

ANEJO 4

PLATEAMIENTO DE TÉCNICAS SUDS

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

Índice

0. Introducción	3
1. Sustainable Drainage Systems (SuDS)	4
2. Beneficios de la implantación de SuDS	5
3. Tipología de SuDS	6
3.1 Superficies permeables	6
3.2 Cubiertas verdes	7
3.3 Áreas de Biorretención	8
3.3.1 Arboledas	8
3.4 Cunetas vegetadas	9
3.5 Humedales artificiales	9
3.6 Estanques y lagunas filtrantes	10
3.7 Pozos, trincheras o bandas filtrantes	10
4. Aspectos legislativos y normativos	10
5. Metodología de selección de SuDS	12
5.1 Climatología local	13
5.2 Tipología de vegetación	15
5.3 Particularidades del terreno natural	16
5.3.1 Geología	16
5.3.2 Características hidrogeológicas	17
5.3.3 Inclinación de la superficie	19
5.4 Aspectos constructivos y de conservación	21

0. Introducción

En todas las ramas de la sociedad, estos últimos años se comienzan a aplicar ciertas medidas con el fin de mejorar y desarrollar de forma más respetuosa, las numerosas actividades del hombre sobre el medio que le rodea. Frente a los problemas futuros, con un modo de vida con un consumo irresponsable de recursos y un aumento incontrolado de contaminantes, el mundo de la ingeniería y la construcción también debe poner de su parte para reaccionar ante estas actitudes sociales mediante acciones sostenibles que garanticen, desde un punto de vista social, económico y medioambiental, una buena calidad de vida sin comprometer los medios de las poblaciones presentes, y sobretodo, futuras.

Desde siempre, en cualquier construcción se estudian distintos factores que influyen en el desarrollo de la actividad, dentro de los cuales, los aspectos sociales y medioambientales, son considerados dentro del proyecto como aspectos secundarios frente a los técnicos o económicos. Lo habitual era considerar la alteración causada por cualquier acción como un aspecto que posteriormente sería reparado o compensado aplicando las oportunas medidas correctoras. Ahora este planteamiento no es válido y necesita ser cambiado planteando soluciones ante los problemas futuros a partir del estudio en origen, es decir, conseguir que la actividad a desarrollar forme parte del remedio que se busca para poder conseguir mimetizar la actuación en el entorno. Conseguir esto dentro de un entorno urbano consolidado es más complejo pues ya existe cierta estructura, pero no es imposible. La solución que se plantea es estudiar la implantación de infraestructuras más “verdes” que permitan, adaptarse al medio a la vez que resuelven las dificultades que se presentaran, como la escasez de recursos hídricos y generación excesiva de volúmenes de escorrentía por la alta impermeabilización dentro de las ciudades, además de ser estructuras que permitan almacenen esas aguas y posteriormente ser reutilizada.

En este anejo se definen y detallan las características de los sistemas urbanos de drenaje sostenible como una alternativa a los problemas actuales y futuros que se presentan en las ciudades consolidadas, adaptándose a las circunstancias de entornos además de aportar una mayor superficie verde y ayudando a mitigar los problemas de drenaje de las ciudades.

1. Sustainable Drainage Systems (SuDS)

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SuDS del acrónimo anglófono de Sustainable Drainage Systems) son un conjunto de componentes que conforman parte de la infraestructura verde de una ciudad cuya finalidad es la captación de la escorrentía superficial generada tras un evento de lluvia para luego ser almacenada, filtrada, reutilizada y/o infiltrada en el terreno natural, posibilitando la disminución de volúmenes de agua en superficie así como la reducción de la carga de contaminantes de éstas antes de introducirla de nuevo al sistema de alcantarillado.

Existen muchas maneras de implantarse dentro de una ciudad, tanto en nuevas zonas urbanas como en zonas ya consolidadas, donde se puede aplicar durante la reurbanización de éstas como alternativa complementaria a los sistemas tradicionales. No es muy viable desechar los sistemas convencionales ya implantados dentro de las ciudades sino que lo más habitual es conseguir una configuración combinada de los distintos tipos de SuDS junto a éstos para alcanzar diversos objetivos fundamentales: ofrecer un control de la cantidad de la escorrentía superficial producida dentro de un entorno urbano evitando riesgos de inundación, gestionar la calidad de dicha escorrentía previniendo una excesiva contaminación, conseguir un ambiente urbano más limpio dentro de la ciudad y crear entornos urbanos más compatibles con el medio natural.

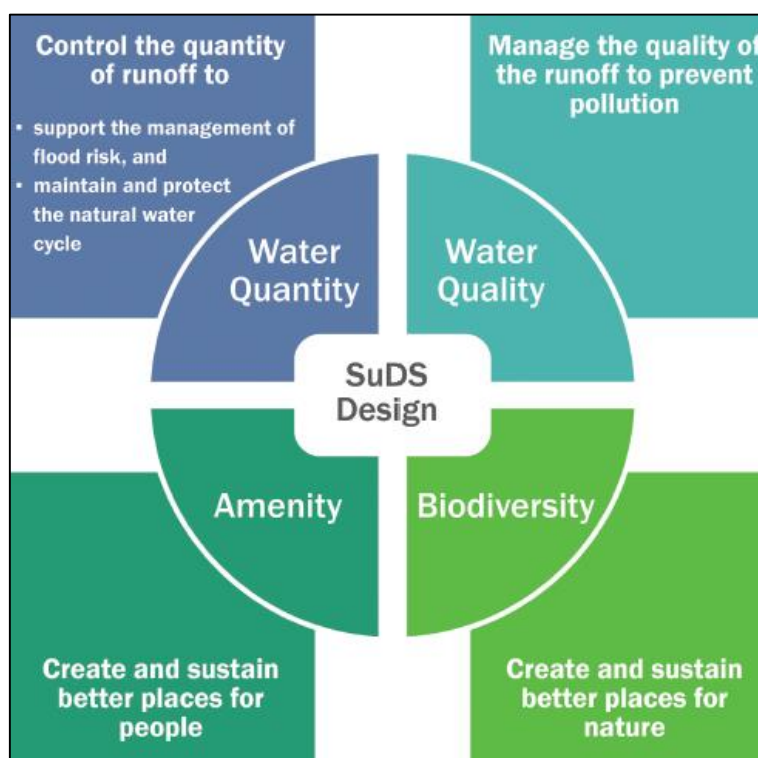


Figura 1. Fundamentos básicos que persigue una configuración integral de diversos SuDS dentro de un entorno urbano. Fuente: CIRIA SuDS Manual 2015.

2. Beneficios de la implantación de SuDS

Como se refleja anteriormente, los SuDS son considerados como una solución adicional a los sistemas convencionales. No consiguen gestionar de forma completa la escorrentía superficial sino que ayudan a captar parte siendo derivados de ésta para ser recogidos, depurados y devueltos al medio de forma más limpia, además de disminuir los volúmenes que entran a la red de drenaje tradicional.

Ante este planteamiento, sus beneficios respecto a los sistemas convencionales son:

- Ahorro de energía. El volumen de la escorrentía superficial que es captada por los componentes SuDS llega a la red de colectores convencional en cuantías menores y con una carga de contaminantes inferior. Este hecho ocurre porque las primeras escorrentías que arrastran la mayor carga de contaminantes presente en la superficie son captadas por los SuDS presentando luego una menor necesidad de depuración de éstas, y a la vez los gastos en la red disminuyen. Contemplar su implantación en edificaciones también supone un descenso del gasto energético por ayudar a la mayor regulación térmica por su efecto aislante. Del mismo modo, lucha contra el fenómeno “isla de calor” que se origina en los núcleos urbanos.
- Disminución de los coeficientes de escorrentía. Se sustituye parte de la superficie impermeable por área de mayor permeabilidad y con sustratos con vegetación de diversas tipologías, que disminuyen el peligro de inundaciones y avenidas por un incremento de la infiltración en el terreno. De forma directa esta retención se favorece el almacenamiento de las aguas, y consigo, disminuir volúmenes de escorrentía y la recarga de los acuíferos pudiendo restaurar el ciclo hidrológico natural del agua en el entorno.
- Reducción del consumo de agua potable en áreas urbanas y ámbitos domésticos. El almacenamiento de estas escorrentías y su posterior reutilización para usos no-potables (baldeo de calles, riego de jardines, recarga de sistemas de saneamiento de baños domésticos o públicos...), favorece un ahorro de agua.
- Mejora de la calidad ambiental y paisajística de los entornos urbanos. El establecimiento de estas infraestructuras, que albergan mayor superficie de vegetación favorece ciudades más verdes con entornos más vivos, atractivos y sostenibles. Asimismo mejora la calidad del aire, reduce los niveles sonoros y crea espacios viables para el recreo de la ciudadanía.
- Reducción del coste de implantación. El número de actividades que se requieren para su implantación es menor que la construcción de sistemas de drenaje convencional, además de modificar en mayor medida el entorno donde se instala.
- Incremento del valor ambiental y paisajístico. Su establecimiento aporta al ciudadano un mayor bienestar y mejor calidad de vida, aumentando las cualidades de las zonas donde se ubican.

3. Tipología de SuDS

En este apartado se describen de forma breve cada una de las tipologías que pueden desarrollar.

3.1 Superficies permeables

Tipología de superficie que posibilita la filtración del agua a través de su estructura multicapa al poseer una alta porosidad que permite que se infiltre hasta llegar el terreno natural o sea captada y almacenada en capas inferiores para su posterior reutilización. Cada una de las capas actúa como filtros que retienen los contaminantes que están diluidos hasta su total descontaminación. Su aplicación tiene como finalidad reducir el coeficiente de escorrentía, además de disminuir la probabilidad de encharcamiento en la superficie. Como de un pavimento convencional se tratase su estructura de alta porosidad mantiene una capacidad portante aceptable que permite la circulación de vehículos y viandantes, aunque preferible situar en zonas con poco tránsito debido a posibles desgastes superficiales sobre la capa de rodadura.

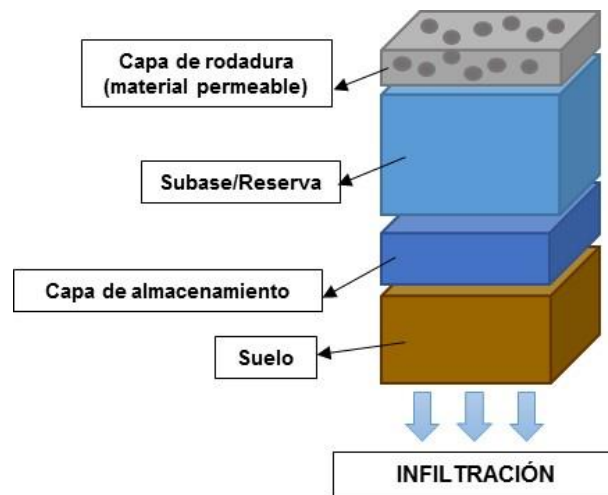


Figura 2. Esquema general de sección transversal de un pavimento permeable donde se aprecia la configuración multicapa de ésta. Fuente propia.

Se diferencian dos tipos de estos pavimentos:

- Continuo: Infiltra las aguas a través de toda su estructura interna a partir de un material principal como gravas, unión de resinas sintéticas, hormigón permeable, asfalto permeable o césped natural reforzado.
- Modular: Composición formada módulos de hormigón, ladrillo o plástico reforzado que configuran una serie de huecos que atraviesan la estructura de arriba abajo. Los huecos son rellenos con tierra o césped que periódicamente se debe repuesta para evitar la colmatación de la estructura.

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

3.2 Cubiertas verdes

Sistema multicapa de distintos materiales superpuestos para interceptar y retener las aguas precipitadas antes de llegar a la superficie. Si instalación favorece la reduciendo del volumen de esorrentía superficial además de atenuar el caudal pico. La función de la vegetación que alberga en su capa superior permite alcanzar una mejora en el rendimiento térmico del edificio donde se instale (tejados, balcones y terrazas) produciendo una amortiguación de las altas temperaturas en las horas del día a través de la evapotranspiración de las plantas así como mejorar la calidad atmosférica del entorno con la captación de partículas.

Su estructura interna se configura (de abajo a arriba) en una capa de impermeabilización, para evitar que afecta la humedad a la estructura del edificio; una capa filtro anti-raíces, para controlar el crecimiento de éstas y que no se produzca de un modo incontrolado ni afecta a la estructura en si del elemento; un material de drenaje, que permite la retención de las aguas en el sustrato, y a su vez mejore su calidad para luego almacenada y reutilizada; capa de tejido, para separar el sustrato vegetal con el material de drenaje, el sustrato en sí y la vegetación escogida.

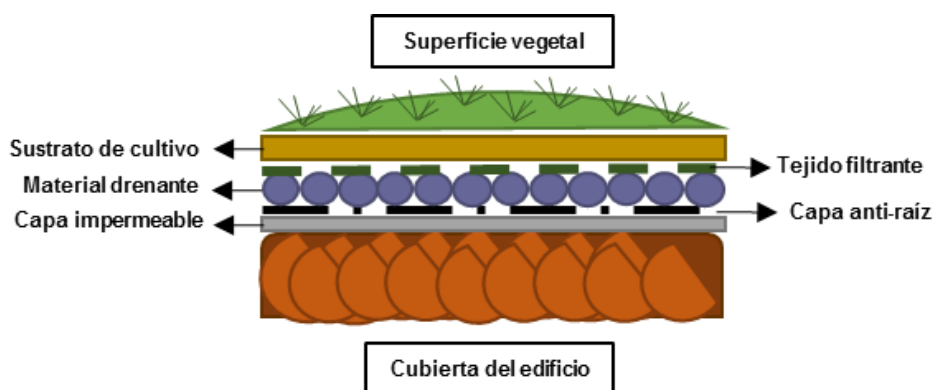


Figura 3. Sección transversal típica de una cubierta vegetal. Fuente propia.

Las condiciones para la instalación de este tipo de elementos están limitadas por la sobrecarga que supone para la plataforma del edificio donde se instalan. Previamente se de ser debidamente calculadas las nuevas solicitaciones para que no supongan ningún problema en la estructura del edificio. Se trata de una cubierta con fines de captación y almacenamiento de agua durante eventos de lluvia, y por tanto tendrá que disponer de un sistema de evacuación que permitan desaguar en caso de exceso en el sistema. A tener en cuenta la inclinación de la superficie de apoyo, la tipología de vegetación plantada así como el microclima que crea.

Se distinguen dos tipologías:

- Extensivas. Sustratos de poco espesor entre 20-150 mm. Suponen poca sobrecarga lo que lo considera adecuado para edificaciones ya consolidadas y así evitar pocas alteraciones en la estructura. Precisa de un mantenimiento mínimo, con necesidades ínfimas de intervención, lo

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

que supone bajo coste de mantenimiento. La vegetación más empleada es de porte pequeño con necesidades hídricas bajas como el musgo, la hierba o la grama común.

- Intensivas. Sustratos con espesores mayores de 150 mm. Se diseñan para soportar un peso elevado debido a poder albergar vegetación de gran porte implicando una mayor complejidad estructural. Las sobrecargas generadas son bastante más elevadas que la anterior tipología lo que no lo hace recomendable para edificios consolidados, sino más bien para nuevas construcciones, que consideren todas las solicitaciones implicadas. Necesitan de un mantenimiento más regular, incluido riego para cubrir las necesidades de la humedad de toda la vegetación, además de disponer de accesos para su mantenimiento.

3.3 Áreas de Biorretención

También denominado jardines de lluvia, son depresiones de poca profundidad que captan y retienen en ella cierto volumen de escorrentía superficial de forma temporal mientras se infiltra en el terreno, además favorecer la descontaminación de éstas, para su devolución al sistema o su reutilización futura.

Las depresiones están en torno a 150 – 300 mm de profundidad con un sustrato, que puede ser el propio terreno o un relleno de alta permeabilidad, que actúa como filtro natural mejorando la calidad de las aguas durante su almacenamiento. Los contaminantes que transportan, que normalmente son materia orgánica y metales pesados, son metabolizados tanto por la vegetación como por los organismos del medio mediante procesos físico-químicos y biológicos llegando a convertirse en nutrientes para ellas a la vez que se descontamina ésta.

Para un efecto notorio, el área de drenaje donde implantarse esta tipología debe estar comprendida entre 0,2 y 1 hectáreas con el tamaño mínimo de unos 18 m², una pendiente del terreno no ha de superior al 6% y una distancia mínima al nivel freático es de 0,6 m. Su establecimiento, favorece la mejora del microclima urbano, con la disminución de las temperaturas del entorno a través de la evapotranspiración de la vegetación y los microorganismos del medio natural para conseguir la captación de partículas del ambiente.

3.3.1 Arboledas

La vegetación de gran porte juega un papel relevante en las áreas de biorretención. La diferencia respecto a los jardines lluvia convencionales es la extensión que ocupa y las cantidades de agua que gestiona, siendo éstas mayores. Tanto los procesos de transpiración como infiltración necesitan más humedad absorbiendo más agua o con ello gestionando más volumen de escorrentía. Todo ello contribuye a la mejora del paisaje de una ciudad filtrando el aire y amortiguando sus ruidos. Esta tipología se presenta combinada con otras tipologías como humedales artificiales o lagunas filtrantes.

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)



Figura 4. Ejemplo de área de biorretención con vegetación de bajo y alto porte en el Centro de Biotecnología y Ciencia de The Greenest College en Rhode Island (Princeton, Nueva Jersey).

3.4 Cunetas vegetadas

Similar a los sistemas de biorretención por su depresión en el terreno pero careciendo de tanta vegetación, las cunetas verdes son estructuras lineales que disminuyen la velocidad de la escorrentía superficial logrando que las partículas en suspensión puedan sedimentar y no aparezcan problemas de erosión en superficie. Se ubican en terrenos con cierta inclinación longitudinal (no superior al 4%) y transversal (menor a 2%) facilitando la circulación de las aguas en el sentido convenido para lograr su retención y almacenamiento temporal hasta su infiltración en el terreno. La construcción de pequeños azudes dentro de las propias cunetas aseguran mayor tiempo de retención y ayudan a laminar las aguas logrando que parte de la carga contaminante sea eliminada así como las partículas que transporten sean sedimentadas.

3.5 Humedales artificiales

Extensión de terreno de poca profundidad con gran abundancia de vegetación cuya objetivo es facilitar la bioeliminación de los contaminantes presentes en las aguas captadas y retenidas mejorando su calidad. Esta depresión requiere la existencia de un mínimo de calado para mantener un hábitat de diversas especies de flora y fauna se pueden albergar en ella además de controlar grandes volumen de escorrentía. Debe existir cierta diferencia de cotas entre la entrada y salida de aguas para que exista un continuo flujo constituyendo 4 zonas fuertemente distinguidas: zona de aguas profundas, zona baja de vegetación emergente, zona alta de vegetación emergente y zona inundable.

3.6 Estanques y lagunas filtrantes

Grandes extensiones de terreno (mínimo entre 8 y 10 Ha) con profundidades variables entre 1.2 y 2 metros que facilitan la laminación de grandes volúmenes de escorrentía durante episodios de lluvia. Almacena e infiltra las aguas en terrenos con alta permeabilidad. Compuesto por fondos de sedimentos que facilitan la eliminación de nutrientes, metales pesados y materia orgánica mediante procesos de sedimentación y biodegradación. En periodos secos, a diferencia de los humedales puede estar vacíos y ser aprovechados con otras finalidades. Su reubicación en una ciudad es costosa ya que en áreas consolidadas la disponibilidad de espacios abiertos o parques urbanos de gran extensión es más limitada.

3.7 Pozos, trincheras o bandas filtrantes

Elemento lineal que recibe parte de escorrentía derivada de superficies impermeables cercanas para ser recogidas y almacenadas mientras se infiltra en el terreno natural logrando disminuir la entrada de caudal por el sistema de drenaje convencional. Requiere un terreno con cierta permeabilidad y con una distancia mínima al nivel freático (1 m.) para que puedan darse las infiltraciones.

La combinación de estas tipologías pretende encontrar un equilibrio con los elementos tradicionales gestionar tanto lluvias de baja con alta intensidad de forma eficiente. Tener en cuenta, excepto en estanques, lagunas y humedales, la existencia de complementos como drenes perforados que dirijan y transporten las aguas filtradas bien para ser reutilizadas y/o conseguir evacuar los excesos de agua. Suelen ubicarse en la capa más profunda del elemento SuD estando recubiertas por un geotextil y rellenas de materiales filtrantes como arena o gravas para retener partículas que hayan quedado del proceso de filtración anterior. El tiempo de permanencia del debe ser elevado para adquirir una velocidad baja.

4. Aspectos legislativos y normativos

Desde la instauración de la Directiva Marco de Agua en el año 2000 la UE exige a los países miembros el cumplimiento de ésta para lograr un ambiente acuático más limpio y protegido de la actividad humana, fomentando la sostenibilidad presente y futura de los recursos hídricos tanto en calidad como en cantidad. Todas las medidas tomadas para lograr estos objetivos comunitarios quedan en manos de los estados miembros, y en el caso concreto de España, como estado miembro de la UE, tiene dentro de su legislación planes de actuación para lograr su cumplimiento pero sin existir ningún tipo de normativa específica al empleo ni regulación de SuDS. Aunque se contempla cumplir las exigencias sobre los requisitos de calidad de aguas, como se puede apreciar en el listado de normativa del anejo 1, en los últimos años poco a poco se introduce como actuación alternativa frente a las tradicionales.

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

En la legislación autonómica, desde la última modificación de la normativa autonómica valenciana estos sistemas son consideradas “recomendaciones” frente a zonas con problemas de inundaciones. Dentro de un contexto urbano, el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la C.V. (PATRICOVA) tras su modificación en octubre 2015 y siendo considerado como << (...) Plan de prevención frente a las inundaciones consecuencia del desbordamiento de cauces o subida del nivel freático (...)>> sugiere para desarrollos urbanos futuros o núcleos urbanos consolidados con posibilidad de implantación, donde se desee aminorar el impacto de las lluvias de periodo de retorno pequeños, la implantación de ciertos elementos que bajo el concepto “Infraestructura Verde”, << (...) sistema territorial básico formado por los espacios de mayor valor ambiental, cultural, paisajístico y visual, las áreas críticas del territorio por su susceptibilidad a los riesgos, así como sus conexiones ecológicas y funcionales (...) >> permitan << (...) en inundaciones de corta recurrencia, a mitigar de manera importante los caudales de inundación y sus efectos sobre personas y bienes (...)>> además << (...) constituyen soluciones a relativo bajo coste, contribuyendo, además, a la mejora de la mejora de la calidad urbana y la adaptación al cambio climático.>>.

Los sistemas de drenaje sostenible pretenden alcanzar una gestión innovadora y más completa de los recursos hídricos dentro de la ciudad, siendo considerado como una medida para prevenir riesgos de inundación, y también como se expone anteriormente, como método de almacenamiento de agua durante periodos secos. Dentro de otras autonomías españolas, la legislación gallega según las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG) introduce el término “Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible”, similar para denominar a los SuDS, siendo éstos (...) procedimientos destinados a que el sistema global de saneamiento mejore su eficacia en la recogida, transporte y depuración de las aguas de escorrentía (...). Se diferencian dentro de la normativa en función del lugar donde se encuentre con el sistema de saneamiento entre control en origen y control aguas abajo, siendo esta subdividida entre local y regional, todo con el fin (...) evitar que la escorrentía de las lluvias más habituales entren en el sistema de saneamiento, ya sea éste unitario o separativo (...), o lo que es lo mismo, sistemas de drenaje sostenible. Localmente, la normativa municipal actual “Normativa para Obras de Saneamiento y Drenaje Urbano de la ciudad de Valencia” (2016) también sigue las premisas establecidas por la normativa en materia de prevención de riesgo de inundación (PATRICOVA), pero a nivel municipal. En sus líneas, se recomienda el uso de estos sistemas SuDS << (...) para gestionar aguas pluviales (...)>> en << (...) ámbitos de nueva construcción y zonas de pequeña densidad de edificación (...) >> intentado favorecer la infiltración de las aguas.

Respecto al ámbito nacional, derivado RD 233/2013 dentro del capítulo VI “Programa de fomento de la regeneración y renovación urbanas” se impulsan (...) Obras destinadas a mejorar la eficiencia ambiental en materia de agua, energía, uso de materiales, gestión de residuos y protección de la biodiversidad (...). Ante este planteamiento por parte de las AAPP se puede

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

optar emplear como alternativa las distintas tipologías de SuDS y lograr los objetivos marcados con la finalidad de (...) mejorar los tejidos residenciales, y recuperar funcionalmente conjuntos históricos, centros urbanos, barrios degradados y núcleos rurales (...), como es el área de actuación de este estudio dentro del ámbito de regulación de las aguas urbanas (...) En el ámbito del agua, las de reducción del uso de agua potable y de riego, las de gestión sostenible de las escorrentías urbanas, las aguas pluviales y residuales, y las de gestión de depuración y su retorno adecuado al medio (...). También dentro de la norma técnica de O.C. 24/2008 sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) sobre mezclas bituminosas en calientes se hace referencia al concepto “mezclas bituminosas drenantes” como (...) aquellas que por su baja proporción de árido fino, presentan un contenido muy alto de huecos interconectados que le proporcionan características drenantes (...). Otra normativa técnica, que no hace referencia específica del empleo de sistemas de drenaje sostenible, pero si puede ayudar a impulsar su uso en España, está reflejado en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Como se puede entender en este escrito, si se pretende construir una nueva edificación se debe alcanzar, entre otros objetivos, ciertas condiciones de salubridad mediante un sistema que ayude a conseguir un sistema separativo entre las aguas pluviales y las aguas domésticas << (...) se requiere disponer de los medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías (...)>>, y también alcanzar un uso racional de los recursos para << (...) conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento (...) >> (artículo 13 y 15, CTE). Estos condicionantes se pueden alcanzar gracias al empleo de SuDS como medida alternativa a implantar para ayudar a cumplir con el CTE de forma sostenible, responsable con el entorno y a un coste bajo.

A parte de todas estas referencias, la legislación vigente no hace más uso del concepto SuDS, como ocurre en otros países europeos que fomentan la implantación de estos elementos con más asiduidad.

5. Metodología de selección de SuDS

Ante el diagnóstico de la situación actual de la sistema de saneamiento bajo analizada en el anejo 3, se pretende determinar qué tipologías de sistema urbano de drenaje sostenible, expuesto en puntos anteriores, puede ser implantados para complementar la red existente y lograr una gestión más integral de agua en el barrio de Ruzafa.

En este apartado se explica de forma detallada la metodología empleada para este análisis basada en el estudio de diferentes factores físicos, climáticos, sociales y económicos que

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

condicionan el diseño, construcción y comportamiento de los SuDS. A partir de este análisis se procede en el posterior anejo a determinar la viabilidad de implantación dentro del área de estudio de diferentes tipologías valorando de forma individual.

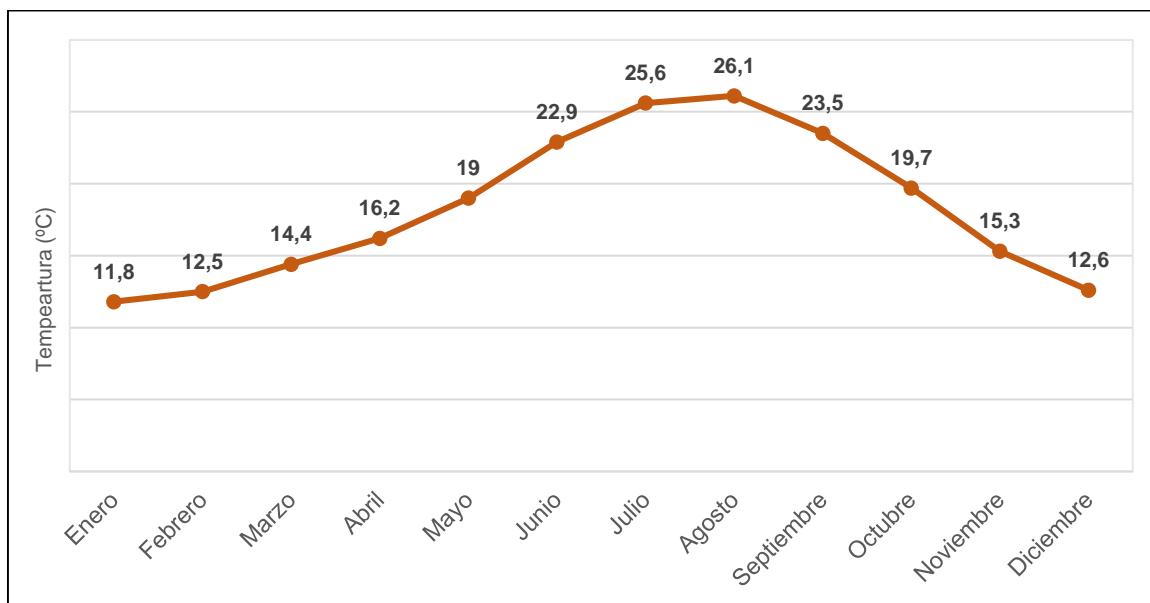
5.1 Climatología local

El análisis climático del área de actuación es relevante para saber cómo debe responder correctamente la red de drenaje, tanto convencional como sostenible. En el caso de los sistemas tradicionales se diseñan a partir de los volúmenes generados a partir de un evento de lluvia con un periodo de retorno concreto; y en cambio, los sistemas sostenibles, aparte de contemplar el dicho aspecto técnico, también deben de saber a parte de la precipitación la temperatura que deben soportar las especies vegetales que se deben implementar conjuntamente en los distintos SuDS como parte su estructura interna. A continuación, se procede a delimitar las características climáticas de la zona de estudio.

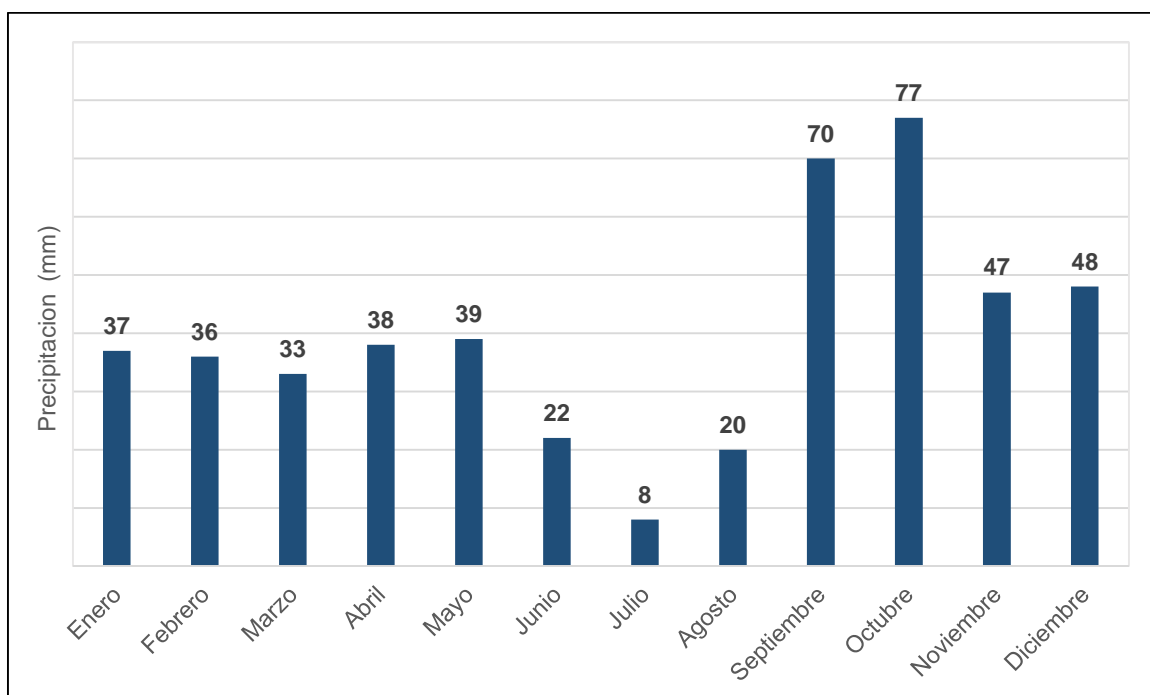
En el caso de la ciudad de Valencia, como se expone en la publicación *Atlas climático de la Comunidad Valenciana* (A.J. Pérez Cueva), se define como un “clima de la llanura litoral septentrional”. Sus temperaturas se caracterizan por presentar un clima suave, característico del área mediterránea, con una temperatura media anual alrededor de los 18°C. En periodos invernales se alcanzan en torno a 10°C, siendo los meses de Enero y Febrero los más fríos, y periodos estivales con temperaturas alrededor de 25°C, con Julio y Agosto como los más calurosos. Durante los meses de primavera y verano un factor que influye de forma notoria es la sensación térmica definida a lo largo de toda la ciudad como la humedad relativa influida por la proximidad con la mar que crea un ambiente de bochorno muy particular derivado de las brisas marinas provenientes del mar Mediterráneo. Respecto a sus precipitaciones, los meses con más lluvia se encuentran entre Septiembre y Noviembre teniendo precipitaciones anuales que se sitúan en torno a los 475 mm (Aemet) y cuyos valores medios mensuales son alrededor de 65 mm (Aemet). También un fenómeno a considerar, bastante influyente en las precipitaciones de esta zona litoral, es el fenómeno de la gota fría, que debido al contraste térmico existente provoca grandes precipitaciones de carácter torrencial que llegan a causar importantes inundaciones, fenómenos de erosión, y destrucciones localizadas.

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)



Gráfica 1. Temperatura media mensual de Valencia durante el periodo 1981-2010 en la estación meteorológica de Viveros. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (Aemet).



Gráfica 2. Precipitación media mensual/ anual de Valencia durante el periodo 1981-2010 en la estación meteorológica de Viveros. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (Aemet).

Todos los datos climatológicos deben ser tenidos en cuenta para el diseño, construcción como mantenimiento de estas estructuras.

5.2 Tipología de vegetación

Como elemento que forma parte de la configuración de las zonas verdes de una ciudad, los SuDS deben ser diseñados teniendo en cuenta: el espacio de suelo que ocupan, tanto por sí mismos como la vegetación que albergan; el mantenimiento que supone bajo unos costes y consumos de recursos, que cada día irán aumentando ante escenarios climáticos futuros de escasez de agua; y las pautas del paisajismo local donde se instaure el elemento para minimizar el impacto visual tras su establecimiento. En resumen, para su establecimiento dentro de un entorno urbano se debe buscar un equilibrio entre la vegetación escogida para complementar el elemento, la funcionalidad de dicha vegetación y equilibrar la estética del lugar ante la constante expansión de la ciudad.

Los criterios ambientales y paisajísticos a tener en cuenta para la elección de la vegetación en los distintos elementos SuDS son:

- Adaptación al clima. Mejor escoger especies autóctonas, cuya capacidad de adaptación será más rápida, que una especie externa y cuyos requisitos hídricos sean bajos agrupándose bajo el mismo nivel de demanda de recursos, para evitar conflictos entre especies y economizar recursos.

En el caso del área de estudio, deben ser capaz de soportar climatología con episodios de lluvia extremos así como épocas de larga sequía. En caso de no ser posible, diseñar un sistema de riego que mantenga las condiciones adecuadas para la supervivencia de la especie así como una configuración óptima, teniendo en cuenta el aumento de costes de construcción y mantenimiento. Por ejemplo una especie escogida para cubiertas verdes extensivas, donde se busca bajo peso de la estructura global, es la grama común ya que tiene capacidad de adaptación a climas cálidos y templados, crecimiento rápido y se recupera rápidamente cuando se daña. No obstante, debe ser controlada su propagación por ser muy agresiva con otras especies, pudiéndose convertir en especie invasora.

- Resistencia a la polución. La atmósfera de las ciudades presenta altas concentraciones de contaminantes derivados del tráfico rodado o de las áreas industriales. Como una de las funciones de los elementos SuDS es retener parte de estos contaminantes y mejora la calidad ambiental donde se implanten, tener en cuenta que no todas las especies resisten de igual manera los niveles de concentración urbana. El efecto que tiene la polución sobre la plantas es que se va depositando sobre sus hojas una fina capa de partículas que puede llegar a disminuir o inhibir su función clorofílica llegando a matar a la planta. Por tanto hay que considerar qué concentración hay presente en la atmósfera.

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

A excepción de las avenidas principales que delimitan el barrio, la zona presenta estrechez en las la mayoría de las calles céntricas que favorecen la no renovación del aire ambiente. El paso de un tráfico continuo debido a ser una zona de ocio de la ciudad aumenta esta concentración de contaminantes atmosféricos.

- Necesidad lumínica. Es necesario saber dónde ubicar la especie escogida en función de las horas de iluminación que necesite la planta, es decir, cuanta iluminación necesita para lograr un desarrollo óptimo a partir de una zona de sombras. Generalmente los emplazamientos orientadas al norte son más frescas y reciben menos insolación, y todo lo contrario de las exposiciones orientadas al sur, donde hay más insolación y presencia de sol.

La limitación de alturas en los edificios por normativa urbanística para mantener el carácter histórico del barrio, favorece la existencia de edificios de baja altura que no hacen mucha sombra entre ellas ni en la superficie favoreciendo más horas de luz para la vegetación a implantar.

5.3 Particularidades del terreno natural

Los sistemas de drenaje sostenible trabajan directamente sobre el terreno natural haciendo necesario que éste presente ciertas características geológicas que permitan la infiltración de las aguas, que previamente fueron retenidas por los distintos SuDS. Especificar dichas particularidades, son necesarias para estimar la capacidad de infiltración que presenta el terreno donde se desean implantar y determinar la superficie de extensión que debe ocupar los elementos SuDS para lograr una gestión más eficaz de las aguas urbanas. También es necesario estimar un volumen de almacenamiento en depresión donde retener el agua mientras es poco a poco infiltrada en el terreno.

En este apartado se analiza la naturaleza y propiedades del suelo del área de estudio para definir las bases que caracterizan el rendimiento que puede ofrecer el sistema a partir del caudal de filtración del terreno, empleando la ley de Darcy. A lo largo de esta sección todos los datos geológicos y geotécnicos son extraídos del “Proyecto de Urbanización de la unidad de ejecución A.4/1 Parque Central de Valencia” debido a la proximidad de la actuación con el área de este estudio.

5.3.1 Geología

La superficie estudiada se ubica en la Hoja N^º 722/29-28 (VALENCIA) del Mapa Geológico de España, a escala 1/50.000, editada por IGME (1972) especificando los suelos como limos de inundación-Limos arenosos (Q₁³li). Se encuentra encima de una importante llanura de sedimentos cuaternarios de cientos de metros de potencia correspondiente con la depresión periférica del litoral valenciano denominada “Llanura Central Valenciana” que posee cierta base de apoyo muy por debajo del nivel actual del mar. La zona es prácticamente horizontal con materiales de origen diverso (fluvial, de playa y de albufera) y los cuales están atestando como parte de la fosa balear que se produjo a finales de la Era Terciaria como consecuencia de ciertas

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

tareas de descomposición originadas por los movimientos orogénicos alpinos que fragmentaron y hundieron las formaciones marinas más antiguas y las últimas lacustres, que emergiendo sobre el mar formaban una gran planicie que unía el continente con el archipiélago balear. El espesor medio de los depósitos cuaternarios es de unos 100 metros, pudiendo localmente alcanzar 200 metros.

Se reconocen en el perfil del terreno examinado materiales corresponden a rellenos (R), una capa de terreno vegetal con cierto relleno antrópico debido a la actividad del hombre en la zona, con espesores que oscilan entre 0,30 y 2,40 m; depósitos de naturaleza aluvial constituidos por arcillas-limos (A), caracterizados por arcillas con algo de arena limosa, o arena arcillosa de diferentes colores de una consistencia que fluctúa entre dura a media que se extiende desde la profundidad anterior hasta entre 5,00 m y 9,00 m; y gravas-arenas (G), de compacidad alterable entre floja a media, que se extiende desde el final del nivel anterior con espesuras cambiantes entre 2,00 y 6,00 m. Todo ello se distribuye en niveles alternos que diversifican varias unidades geológico-geotécnicas del sustrato que constituyen alternancia de gravas-arenas y limos-arcillas que se interrelacionan, configurando un achique de aguas algo difícil.

A lo largo del terreno de actuación, se estima que el nivel freático suele aparecer entre los 5,00 y 8,00 metros de profundidad, con variaciones que pueden oscilar alrededor de un 1,00 metro entre los periodos estivales e invernales.

5.3.2 Características hidrogeológicas

La permeabilidad del suelo se define como la aptitud que presenta éste, por los materiales que lo componen, de permitir el paso de agua o aire sin modificar su disposición intrínseca. Esta característica está íntimamente relacionada por el tamaño del grano, y por tanto, de la porosidad y estructura del terreno. Se mide normalmente en metros por segundo (m/s), reflejando en función de la velocidad del flujo a través de una unidad de tiempo determinada.

La relevancia de este concepto deriva de definir de forma sencilla la superficie destinada para implantar los SuDS y conseguir alcanzar el objetivo fijado para una gestión más eficiente de la red de drenaje. Hay que tener en cuenta que un suelo con coeficiente de permeabilidad bajo (...) se debe destinar grandes superficies de SUDS para lograr los objetivos de gestión del agua deseados o dotarlos de una gran capacidad de almacenaje ponderando su espesor en detrimento de su superficie (...), y por en caso contrario, (...) se podrá disminuir la superficie (...) (Codola Rosello. P, 2015).

En este caso, a partir de los resultados extraídos de “Proyecto de Urbanización de la unidad de ejecución A.4/1 Parque Central de Valencia” sobre el terreno del área de actuación mediante diversos experimentos de laboratorio, valoran el coeficiente de permeabilidad en las arcillas con algo de arena limosas entre $6,98 \times 10^{-07}$ m/s y $7,46 \times 10^{-07}$ m/s, es decir, se trata de un suelo

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

altamente impermeable, y la capa de arena y grava tiene un valor entre 10^{-02} cm/s y 10^{-04} cm/s, indicando condiciones de drenaje buenas pero con extensión escasa en el área de estudio.

Determinados los valores de permeabilidad se calcula el caudal de filtración a partir de la ley de Darcy cuya expresión es:

Ecuación 1

$$q = K \frac{dh}{dl}$$

donde:

q es el caudal unitario que circula por metro cuadrado de sección

K es el coeficiente de permeabilidad

dh/dl es el gradiente hidráulico

Como hipótesis de cálculo, debido a que los SuDS se establecen sobre las zonas superficies del terreno de actuación, cuya profundidad es escasa y con niveles de agua poco relevantes, se despreciaría del cálculo del caudal de filtración el gradiente hidráulico (Codalá, P). Por tanto, la expresión simplificada de la ley de Darcy se define como:

Ecuación 2

$$Q = A K$$

donde:

Q es el caudal de filtración en metros cúbicos por segundo (m^3/s)

A es el área del SuD en metros cuadrados (m^2)

K es el coeficiente de permeabilidad en metros por segundo (m/s)

Como la colocación de los elementos SuDS se define en la parte superficial del terreno, se establece un coeficiente de permeabilidad de $6,98 \times 10^{-07}$ m/s y $7,46 \times 10^{-07}$ m/s, correspondiente a la capa superior de arcillas con algo de arena limosa que se encuentran en los primeros 10 metros de profundidad.

Por tanto el caudal de filtración del terreno se define bajo las siguientes expresiones:

$Q = A \cdot 7,46 \times 10^{-07}$ en áreas con una concentración de limos en las arenas más elevada.

$Q = A \cdot 6,98 \times 10^{-07}$ en áreas con una concentración de arenas más elevada que de limos.

Como se puede apreciar existe cierta diferencia entre ambos casos porque las arenas facilitan la infiltración de fluidos a diferencia de los limos. El caso ideal sería establecer los distintos

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

elementos SuDS dentro de estas áreas donde se permitiría mayor infiltración al terreno así menor área sería destinada a estos elementos pudiendo ser empleados para otros usos. Sin embargo la realidad es que al tratarse de una zona urbana consolidada, con edificaciones y calles ya definidas la extensión a ocupar por estos elementos es escasa y limitada. Se precisa determinar cierto volumen de almacenamiento, que permita ampliar el rendimiento del sistema de los elementos SuDS durante este proceso con la retención temporal de las aguas captadas mientras son infiltradas a las capas inferiores de la estructura del elemento (Codolá, P.).

Ecuación 3. Objetivo de gestión de un elemento SuDS

$$V_{\text{lluvia}} > V_{\text{infiltración}} \rightarrow V_{\text{lluvia}} \approx V_{\text{infiltración}}$$

Para calcular el volumen de almacenamiento que se emplea para albergar el agua capturada e interceptada durante su periodo de filtración se define con la siguiente expresión (Codolá, P):

Ecuación 4

$$V_{\text{almacenamiento}} = A_{\text{SUD}} \cdot e \cdot h$$

dónde:

$V_{\text{almacenamiento}}$ es el volumen destinado al almacenamiento del agua captada durante el periodo de filtración de ésta.

A_{SUD} es el área destinada al elemento SuD

e es el índice de poros que presenta el suelo

h es el espesor del almacenamiento sobre el terreno

Ante la existencia de esta limitación de espacio, la alternativa a considerar para conseguir minimizar la extensión destinada a estos elementos y mejorar el rendimiento del sistema, un espesor de almacenamiento alto. El espesor queda bajo criterio del proyectista a partir del volumen que se desea gestionar, además de decidir qué tipo de material de relleno se va a disponer a partir de conocer las propiedades volumétricas del suelo, y a su vez poder definir el sustrato para las especies vegetales, en el caso de existir.

5.3.3 Inclinación de la superficie.

A diferencia de los sistemas convencionales, los cuales pueden ser diseñados con las pendientes a conveniencia del proyectista y conseguir un funcionamiento eficiente de la red sin ocasionar problemas, los sistemas sostenibles se planifican en función de las pendientes del terreno tal y como son. La inclinación de la superficie determina la velocidad que adquiere el fluido cuando desliza por ella y si adquiere demasiada, puede ocasionar cierta problemática en el funcionamiento del sistema, es decir, se debe intentar lograr de forma eficiente interceptar, captar y almacenar los volúmenes de agua que se desean gestionar sin que surjan problemas de erosión sobre la superficie. En este caso, dentro del área de estudio, y partiendo de los datos de

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

los pozos de registro, la estructura topográfica del terreno está definida con valores entre 10.99 – 14.27 m sobre el nivel mar, donde el sistema tiene un descenso de las cotas de noroeste a sureste, o lo que es igual, desde la esquina de Gran Vía–Germanías hasta el cruce de Avinguda de Regne de Valencia con Avinguda de Peris i Valero.

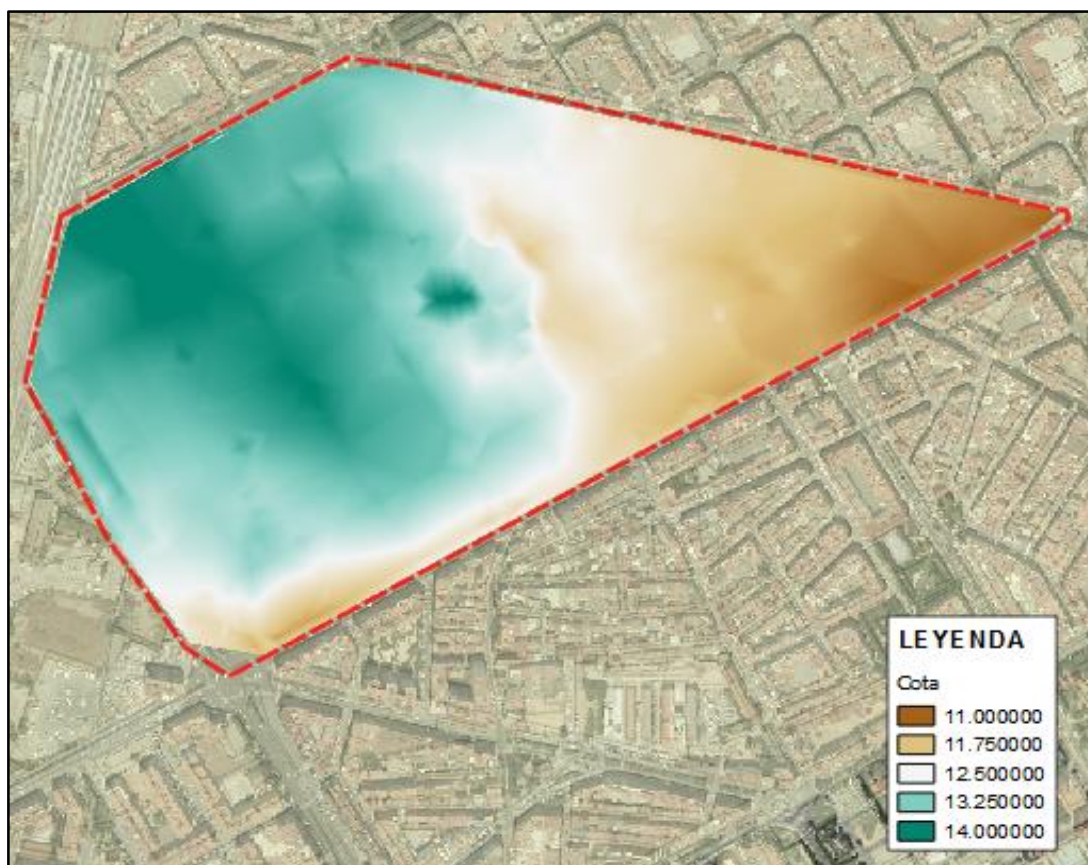


Figura 5. Modelo de elevación del terreno del área de estudio a partir de las cota de trapa de los pozos de registro.

A partir de estos valores de cota, y con el modelo de elevación del terreno asociado la pendiente en cada una de las subcuencas del sistema, se define con un valor de pendiente media del área de estudio de 1.40%, lo que refleja que la zona presenta un terreno bastante plano.

Dentro de las zonas de actuación del estudio las pendientes serán con valores alrededor del mismo rango, excepto en cubiertas de edificios donde la pendiente se rige por el diseño de la cubierta del edificio donde se instale, no por la topográfica del terreno. Considerar la posibilidad de modificar levemente las pendientes longitudinales, y sobretodo transversales cuando se ejecute el movimiento de tierras para favorecer la atracción del flujo al seno del propio elemento. Esta consideración encarece la construcción de los mismos.

5.4 Aspectos constructivos y de conservación

Ante la falta de espacio para implantar SuDS en un área sobre-urbanizada se propone en este estudio una combinación entre sistemas sostenibles y convencionales con un esquema general configurado a partir de un sistema mixto: toda la precipitación de lluvias asociadas a bajos periodos de retorno es gestionada mediante sistemas sostenibles, excepto las lluvias extraordinarias que tras saturar éstos se evacuará por mediación de los sistemas tradicionales con mayor capacidad para desaguar los caudales que no puedan hacer frente los sostenibles (Codolá, P.) Conseguir este objetivo con en mayor medida es objetivo de este estudio primero mediante la captación y retención de las aguas precipitadas en las alturas, y luego en la superficie.

Si se comienza por las alturas, las cubiertas de las edificaciones son lugares que invaden la mayor parte de las zonas urbanas siendo lugares aptos e idóneos para implantar sistemas SuDS. La construcción de tejados verdes junto con sistemas de recogida queda condicionada en función de la inclinación del tejado y el espacio del que dispongan. Como se indica en el apartado 3.2 la sobrecarga que suponen estas estructuras para edificios consolidados deben ser tenidas en cuenta ya que genera nuevas solicitudes que afectaran al comportamiento de edificio. El espesor de la capa vegetal junto con el volumen de almacenamiento y el peso los materiales estructurales que conforman la estructura multicapa limitada por el porte de la vegetación que debe albergar son los factores que junto al sistema de recogida influye en la construcción y mantenimiento de las cubiertas. En el caso de reutilización de las aguas almacenadas, el tanque de almacenamiento de las aguas debe mantenerse en una ubicación cuyas condiciones de temperatura eviten el crecimiento de microorganismo y heladas, dispongan de un acceso adecuado para posibilitar el mantenimiento del recinto así como de los elementos complementarios del sistema (filtros, bombas,...) y asegurar estanqueidad para conservar la calidad de las aguas. Por lo general el mantenimiento de estas cubiertas queda ligadas al uso y tipología del edificio donde se instale.

En caso de actuar en superficie las tipologías son diversas: pavimentos permeables, áreas de biorretención, cunetas verdes, drenes filtrantes así como elementos lineales de drenaje (pozos, bandas y trincheras). Destacar los pavimentos permeables que disparan su coste de construcción y mantenimiento por el material empleado en la capa de rodadura y también por el relleno, en el caso de pavimentos modulares. A diferencia de un firme convencional, donde se emplean materiales con granulometrías mixtas, el material empleado de estas superficies presenta una proporción de finos efímera consiguiendo estructuras con mayor porosidad y alta permeabilidad pero con menor resistencia a la abrasión. Esto lo recomienda aplicar para zonas con baja intensidad de tráfico como calles residenciales y zonas de aparcamiento. Una actividad frenética cerca de estas superficies como un paso continuado de vehículos o zonas de ocio tiene cantidades elevadas de contaminantes que pueden llegar a colmar su estructura lo que se

Anejo 4. Planteamiento de técnicas SuDS

Estudio de Alternativas para la implantación de Sistemas de Drenaje Sostenible en el barrio de Ruzafa (Valencia)

precisa un mantenimiento con baldeos periódicos de calles y sustitución de rellenos para evitar la pérdida de su capacidad de almacenamiento si no llueve en mucho tiempo. Rehuir de ubicaciones con condiciones climatológicas extremas con bajas temperaturas y heladas frecuentes, que pueden perjudicar la estructura del pavimento por dilatación o contracción de ésta.

En general, sistemas con cobertura vegetal acarearán un número de tareas de mantenimiento por la vegetación que albergan importante. Mediante un plan de rutinas que controlen la eliminación de malas hierbas y retirada de restos de poda y plantas muertas que pueden perjudicar el buen funcionamiento del sistema así como un control de la carga de sedimentos que recibe la zona de que pueda colapsar la estructura multicapa son mínimamente a considerar. El espesor de sustrato sobre la propia estructura del elemento debe ser bien elegido para llegar a cumplir con las exigencias de la planta para su supervivencia además de facilitar la infiltración de las aguas captadas. En la mayoría de los casos, una zona en depresión facilita dicha captación y la colocación de filtros como franjas filtrantes, geotextil o láminas drenantes y antirraíces posibilitan detener las partículas de tamaño importante además de retener el crecimiento excesivo de las raíces sobre la estructura multicapa. Es recomendable instalar un sistema de riego que permita humedecer la superficie en caso falta de agua en función de la especie vegetal escogida, además de realizar inspecciones periódicas para comprobar el estado en el que se encuentra la vegetación, y remplazar en el caso de que fuese necesario por su deterioro de ésta. Seguir las pautas del apartado 5.1.2 puede facilitar dichas tareas. De forma contraria, los sistemas sin cobertura se diseñan con la colocación de grandes volúmenes de material de relleno con alta permeabilidad, con granulometrías muy elevadas. Su construcción se limita a un buen trabajo en el movimiento de tierras, sin dañar mucho la estructura natural del terreno y en un mantenimiento basado en la sustitución periódica del relleno que evite su colmatación estructural.

Como anteriormente se indica, durante las obras de construcción en todos los elementos SuDS es preciso tener en cuenta la construcción de un sistema de evacuación en caso de desbordamiento por lluvias de alta intensidad cuyos elementos sean la conexión entre ambos sistemas para poder evacuar los excesos que se puedan producir. Debe tener un mantenimiento continuado para evitar su obstrucción. Normalmente se emplean drenes perforados.

La vida útil de estos elementos, siendo bien ejecutados y con un buen plan de mantenimiento suele rondar los 40 años. En el anejo 5 se expone un plan de mantenimiento de los elementos propuestos.