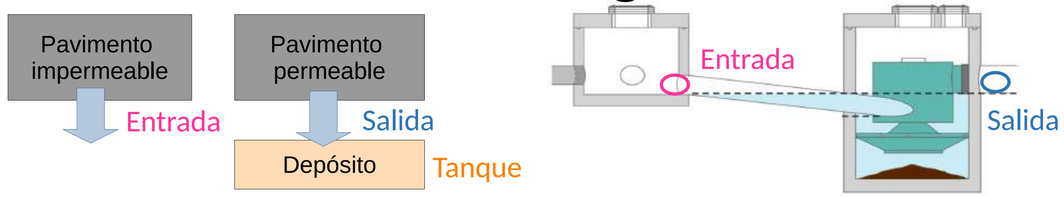


Figura 2. Puntos seleccionados para la toma de datos en los PP (izquierda) y los hidrociclones (derecha)

Pavimentos permeables:

7 campañas de muestreo
x
3 puntos de muestreo

Hidrociclones:

8 campañas de muestreo
x
5 hidrociclones

Muestreo de campo: Agua + Sedimentos → Parámetros fisicoquímicos (agua): turbidez, pH, conductividad eléctrica → Contaminantes (agua y/o sedimentos): aniones, metales y metaloides, PAH

Figura 3. Características del muestreo realizado (arriba) y esquema del proceso seguido para el análisis de las muestras (abajo).

Resultados

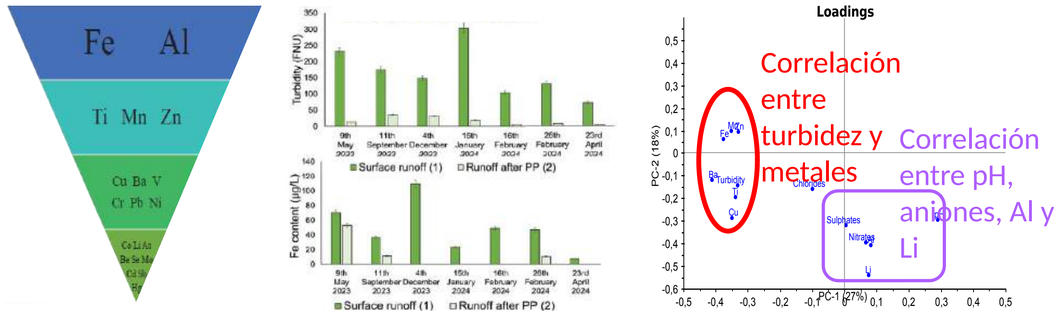


Figura 4. Concentración de metales en los sedimentos (izquierda), turbidez y concentración de Fe en el agua a la entrada/salida de los PP (centro), y gráfico de correlación de las variables en los hidrociclones (derecha).

Conclusiones

- Mayores concentraciones de metales y metaloides en los sedimentos recogidos en el pavimento impermeable que en el permeable.
- Los pavimentos permeables contribuyen a una reducción significativa de la turbidez y de la concentración de algunos metales. La concentración de nitratos aumenta.
- La calidad del agua recogida en el tanque es adecuada para la limpieza de calles o su vertido al medio.
- Diferente respuesta de los hidrociclones en función de su instalación y las características de la cuenca

Bibliografía

- Lekuona-Orkaizagirre, A., Meaurio, M., Gredilla, A., Madrazo-Uribeetxebarria, E., Carrero, J. A., & Garmendia-Antín, M. (2024a). Evaluación del contenido de metales y metaloides en pavimentos permeables y sus proximidades. Ingeniería Del Agua, 28(2), 82–92. https://doi.org/10.4995/ia.2024.21068
- Lekuona Orkaizagirre, A., Meaurio Arrate, M., Gredilla Altonaga, A., Madrazo-Uribeetxebarria, E., Carretero Hernández, & Garmendia Antín, M. (2024b). Evaluation of the Improvement in Urban Runoff Water Quality After Passing Through Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS). SETAC Europe 34 t h Annual Meeting, Sevilla (Spain).

Las cubiertas verdes como atenuadores del cambio climático: impacto sobre cantidad y calidad de escorrentía, el efecto ICU y secuestro de carbono. EsCubI

L. Nanía*, D. Hidalgo García, F. Sánchez Cordero, M. Á. Gómez Nieto, E. Fernández Ondoño, P. Cariñanos

Universidad de Granada

Autor para corrrespondencia: LNania@ugr.es

Resumen: En el presente proyecto, se evalúa el comportamiento de las cubiertas verdes como elementos atenuadores del cambio climático y del riesgo de inundaciones, monitorizando distintas variables ambientales y la cantidad y calidad de la escorrentía. Se monitoriza la temperatura ambiente y superficial de las cubiertas verdes y de cubiertas tradicionales muy cercanas a ellas para cuantificar la variabilidad térmica y establecer el impacto que tendrían en la atenuación del efecto Isla de Calor Urbana (ICU). Se medirá también la presencia de Carbono, biomasa y micro y macro nutrientes en el complejo sustrato-planta al comienzo y a la finalización de la experiencia.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible

Objetivos

1) Determinar su influencia en la respuesta hidrológica: redistribución de la escorrentía.
2) Determinar su influencia en la calidad de la escorrentía.
3) Determinar su efecto como atenuador del efecto Isla de Calor Urbana (ICU).
4) Determinar su eficiencia como sumideros de carbono.

Metodología

La eficacia de estos sistemas radica plenamente en el diseño según las condiciones climáticas de la región (Monteiro et al., 2023). Para el clima mediterráneo, el problema está en las proyecciones climáticas en el futuro, (Tuel and Eltahir, 2020) estudiaron el efecto del Cambio Climático en los patrones de precipitación y concluyen a un declive en la precipitación, acompañada de períodos de sequía más frecuentes. En este contexto, la cuantificación y optimización del agua de riego se vuelve un factor crucial.

Los experimentos se desarrollan en 2 instalaciones a escala real, situados en las oficinas (450 m^2) y cochera (530 m^2) del Metropolitano de Granada, respectivamente y en el Laboratorio Hidrológico de Sistemas de Drenaje Sostenible (**LabHidroSuDS**) construido en Escúzar, Granada, especialmente con este objetivo. Junto a éste se encuentra la estación meteorológica METEO-DONES que posibilita la medida de todas las variables ambientales de relevancia (pluviometría, temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento, evaporación, etc).

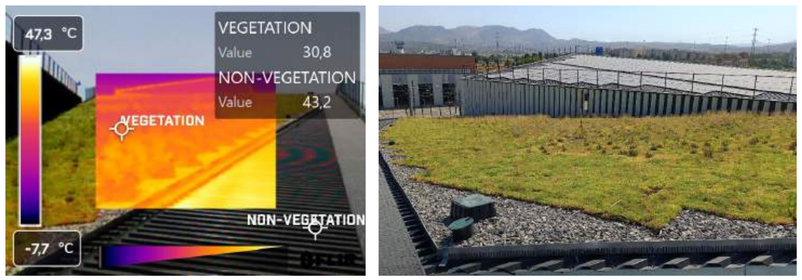


Figura 1. Temperatura superficie y temperatura ambiente

LabHidroSuDS

En LabHidroSuDS se dispone de 33 muestras de cubierta verde de 1m^2, de 2 tipos diferentes de sustrato (comercial y local) y 3 tipos de plantas (tradicionales y autóctonas).

Se dispone de simulador de lluvia de 1 m^2 así como de dispositivos para recolectar el agua de escorrentía. Los caudales percolados se miden a través de balanzas.

Se cuenta con los laboratorios del Dpto. de Edafología y Química Agrícola para la caracterización de los sustratos, biomasa y Carbono y con los del Dpto. de Ing. Civil para los análisis de la calidad de agua.

Figura 2. LabHidroSuDS

Resultados esperados

1) Obtener parámetros hidrológicos para la simulación numérica del comportamiento de las cubiertas verdes.

2) Cuantificar el impacto térmico de las cubiertas verdes y establecer su utilidad como atenuadores del efecto ICU. Disminución de temperatura de la superficie, y temperatura ambiente a 0,50 y 1,50 m.

3) Establecer el impacto de las cubiertas verdes en la calidad de la escorrentía, haciendo balance entre las ventajas y las posibles desventajas

4) Evaluar el comportamiento de distintos sustratos locales y plantas autóctonas en la configuración de las cubiertas verdes, para determinar la combinación óptima en la zona del estudio. Este resultado se podría extrapolar a otras ciudades andaluzas con clima similar a Granada y, en su caso, a otras de la geografía mundial

5) Cuantificar la aptitud de las cubiertas verdes como sumideros de Carbono

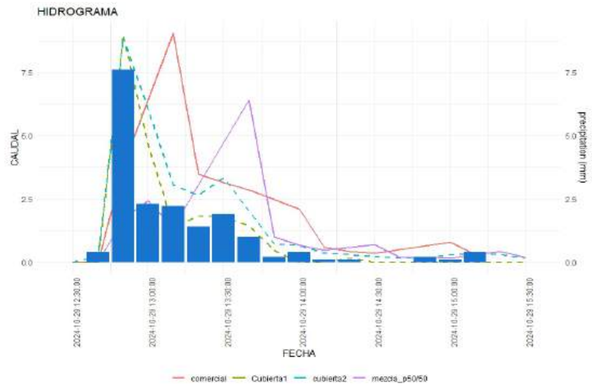


Figura 3. Hidrogramas 29/10/2024

Bibliografía

Monteiro, C. M., Mendes, A. M. and Santos, C. (2023) 'Green Roofs as an Urban NbS Strategy for Rainwater Retention: Influencing Factors—A Review',Water,15(15), 2787.

Tuel, A. and Eltahir, E. A. B. (2020) 'Why Is the Mediterranean a Climate Change Hot Spot-Journal of Climate,33(14), 5829-5843

Soluciones basadas en la naturaleza para el drenaje urbano en el parque de Can Batlló, Barcelona

Autor de Proyecto y diseño SUDS: Roberto Soto-Fernández[1]_P. Ejecutivo[2]_Director de obra: Felipe Pardo-Pardo[3]

1. Instituto Municipal de Urbanismo de Barcelona_2. TEC4_3. MetaEngineering

****Autor para corrrespondencia: rsotof@bcn.cat***

Resumen: El parque cumple con los requisitos de la certificación SITES (sello internacional que garantiza que se cumplen los objetivos de sostenibilidad en un proyecto y un compromiso para una mejor conservación y gestión de los recursos durante su vida útil). Destacando las estrategias de drenaje sostenible, SUDS, con un aprovechamiento del 100% del agua de lluvia (que cae, no solo en el ámbito del parque, si no en todo el ámbito construido perimetral de naves industriales, equipamientos y viviendas) para la recarga del acuífero y la utilización de este agua en el riego del propio parque y otros usos urbanos.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

Ámbito de actuación y fotos de obra

Figura 1. Planta de superficies

Figura 2. Zona inundable

Figura 3. Zonas verdes inundables

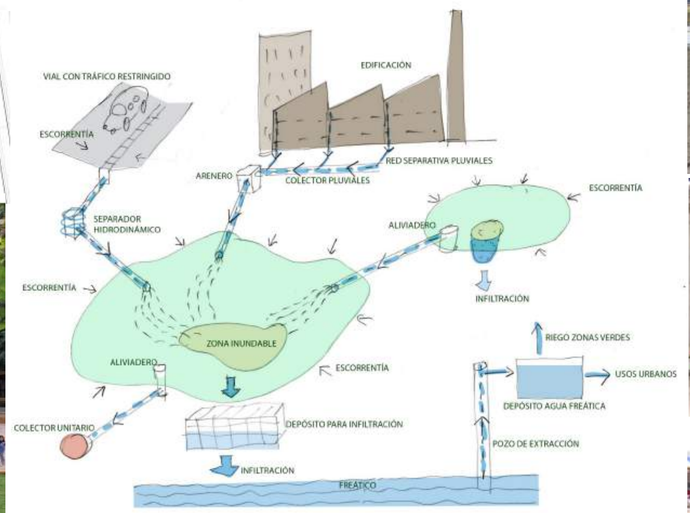


Figura 4. Esquema de gestión de agua pluvial, SUDS

Figura 5. Aliviadero de cubiertas

Figura 6. Aliviadero + pozo de infiltración

Figura 1. Depósito agua freática

Figura 7. Depósito para infiltración

Figura 8. Caminos y canal de agua en el futuro bosque urbano

Conclusiones

El **Parque de Can Batlló** situado en un área en proceso de transformación que busca **fortalecer la conexión entre la naturaleza y la ciudad.**

Este parque representa un paso importante en la creación de espacios urbanos más **saludables y accesibles**. A través de su diseño, no solo se mejora el entorno urbano, sino que se promueve el **bienestar social y comunitario**, demostrando cómo la arquitectura y el urbanismo pueden transformar la ciudad en un lugar más **habitable y equilibrado.**

Figura 9. Aliviadero de cubiertas a zona inundable

Caso de éxito: Al-Mutlaa, Kuwait

Instalación de un sistema SUDS en una ciudad de nueva construcción

Blanca León Aznar

Filiación GRAF Iberica

****Autor para correspondencia: leon@grafiberica.com***

Resumen: *GRAF suministra un millón de módulos EcoBloc maxx para un megaproyecto en Al-Mutlaa, Kuwait.* Al-Mutlaa: 400.000 habitantes, 12 distritos, 28.363 edificios: Para el año 2023 va a levantarse en plenas arenas del desierto una metrópolis con toda la infraestructura necesaria. En un área de 104 km^2 se planificó en un tiempo récord un gran núcleo urbano. La superficie ocupada es del tamaño de París y en Al-Mutlaa residirán más de 400.000 personas en 28.363 edificios. Se construirán además 156 mezquitas, 144 parques públicos, 116 escuelas, 48 centros comerciales y 12 centros públicos de salud. Se trata del mayor proyecto urbanístico de la historia no solo de Kuwait, sino también para el grupo GRAF; líder europeo en el manejo y aprovechamiento del agua.

Línea Temática: Casos de éxito nacionales e internacionales

Antecedentes

1. Aumento de la población y escasez de viviendas.
2. Incremento de los episodios de lluvias torrenciales.
3. Saturación de las redes de saneamiento actuales e inundaciones (cuantiosos daños materiales).

Figura 1. Lluvias torrenciales en una gran ciudad

Proyecto Final

Instalación de 1.000.000 de módulos Ecobloc maxx.

ECOBLOC MAXX

-Capacidad de carga de hasta 40t, vida útil 50 años

-Para instalaciones de hasta 5m de profundidad

-Apilables para optimizar el transporte y almacenaje

-Empalmes para tubería de hasta 500mm

-Dimensiones de los módulos 800x800x355

-Compatibles con la gama de productos Ecobloc y las arquetas Vario 800 flex

-Conexiones para tuberías que optimizan la ventilación y permiten un vaciado completo

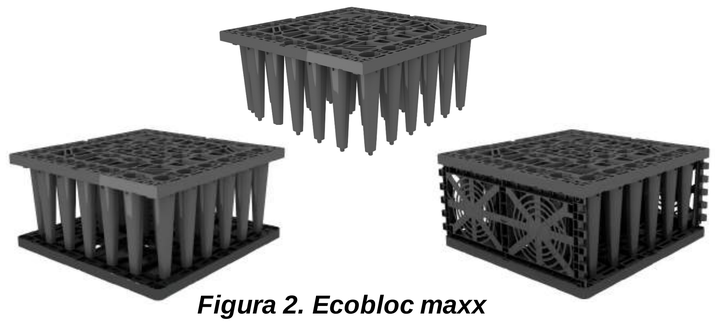


Figura 2. Ecobloc maxx

Conclusión

- ✓ Posibilidad de construcción de un gran núcleo urbano.
- ✓ Gestión del agua de tormenta en origen.
- ✓ Reducción de caudales y velocidad de vertido del agua de lluvia hacia la red de saneamiento y prevención de inundaciones.

Figura 3. Proyecto ciudad Al-Mutlaa

Wetfan: validación de humedal intensificado para tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones

Enrique Frasca, Damián Amador, Zouhayr Arbib*

FCC Aqualia, Av. Camino de Santiago 40, 28050 Madrid

Autor para correspondencia: Zouhayr.arbib@fcc.es

Resumen: El tratamiento, la captación y depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades es un gran desafío. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza **(NbS)**, como los humedales artificiales de flujo vertical, están ganando popularidad por su eficiencia y capacidad para tratar aguas residuales y gestionar lodos in situ. Para superar las limitaciones de los humedales convencionales (horizontales y verticales) se han implantado en la EDAR Talavera de la Reina 3 humedales diferentes de una única etapa. Estos sistemas son el **Bihofilter** (de Syntea), el **sistema Wetfan** (de Aqualia) y el **Wetfan BE** (sistema bioelectroquímico de Aqualia). Estos sistemas tratan agua bruta en una única etapa buscando su vertido a cauce cumpliendo los parámetros legales actuales de la nueva Directiva (UE) 2024/3019.

Línea Temática: Retos futuros del drenaje urbano sostenible.

Introducción

El tratamiento de aguas residuales en poblaciones pequeñas es una tarea ardua y laboriosa. Las instalaciones de tratamiento centralizadas, como los fangos activados podrían considerarse poco adecuadas para zonas escasamente pobladas debido a su dependencia de redes de alcantarillado y a los elevados consumos energéticos (Ventura et al., 2024).

Las soluciones basadas en la naturaleza (**NbS**) para el tratamiento de aguas residuales son cada vez más populares. Estas tecnologías imitan los procesos naturales para eliminar los contaminantes de las aguas residuales (Boano et al., 2020). Los humedales construidos de flujo vertical (VFCW) representan una NbS prometedora, ya que tratan las aguas residuales mientras acumulan y estabilizan los lodos en la superficie. Sin embargo, los VFCW no sólo requieren una gran superficie habitante (2 m^2/PE), sino que además son sistemas totalmente aeróbicos, lo que limita la eliminación de nitrógeno total. En los últimos años, se han desarrollado configuraciones innovadoras y mejoradas para superar las limitaciones de los VFCW convencionales.

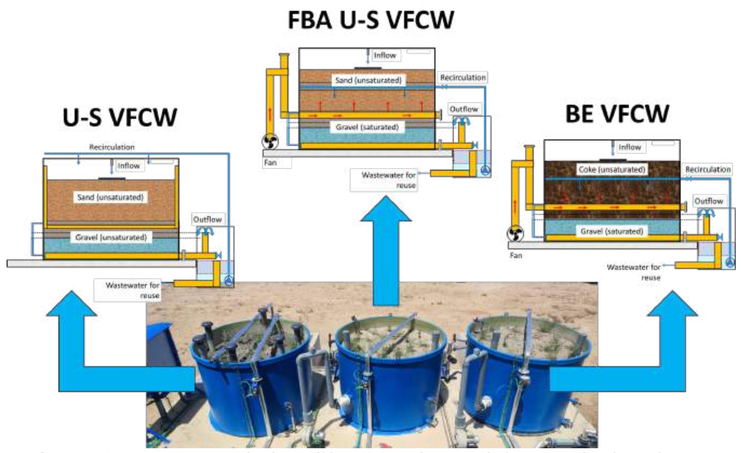


Figura 1. *Esquema de los diferentes humedales verticales de una única etapa para tratamiento de agua residual.*

Metodología

Para la validación de esta tecnología se han construido en la EDAR Talavera de la Reina (Toledo, España) 3 plantas piloto diferentes, basadas en humedales de una única etapa. Una de ellas, el sistema Bihofilter, es desarrollado por la empresa francesa Syntea, la cual está validada. Las otras dos tecnologías (Wetfan y el Wetfan BE) son desarrollos propios de Aqualia.

Las tecnologías basadas en humedales de una única etapa se han diseñado con el criterio de 1,2 m^2/He para una población de 8 He, es decir una superficie de 3,2 m^2. Estos sistemas cuentan con una capa saturada (inundada) para poder mantener condiciones anóxicas, mientras se mantienen condiciones óxicas en la capa no saturada.

A continuación, se describen las diferentes tecnologías:

- **Bihofilter**: humedal en una única etapa, con aireación por convección natural y recirculación superficial.
- **Wetfan**: humedal en una única etapa, con aireación forzada mediante ventilador centrífugo y recirculación interna
- **Wetfan BE**: humedal bioelectroquímico en una única etapa, con aireación forzada mediante ventilador centrífugo y recirculación interna

Estas tecnologías se compararon con un humedal francés presente ya en la EDAR, construido siguiendo el criterio de 2 m^2/He para una población de 125 He (250 m^2). Este sistema está totalmente insaturado, por lo que presenta únicamente condiciones óxicas y consta de dos etapas.

	SST mg/L	DQO mg/L O_2	NH_4 mg/L N-NH_4	TIN* mg/L N
Agua Bruta	132,8 ± 181,8	250,5 ± 228,7	14,1 ± 8,5	15,2 ± 8,4
Sistema Francés	3,7 ± 5,4	20,4 ± 7,2	0,0 ± 0,1	16,4 ± 6,5
Bihofiltre	11,0 ± 18,0	37,6 ± 24,5	2,4 ± 4,3	11,0 ± 7,3
Wetfan	9,5 ± 17,6	38,5 ± 21,2	2,8 ± 2,4	13,5 ± 9,0
Wetfan BE	15,2 ± 37,7	46,8 ± 49,7	5,6 ± 5,5	15,2 ± 10,2

* TIN: Nitrógeno Inorgánico Total (NH_4 + NO_2 + NO_3)

Resultados

Tras más de un año de operación, cabe destacar que tanto la configuración estándar (francesa) como los sistemas novedosos mostraron valores de DQO y SST en sus efluentes por debajo de lo permitido, cumpliendo con los requisitos de la legislación actual para el tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales **(<35 mg/L de SST, <125 mg/L de DQO**).

Se observo una nitrificación total en el sistema francés sin llegar a obtener desnitrificación. Los sistemas mejorados presentaron desnitrificación parcial, limitada por la cantidad de materia orgánica en el influente.

Figura 2. *Humedales tras 6 meses de operación. Wetfan BE (izquierda), Wetfan (centro) y Bihofiltre (derecha)*

Bibliografía

- Boano, F., Caruso, A., Costamagna, E., Rifolfi, L., Fiore, S., Demichelis, F., Galvao, A., Pisoeiro, J., Rizzo, A., Masi, F. 2020 A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. Science of the Total Environment 711, 134731.
- Troesch, S., Salma, F., Esser, D. 2014 Constructed wetlands for the treatment of raw wastewater: the French experience. Water Practice and Technology. 9(3), 430–439.
- Ventura, J. R. S., Tulipan, J. U., Banawa, A., Umali, K. D. C., Villanueva, J. A. L. 2024. Advancements and challenges in decentralized wastewater treatment: A comprehensive review. Desalination and Water Treatment. 320, 100830.

NICE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement no. 101003765

Proyecto INTEXT: Tecnologías Innovadoras Híbridas INTensivas-EXTensivas para la depuración y recuperación de recursos de las aguas residuales en pequeñas poblaciones

Damián Amador, Zouhayr Arbib*, Enrique Frasca

FCC Aqualia, Av. Camino de Santiago 40, 28050 Madrid
Autor para correspondencia: Zouhayr.arbib@fcc.es

Resumen: El proyecto LIFE INTEXT pretende combatir la escasez de agua en pequeñas comunidades mediante la combinación de tecnologías INTensivas y EXTensivas, enfocadas en la depuración del agua residual y a su reúso. Además, el proyecto se valdrá de herramientas de monitorización y control inteligente que permitirán una operación robusta de las diferentes tecnologías. Para la ejecución del proyecto LIFE INTEXT se han creado dos plataformas tecnológicas, localizadas en la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Talavera de la Reina (Toledo) y en el centro de investigación de CENTA, en Carrión de los Céspedes (Sevilla). En estas dos ubicaciones se están desarrollando tecnologías híbridas para la depuración de aguas y la recuperación de nutrientes en pequeñas comunidades.

Línea Temática: Planificación y experiencias colaborativas

Plataforma INTEXT

Figura 1. Vista aérea de la implantación del proyecto INTEXT en Talavera de la Reina

Tecnologías INTEXT

Figura 2. Diferentes tecnologías presentes en la plataforma INTEXT

Resultados

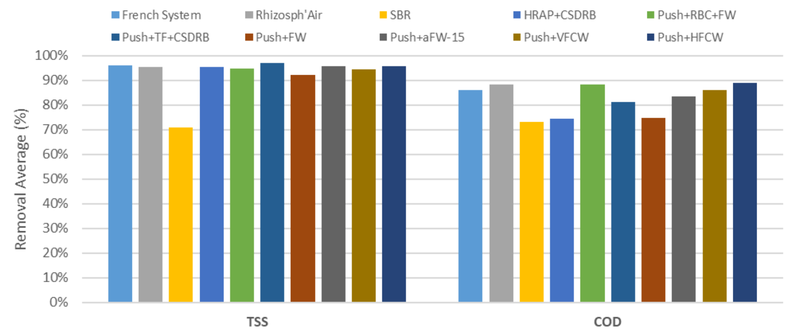


Figura 3. Resultados obtenidos durante dos años de operación

Conclusiones

- Todas las tecnologías testeadas son capaces de cumplir los parámetros de vertido para pequeñas poblaciones: eliminación de sólidos en suspensión (SST), materia orgánica (DBO_5 y DQO) así como amonio (NH_4)
- La eliminación de nitrógeno total queda limitada por la capacidad del sistema de realizar la desnitrificación: condiciones anóxicas y presencia de DQO. Sin embarco cualquier tecnología puede adaptarse para este fin.
- El empleo de tecnologías extensivas es aconsejado para zonas con suficiente superficie (> 2 m^2/H-e), dónde haya disponibilidad de terreno y falta de personal cualificado.
- Las tecnologías hibridas IntExt tienen un pequeño consumo energético, pero reducen el espacio necesario hasta cerca de 1 m^2/H-e.
- Las tecnologías intensivas tienen un fuerte consumo energético y necesitan personal cualificado, lo cual a veces es difícil de lograr en pequeñas poblaciones.

Bibliografía

1. Life IntExt project (2019), https://life-intext.eu/en/#
2. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones (2010). Ortega E., Ferrer Y., Salas J.J., Aragón C. and Real A. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, CEDEX y Fundación CENTA.
3. Guía sobre tratamientos de aguas urbanas para pequeños núcleos de población (2006). Martín I., Betancort J.R., Salas J.J., et. Al. Fundación CENTA e ITC.

LIFE INTEXT is a project co-funded by the European Union under the LIFE Programme Grant Agreement no. LIFE18 ENV/ES/000233