



Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible

Sustainable Urban Drainage Systems

Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana

Ángel F. Moreira Romero ^I
angelmoreira20@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2416-0127>

Correspondencia: angelmoreira20@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 * **Aceptado:** 12 de junio de 2022 * **Publicado:** 26 de julio de 2022

- I. Magíster en Sistemas de Transporte de Petróleo y Derivados Msc, Magíster en Procesos Industriales, Ingeniero Industrial, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo recopilar y revisar la información relativa a los sistemas de drenaje que se orientan a la sustentabilidad (SUDS) en las ciudades, como una estrategia para la gestión de los recursos hídricos. La metodología estuvo enmarcada en una investigación de revisión bibliográfica, la información se recopiló vía online de fuentes como artículos científicos, publicaciones de libros electrónicos, documentos emitidos por organismos internacionales como la CEPAL e instituciones nacionales como el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca del Ecuador (MPCEIP), entre otros, asimismo se consultaron diversos trabajos de investigación considerados relevantes en esta área temática, en función de presentar los avances que en esta materia discurren como indispensables para la gestión de las aguas de lluvia en las ciudades. En este marco, se reflexionó sobre el hecho de que los sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) deberían ocupar un espacio fundamental en las políticas públicas del país que tienen que ver con la planificación de infraestructuras, gestión del riesgo de inundaciones y los planes generales municipales de ordenación, para por un lado aprovechar el agua pluvial en actividades de provecho para la población y para la protección del ambiente natural y por el otro hacer frente a la vulnerabilidad de las inundaciones que se producen debido a las precipitaciones bruscas ocasionadas por la variabilidad climática a la cual está sometido el planeta.

Palabras Clave: aguas pluviales; gestión; planificación; drenaje sostenible.

Abstract

The objective of this study was to collect and review information related to sustainability-oriented drainage systems (SUDS) in cities, as a strategy for water resource management. The methodology was framed in a bibliographic review investigation, the information was collected online from sources such as scientific articles, electronic book publications, documents issued by international organizations such as ECLAC and national institutions such as the Ministry of Production, Foreign Trade, Investments and Fisheries of Ecuador (MPCEIP), among others, various research works considered relevant in this thematic area were also consulted, in order to present the advances that in this matter are essential for the management of rainwater in cities. In this framework, it was reflected on the fact that sustainable drainage systems (SUDS) should occupy a fundamental space in the country's public policies that have to do with infrastructure planning, flood risk management

and general municipal plans. planning, on the one hand, to take advantage of rainwater in activities that benefit the population and for the protection of the natural environment and, on the other, to deal with the vulnerability of floods that occur due to sudden precipitation caused by climatic variability. to which the planet is subjected.

Keywords: Rainwater; management; planning; sustainable drainage.

Resumo

O objetivo deste estudo foi coletar e revisar informações relacionadas aos sistemas de drenagem orientados para a sustentabilidade (SUDS) nas cidades, como estratégia de gestão dos recursos hídricos. A metodologia foi enquadrada em uma investigação de revisão bibliográfica, as informações foram coletadas on-line de fontes como artigos científicos, publicações de livros eletrônicos, documentos emitidos por organismos internacionais como a CEPAL e instituições nacionais como o Ministério da Produção, Comércio Exterior, Investimentos e Pesca do Equador (MPCEIP), entre outros, também foram consultados diversos trabalhos de pesquisa considerados relevantes nesta área temática, a fim de apresentar os avanços que nesta matéria são essenciais para a gestão das águas pluviais nas cidades. Nesse quadro, refletiu-se sobre o fato de que os sistemas de drenagem sustentável (SUDS) devem ocupar um espaço fundamental nas políticas públicas do país que têm a ver com planejamento de infraestrutura, gestão de risco de inundação e planos gerais municipais. aproveitar a água da chuva em atividades que beneficiem a população e para a proteção do meio ambiente natural e, por outro, lidar com a vulnerabilidade de inundações que ocorrem devido a precipitações repentinas causadas pela variabilidade climática a que o planeta está submetido.

Palavras-chave: Água da chuva; gestão; planejamento; drenagem sustentável.

Introducción

En la gestión de las aguas pluviales en las ciudades modernas de hoy en día, cada vez más se está asumiendo el enfoque de las técnicas de drenaje urbano sostenible como una estrategia de adaptación al cambio climático debido a que permiten mitigar el impacto de episodios naturales extremos como las inundaciones y olas de calor en las urbes. El rápido desarrollo urbano propiciado por el acelerado crecimiento poblacional humano ha traído como una de las consecuencias que los sistemas de drenaje urbano que forman parte de los procedimientos de saneamiento de cualquier

ciudad se han visto sobrepasados en capacidad en tiempo de lluvias debido a la gran cantidad de agua pluvial que estos reciben procedentes de zonas urbanas impermeables (Molina León, Gutiérrez, & Salazar, 2011).

De acuerdo con (Sañudo, Rodríguez, & Castro, 2012) la impermeabilización del suelo, debida al continuo crecimiento urbano, probablemente sea la principal causa del aumento de los problemas asociados a la gestión del agua de lluvia en las ciudades. La impermeabilización relacionada con el crecimiento urbano modifica el ciclo hidrológico del terreno hasta el punto de anular prácticamente la infiltración natural y la recarga de los acuíferos con el agua de lluvia (Castro Torres, 2022).

Conforme a lo anterior y en la búsqueda de soluciones posibles, desde la década de los años 80 diversos países del mundo han propuesto un sistema de drenaje modernizado para mejorar las deficiencias del sistema de drenaje urbano tradicional (Xue, 2020). Así, el Reino Unido ha propuesto el llamado "Sistema de drenaje urbano sostenible" (SUDS), los Estados Unidos el "Desarrollo de bajo impacto" (LID), Australia el "Diseño urbano sensible al agua" (WSUD) y, en el año 2012 en China surge el concepto de "ciudad esponja" también conocido como "ciudad elástica al agua" (Xue, 2020).

En América latina y el Caribe el paradigma de los SUDS ha empezado a desarrollarse fuertemente en la última década, siendo Brasil y Colombia los países de la región con mejor desempeño con proyectos de implementación de SUDS en sus localidades (Bermúdez Valero, 2021). En Ecuador, las inundaciones, deslaves en cerros, alcantarillas colapsadas son la consecuencia de las estaciones invernales y del llamado fenómeno del niño, siendo sus efectos bastante considerables manifestados en pérdidas de vidas humanas, mermas económicas, entre otras, sin embargo, aún no se ha logrado superar este grave problema que es reiterativo, en las ciudades, parroquias, urbanizaciones y lotización (Castro Torres, 2022).

No obstante, en el país ecuatoriano se vienen haciendo esfuerzos para construir o incluso hacer una transición en su modelo económico con la aplicación de un enfoque hacia la sostenibilidad, en consonancia con lo que establece la carta magna en cuanto al reconocimiento de los derechos de la naturaleza.

Hechas las consideraciones anteriores, este estudio tuvo como objetivo principal recopilar y revisar la información relativa a los sistemas de drenaje que se orientan a la sustentabilidad (SUDS) en las ciudades como una estrategia para la gestión de los recursos hídricos.

Desarrollo

En todas las ciudades del mundo, el fenómeno de la urbanización ha generado la impermeabilización del suelo, a la vez que, se reducen de forma significativa las coberturas vegetales que ayudan a interceptar el agua lluvia con los consecuentes impactos que se traduce en inundaciones y de una excesiva escorrentía. En la temporada de lluvia en muchas ciudades es frecuente ver los sistemas de drenaje desbordados debido a los grandes volúmenes de agua pluvial que se reciben provenientes de las zonas urbanas impermeables, sobrepasando en muchas ocasiones la capacidad de los colectores y generando inundaciones y encharcamientos en las vías y espacio público (Molina León, Gutiérrez, & Salazar, 2011). Por otra parte, el lavado de las superficies urbanas aporta altas cargas de contaminación a la escorrentía que producen importantes impactos en los medios receptores (Soriano, del Moral, Lara, Martínez, & Sánchez, 2015).

De allí que, en el devenir del tiempo han emergido soluciones a la problemática descrita, que bajo la visión de Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS) engloban los procesos que consideran e integran aspectos como cantidad de agua, calidad del agua y servicio a la sociedad, lo que significa gestionar las aguas de lluvia no como un problema sino como una oportunidad para la generación de ciudades más sostenibles a largo plazo (Soriano, del Moral, Lara, Martínez, & Sánchez, 2015). La filosofía de los (SUDS) también conocidos como BMP's (Best Management Practices), es reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana (Perales & Doménech, 2008).

El objetivo de los (SUDS) es minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación (Perales & Doménech, 2008). Los sistemas de drenaje sostenible (SUDS) están diseñados para maximizar las oportunidades y los beneficios de la gestión de aguas superficiales (Woods Ballard et al, 2015).

En tal sentido, afirman (Perales & Doménech, 2008) la necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está llevando a un aumento progresivo a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Estos sistemas son estrategias de administración ambientalmente deseables, puesto que por un lado ayudan a mitigar los episodios ambientales productos del cambio climático como precipitaciones bruscas y abundantes con las

secuelas que causan las inundaciones, por otro lado, reducen de forma significativa los picos de contaminación que se han generado de las actividades humanas.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), son definidos como el conjunto de soluciones que se adoptan con el objetivo de retener el mayor tiempo posible las aguas lluvias en su punto de origen, sin generar problemas de inundación, minimizando los impactos del sistema urbanístico, en cuanto a la cantidad y calidad de la escorrentía, evitando así sobredimensionamientos o ampliaciones innecesarias en el sistema (Woods, Kellagher, Martin, Jefferies, Bray, & Shaffer, 2007).

Los SUDS pueden tomar muchas formas, tanto por encima como por debajo del suelo. Algunos tipos de SUDS incluyen la siembra, otros incluyen productos patentados/fabricados. Así también, bajo la denominación SUDS se encuentran infraestructuras como “Sistema de captación de agua lluvia, techos verdes, Sistemas de infiltración, Sistemas de tratamientos patentados, tiras o redes filtrantes (filter strips), drenes filtrantes, canal de vegetación (Swales), sistemas de bioretención, árboles, pavimentos permeables, tanques de almacenamientos de atenuación, cuencas de retención, estanques y humedales” (Woods Ballard et al, 2015). La mayoría de los esquemas SUDS utilizan una combinación de estos componentes para lograr los objetivos generales del diseño para el sitio (Woods Ballard et al, 2015).

Diversas son las ventajas que se señalan en la literatura sobre los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), en este orden de ideas (Fletcher et al, 2015) indican las siguientes: forman parte de las infraestructuras verdes urbanas al reproducir el comportamiento de una cuenca en su estado natural; contribuyen a mejorar el estado de las masas de agua; a proteger las ciudades frente a inundaciones y sequías; a la adaptación y mitigación (sumideros de CO₂) de los impactos del cambio climático; a la reducción del consumo energético en el ciclo urbano del agua-aprovechamiento de pluviales, menor volumen de agua a plantas de tratamiento, menos bombeos, etc.; a la provisión de servicios ecosistémicos, y a la conectividad y la restauración ecológicas para la conservación de la biodiversidad reforzando los valores del agua y de los espacios verdes.

En otro aporte (Woods Ballard et al, 2015) indican que hay cuatro categorías principales de beneficios que se pueden lograr con SUDS: cantidad de agua, calidad del agua, amenidad y biodiversidad. Estos se conocen como los cuatro pilares del diseño de SUDS. Igualmente, (Pratt, 1997) manifiesta que los sistema de drenaje urbano sostenible (SUDS) engloban los tres conceptos del triángulo de sostenibilidad del drenaje urbano establecido por D’arcy en el año 1998 (calidad,

cantidad y servicio). Además de ello, abarcan 5 de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), adoptados en el 2015 por todos los países miembros de las Naciones Unidas, con el fin de acabar con la pobreza, proteger el planeta y que los habitantes gocen de paz y prosperidad para el año 2030 (CEPAL, 2019).

En este marco, según el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, el Ecuador transita en la vía de asumir la economía circular, este concepto, tiene que ver con las cuestiones de impulsar una producción más limpia en el país, a través de la eficiencia en el uso de recursos y la reutilización responsable de residuos, y de esa manera, proteger el ambiente (MPCEIP, 2021).

Se estima que estas acciones abarquen aspectos desde lo territorial, ambiental y económico-productivo y, que además se anclen al Plan Nacional de Desarrollo (PND) y este a su vez con los ODS, entre otros propositos, se pretende garantizar el acceso agua segura; conservación o manejo ambiental; minimizar la vulnerabilidad frente al cambio climático; reducir y remediar la contaminación de fuentes hídricas (MPCEIP, 2021). A este respecto, la construcción de un sistema de drenaje urbano sostenible en las ciudades del país, puede coadyuvar el logro de las metas de la gestión sostenible de los recursos hídricos, siendo que los SUDS pueden mitigar muchos de los efectos adversos que la escorrentía urbana provoca al medio ambiente.

Conclusiones

La necesidad de implementar nuevas estrategias para la gestión del recurso pluvial urbano se hace cada vez más evidente, por un lado se requiere aprovechar este valioso recurso en función de la vulnerabilidad a la cual están sometidos los países frente al cambio climático y que ha afectado de manera importante las masas de agua y, por el otro disminuir el riesgo de inundaciones que se producen debido a las precipitaciones bruscas ocasionadas por la variabilidad climática a la cual está sometido el planeta.

A esta razón, los sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) deberían ocupar un espacio fundamental en las políticas públicas del país que tienen que ver con la planificación de infraestructuras, gestión del riesgo de inundaciones y los planes generales municipales de ordenación.

Referencias

1. Bermúdez Valero, M. (2021). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en América Latina: ¿Una Solución Basada en la Naturaleza Con Criterio Social?* . Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Colombia. Trabajo de Grado de Maestría.
https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59039/Trabajo_de_Grado.pdf?sequence=1, pp.78.
2. Castro Torres, N. (2022). *Sistema Urbano de Drenaje Sustentable (SUDS) Para la Lotización Pájaro Azul Ubicado en Km. 10.5 Vía a Data del Cantón Playas Villamil.* Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador. Trabajo de Maestría. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4916/1/TM-ULVR-0431.pdf>, pp.86.
3. CEPAL. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.*Objetivos, metas e indicadores mundiales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
4. Fletcher, T., Shuster, W., Hunt, W., Ashley, D., & et al. (2015). *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainag.* *Urban Water Journal*, vol. 12, n° 7 , pp. 525-542.
5. Hernández, C., & Maida, C. (2015). *Sistema de Drenaje Urbano Sostenible.* *Rev tec*, Nro.13. ISSN 1991-6469.
<http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1991-64692015000100002&lng=es&nrm=iso, pp. 3-13.
6. Molina León, M., Gutiérrez, L., & Salazar, J. (2011). *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS Para el Plan de Ordenamiento Zonal Norte Pozn.* Secretaria Distrital Ambiente. Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, Colombia. Documento técnico de soporte DTS. http://observatoriaigua.uib.es/repositori/suds_colombia_suds.pdf, pp.86.
7. MPCEIP. (2021). *Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador.* Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca del Ecuador.

- https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf, pp.212.
8. Perales, S., & Doménech, I. (2008). Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: Una Alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia. Universidad Politécnica de Valencia.
https://www.researchgate.net/publication/237213737_Los_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_Una_Alternativa_a_la_Gestion_del_Agua_de_Lluvia, pp.1-16.
 9. Pratt, C. (1997). A new Scottish approach to urban drainage in Dunfermline developments. Conferencia Permanente sobre Control de Fuentes de Aguas Pluviales, Coventry, Reino Unido., United Kingdom.
 10. Sañudo, L., Rodríguez, J., & Castro, D. (2012). Diseño y Construcción de Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS). Universidad de Cantabria. Escuela de Ingeniería Civil. doi:10.13140/RG.2.1.1647.6003/1.
 11. Soriano, L., del Moral, L., Lara, A., Martínez, J., & Sánchez, L. (2015). Memoria investigación: Los sistemas de drenaje urbano sostenible. Fundación Nueva Cultura del Agua. Zaragoza, España.
https://fnca.eu/images/documentos/Documentos%20sin%20clasificar/04_Memoria%20Proyecto3.SUDS.pdf, pp.1-28.
 12. Woods Ballard, B., Wilson, S., Illman, S., Scott, T., Ashley, R., & Kellagher, R. (2015). The SuDS Manual. CIRIA C753. London.
<http://www.scotsnet.org.uk/documents/nrdg/ciria-report-c753-the-suds-manual-v6.pdf>, pp.968.
 13. Woods, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., & Shaffer, P. (2007). The SUDS Manual. CIRIA C697. London. 1.1-25.17.
 14. Xue, Z. (2020). Sistema de drenaje urbano sostenible. Universidad de Alcalá. España. Trabajo de Grado de Maestría.
https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/44038/TFM_Xue_Zeyu_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y, pp.44.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).