

“SUSTAINABLE CONSTRUCTION TECHNOLOGIES FOR GREEN INFRASTRUCTURE (ECO-FRIENDLY)”

Perez-Cuadros Josymar Jamir, Rivero-Landeo Andy Alberto, Neyra-Torres José Luis
Universidad Privada del Norte, Perú, N00169133@upn.pe, N00173360@upn.pe, jose.neyra@upn.edu.pe

Abstract. – The purpose for which the systematic review is carried out is to recognize technologies to develop sustainable construction for green infrastructure(eco-friendly)”, such as green buildings and sustainable cities, such technology is an important solution to address environmental and sustainability problems. Various sustainable building technologies are essential for green infrastructure, as they reduce the environmental impact of building and improve energy efficiency. In this article, the importance of the selection of sustainable construction technologies for green infrastructure is analyzed and to achieve this, a total of 25 scientific research articles from different years and countries were taken into account here are some examples where it is carried out the application of said technology.

Keywords: Green infrastructure, Sustainable construction, Construction technologies.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

“TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES PARA LA INFRAESTRUCTURA VERDE (ECO AMIGABLE)”

Perez-Cuadros Josymar Jamir, Rivero-Landeo Andy Alberto, Neyra-Torres José Luis
Universidad Privada del Norte, Perú, N00169133@upn.pe, N00173360@upn.pe, jose.neyra@upn.edu.pe

Resumen. –El fin con el que se realiza la revisión sistemática es para reconocer las tecnologías para desarrollar una construcción sostenible para la infraestructura verde (eco amigable), como los edificios verdes y las ciudades sostenibles, dicha tecnología es una solución importante para abordar los problemas ambientales y de sostenibilidad. Las diversas tecnologías de construcción sostenibles son esenciales para la infraestructura verde, ya que reducen el impacto ambiental de la construcción y mejora la eficiencia energética. En este artículo, se analiza la importancia de la selección de tecnologías de construcción sostenibles para la infraestructura verde y para lograr esto se tomó en cuenta una total de 25 artículos científicos de investigación de diferentes años y países aquí se presentan algunos ejemplos en donde se realiza la aplicación de dicha tecnología.

Palabras claves: Infraestructura verde, Construcción sostenible, Tecnologías de construcción.

I. INTRODUCCIÓN

Existe una problemática mundial, el cambio climático, lo cual nos hace pensar, como ingenieros civiles, en diversas formas por las cuales podemos mitigar este impacto, una clara solución es la implementación de infraestructuras verdes, las cuales ayudarían a obtener un desarrollo sostenible usando diversas fuentes de energía y reduciendo la emisión de CO₂ al medio ambiente. [Propio]

Además, las alteraciones de los ecosistemas urbanos, como inundaciones y sequías, muchas de las cuales son inducidas por procesos a mayor escala como el cambio climático global, aumentan la amenaza para la prestación de servicios ecosistémicos y presentan múltiples desafíos para los planificadores urbanos.[1]

Con respecto al impacto ambiental de las áreas urbanas, que albergan alrededor del 67 % de la población mundial y representan aproximadamente el 70 % del uso mundial de energía y CO₂ emisiones, su importancia en la transición en curso hacia energías renovables y tecnologías de bajas emisiones es indiscutible y se requieren acciones urgentes.[2]

La infraestructura verde es una red estratégicamente planificada de áreas naturales y seminaturales, que incluye espacios verdes y azules y otros ecosistemas, diseñada y administrada para brindar una amplia gama de servicios ecosistémicos en varias escalas.[3]

Las ciudades de todo el mundo están cada vez más expuestas a impactos climáticos intensificados que requieren una necesidad urgente de avanzar en la adaptación climática urbana, los espacios verdes urbanos brindan una gama de servicios ecosistémicos reguladores, como la regulación de la temperatura urbana, la regulación del flujo de agua y la

mitigación de la escorrentía, y la moderación de los extremos ambientales que contribuyen a la adaptación climática en las ciudades.[4]

La infraestructura verde se considera un medio potencial para mitigar los impactos de la contaminación. La definición del término depende del contexto en el que se utilice. Puede referirse a árboles y vegetación que brindan beneficios ecológicos en áreas urbanas, y también a estructuras diseñadas como sistemas de drenaje urbano sustentable.[5]

Cuando se usa infraestructura verde como sustantivo, se refiere a “una red de espacios verdes que consta de áreas naturales y otros espacios abiertos interconectados, incluidas áreas naturales, áreas protegidas públicas y privadas, y tierras productivas con valores de conservación y cuando se usa infraestructura verde como adjetivo, representa una red protegida de sistema abierto que protege el valor de los recursos naturales y mantiene las funciones de supervivencia de humanos, animales y plantas, y la infraestructura verde es planificada y normativa. [6]

Al mismo tiempo, sin embargo, un mayor llamado a las prácticas sostenibles plantea un desafío sobre cómo nos desarrollamos de una manera que sea tanto suficiente como sostenible. [7]

Y para esto por ejemplo tenemos como herramienta estratégica que tendría un rol importante en la creación de ciudades sostenibles y resilientes que son los techos verdes con su gran capacidad de retención que ayuda a mitigar las inundaciones pluviales y ayuda en el aislamiento térmico. [8]

También se puede observar que las redes y corredores de infraestructura verde son una excelente opción para el desarrollo urbano y conservar la conectividad con el hábitat y el alto potencial de sistemas de drenaje contribuye a las redes. [9]

Otra opción sería el biocarbón de biomas y biosólidos que se puede adicionar en sustratos para la infraestructura verde urbana, como techos verdes como ya ha sido mencionado, estacionamientos y muros. [10]

Los espacios verdes urbanos tienen como efecto la reducir el calor en el área urbana y así proporcionar comodidad a la población, con respecto a esto la intensidad y densidad del enfriamiento cumple un rol importante para la creación o diseño de un área urbana. [11]

Y como se puede observar hay muchas maneras de mejorar y ver que también tiene muchas funciones positivas que usualmente no son reconocido por los residentes, y no lo valoran como se debería, solo lo ven por el lado estético y recreativo, para esto es necesario una encuesta entre la

población para observar la diferentes características y conocimiento de ello. [12]

La pregunta de investigación que se planteó fue: ¿Cuáles son las tecnologías de construcción que generan mayor impacto en la construcción de infraestructura verde (eco amigable) para reducir el impacto ambiental y fomentar el desarrollo sostenible en la construcción? [Propio]

Esta investigación tiene como objetivo principal es identificar las tecnologías de construcción para la infraestructura verde y con esto poder mitigar el cambio climático, basándose en estudios previos referente al tema y recopilando datos en donde se realizó su aplicación. [Propio]

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se basa en el análisis de artículos científicos, relacionados a las tecnologías de construcción sostenible para la infraestructura verde para esto se realizó una “revisión sistemática”, en primera instancia se planteó los objetivos y el problema de investigación. Luego se recopiló fuentes de información y bases de datos, de los cuales se escogió los más relevantes según nuestro enfoque y objetivos. Sintetizando los datos, se presentan resultados figuras y tablas. Finalmente, se redacta las conclusiones interpretando las tablas y análisis estadístico de los resultados obtenidos. Se tomó como base de datos artículos recolectados de datos confiables, tales como: Science Direct, MDPI, EBSCO, Scopus, Scielo de los cuales se escogió en su totalidad de Science Direct, se tomó en cuenta los artículos publicados entre los años 2019 -2023, para variable de búsqueda se tomó en cuenta el idioma de interés, (inglés) y (español) para utilizar las siguientes palabras claves, tecnologías de construcción, infraestructura sostenible, infraestructura verde.

Uno de los problemas que se presentaron fue que en algunos artículos obtenido no se visualizaba resultados conclusiones o recomendaciones por ello se procedió a realizar la exclusión, otro problema que fue encontrado, fue que al momento de entrar a la revista se visualizó que se necesitaba un medio de pago para poder ser descargar o visualizar el artículo completo, otro problema obtenido fue que una mínima cantidad de artículos, se encontraban en otro idioma en su totalidad.

Tabla 1: Variables de ecuación.

VARIABLES DE ECUACIÓN	
BASE DE DATOS	ECUACIÓN
MDPI	"Tecnologías de Construcción" "Infraestructura Sostenible"
Science Direct	"Tecnologías de Construcción" "Infraestructura Sostenible" "Infraestructura Verde"

Scielo	"Tecnologías de Construcción" "Infraestructura Verde"
Scopus, Scielo, Redalyc	"Tecnologías de Construcción" "Infraestructura Verde"

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS	
INCLUSIÓN	EXTRUSIÓN
Que su estudio esté relacionado al uso de tecnologías de infraestructura verde que ayuden al impacto ambiental.	Investigaciones de tesis, monografías y otras investigaciones que no sean artículos
Que el contenido de información sea conciso y presente una similitud con nuestro objetivo planteado.	Artículos con un enfoque distinto al de la investigación.
El tiempo de investigación no supere los 5 años de antigüedad.	Artículos que no demuestren resultados empíricos.
La investigación este dentro del campo de la carrera que es Ing. Civil.	Artículos que fueron publicados en otros idiomas exceptuando el inglés y español.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3: Años de publicación de la base de datos general de 63 artículos encontrados.

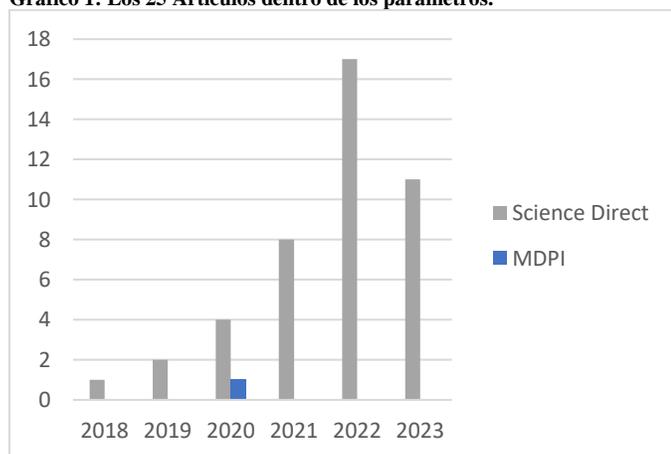
Base de búsqueda/Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
MDPI	-	-	1	-	-	-
Scielo	1	1	-	1	2	-
Science Direct	1	2	4	8	17	11
Scopus	-	-	2	-	1	2
Scielo	1	1	-	2	2	-
Redalyc	-	-	-	-	1	2

Fuente: Elaboración Propia

Para la recolección de datos, nos basamos en nuestros criterios de búsqueda, inclusión y exclusión, nos encontramos con un total de 63 artículos; Y dentro de esos parámetros encontramos 44 artículos, 43 de Science Direct y 1 de MDPI de

cuales leyendo y seleccionando cuidadosamente nos quedamos con 25 artículos, siendo estos los que se incorporaba actualmente esta tecnología y presentaban mayor aporte para nuestra investigación.

Gráfico 1: Los 25 Artículos dentro de los parámetros.



Fuente: Elaboración Propia.

III. RESULTADOS

Nuestra revisión sistemática se enfocó en identificar las tecnologías de construcción que marcan la diferencia en la construcción de infraestructura verde, aquellas que tienen el potencial de reducir considerablemente el impacto ambiental y fomentar el desarrollo sostenible.

Los resultados obtenidos de esta investigación destacan soluciones frente al problema planteado, transformando así la forma en la que diseñamos, construimos y gestionamos las infraestructuras a nivel global, dándole así un aporte eco amigable reduciendo el impacto ambiental y encaminándonos hacia un futuro sostenible.

Tabla 4: Tecnologías de construcción sostenible.

<i>Tecnologías de construcción sostenible</i>			
<i>Elementos naturales</i>	<i>Energías renovables</i>	<i>Materiales sostenibles</i>	<i>Gestión del agua</i>
Se implementa el uso de techos y paredes verdes aparte de la preservación de los bosques	Tales como paneles solares o turbinas eólicas	El uso de diversos materiales reciclados	Se implementa el uso de jardines de lluvia, zanjas de infiltración y biofiltros
<i>Pero, ¿Cómo aportan estas tecnologías al medio ambiente?</i>			
Reducción de gases de efecto invernadero y temperatura global	Preservación de la fauna y aumento en los cultivos	Mejora de la calidad del aire	Reducir la dependencia de energías no renovables

Reducción de la escorrentía y mejora en la calidad del agua	Preservar y aumentar las áreas verdes	Reducción de la contaminación acústica	Mejora en la calidad de vida del sector urbano
<i>Entonces, ¿Se puede aplicar en cualquier parte?</i>			
Primero se debe realizar una planificación y gestión de la infraestructura verde en áreas urbanas que implica la identificación de áreas adecuadas para la creación de espacios verdes, la selección de especies de plantas adecuadas, la gestión de la vegetación y la promoción de la biodiversidad, la gestión del agua y la captura de carbono, y la inclusión y participación de los residentes en la planificación y gestión de la infraestructura verde.			

Fuente: Elaboración Propia basado en [20], [21], [23], [24] y [25]

En el análisis realizado y revisado determinadamente podemos observar que una gran problemática es que en algunas zonas del mundo carecen de esta información y de la importancia que tiene la infraestructura verde para el desarrollo sostenible urbano, así como las distintas tecnologías de construcción sostenible.

Tabla 5: Localidades encontradas con debilidades y fortalezas acerca de la importancia en la tecnología de construcción sostenible para la infraestructura verde.

<i>Localidades</i>	<i>Debilidades</i>	<i>Fortalezas</i>
<i>Rio Yangtzé, China [18]</i>	-	Si cuenta con estudios previos, priorizan y le dan enfoque a la importancia de la infraestructura verde.
<i>Reino Unido [22]</i>	-	Practican el desarrollo sostenible, por ende, cuenta con tecnología de construcción sostenible, le dan importancia y conocen sus beneficios.
<i>Malta [19]</i>	Carecen de su contribución potencial al desarrollo sostenible en los espacios abiertos urbanos y no se conoce la importancia de la infraestructura verde para el desarrollo sostenible de su localidad.	-

Nigeria [14]	Árboles y la silvicultura reciben la mayor atención en cuanto estudios e importancia, también hay una gran pérdida de vegetación.	La población conoce lo importante que es la infraestructura verde y de algunas tecnologías de construcción para la sostenibilidad urbana como los techos verdes y los sistemas de vegetación vertical.
---------------------	---	--

Fuente: Elaboración Propia basado en [14], [18], [19] y [22]

La infraestructura verde cuenta con múltiples beneficios para el desarrollo urbano y sostenibilidad.

Tabla 6: Beneficios directos e indirectos que genera la infraestructura verde

<i>Infraestructura verde</i>		
Beneficios	Directos	Mejora calidad de aire [13]
		Mitigar efectos de islas de calor urbano [16]
		Confort térmico urbano [16]
		Reducción de contaminación de medio ambiente [13]
	Indirectos	Aumento de actividad física [16]
		Mejora en la salud humana [16]
		Aspecto eco amigable urbano [16]

Fuente: Elaboración Propia basado en [13] y [16]

Dentro de los materiales usados en la implementación de la infraestructura verde nos centraremos en los que tengan un enfoque sostenible, durables y con viabilidad económica de forma en que sea beneficiosa su aplicación.

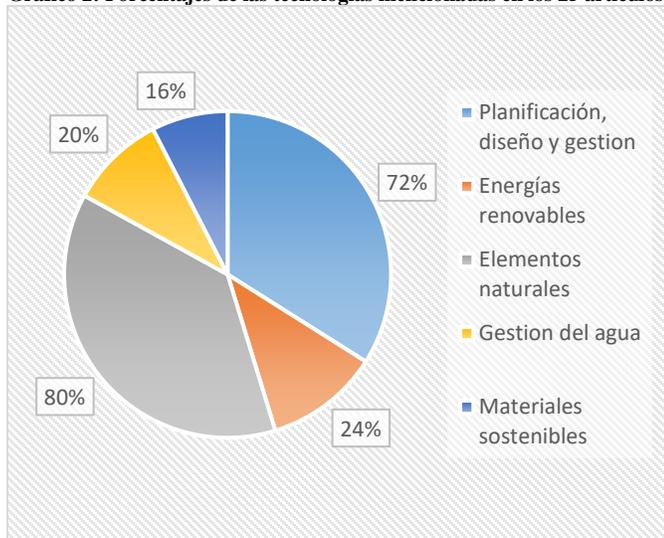
Tabla 7: Evidencias de materiales usados

<i>¿Cómo saber que materiales usar?</i>	
B2L-MAP [15]	"Build to Last Materials Acceleration Platform" (B2L-MAP), es una idea presentada que combina inteligencia artificial y experimentación de alto rendimiento para descubrir materiales estructurales y funcionales con un enfoque en durabilidad, sostenibilidad y viabilidad económica.

<i>¿Qué materiales ya han sido puestos a prueba?</i>		
	Concreto Geopolimérico [17]	Biocarbón [10]
¿Cuál es su aplicación?	El concreto geopolimérico se utiliza de manera similar al concreto convencional en la construcción de estructuras como edificios, puentes, carreteras, entre otros.	El biocarbón se puede utilizar como sustrato para la vegetación en techos verdes, jardines verticales y otros sistemas de vegetación en la ciudad, mezclándose con otros sustratos para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, como la capacidad de retención de agua, la fertilidad y la remediación del suelo.
¿Cuál es su aporte?	Tiene ventajas como una mayor resistencia a la compresión, durabilidad y menor impacto ambiental en comparación con el concreto convencional; Y al utilizar menos cemento Portland produce menos emisiones de CO2 durante su producción, lo que lo convierte en una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.	Puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como el CO2, especialmente el N2O, y puede secuestrar carbono a largo plazo, lo que mejora las aplicaciones económicas y ambientales con un enfoque en la sostenibilidad.
¿Cómo se obtiene?	Se crea mediante la activación alcalina de materiales silíceos y aluminosos, como cenizas volantes, escoria de alto horno, meta caolín, arcilla calcinada, entre otros.	Se puede producir a partir de una variedad de materiales orgánicos (como residuos agrícolas, residuos forestales, residuos de jardinería, residuos de alimentos y otros residuos orgánicos), mediante un proceso llamado pirólisis, que es la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia o con muy poco oxígeno.

Fuente: Elaboración Propia basado en [10], [15] y [17]

Gráfico 2: Porcentajes de las tecnologías mencionadas en los 25 artículos.



Fuente: Elaboración Propia basado en los 25 artículos

En el gráfico podemos ver representados, dentro del universo de los 25 artículos seleccionados, el número de menciones de las tecnologías de construcción sostenible en forma de porcentaje.

IV. DISCUSIÓN

Nos referimos por concepto de tecnología de construcción sostenible a todos los métodos innovadores que promueven una mitigación en el impacto ambiental, en la **Tabla 4** podemos observar algunos de estos métodos los cuales son más respetuosos con el medio ambiente en a diferencia de los actuales métodos de construcción, ya que para aplicarlos se debe realizar una correcta gestión y planificación para darnos cuenta que método es más efectivo dentro del lugar de aplicación.

En la **Tabla 5** se muestra la importancia e interés que puede mostrar en esas localidades que le dan a la tecnología de construcción sostenible para la infraestructura verde, donde en china y todo el reino unido, conoce la importancia de este y como aplicarlo, caso contrario sucede en Malta y Nigeria, donde se toma como optimo e ideal las localidades de china y reino unido.

En la **Tabla 6** se muestran los beneficios tantos directos e indirectos que conlleva la infraestructura verde para la sostenibilidad y desarrollo urbano que se tomó en cuenta de los artículos correspondientes [13] y [16], al ver la calidad de beneficios que conlleva, lo óptimo sería que esto se realice en todo el mundo para así reducir la contaminación ambiental o mitigar los cambios climáticos que vienen suscitándose en todo el mundo actualmente.

Dentro de la investigación realizada hemos podido encontrar algunos materiales sostenibles que generan resultados positivos frente a la problemática planteada; Existe una idea planteada, tal como se muestra en la **Tabla 7**, que propone la ayuda de inteligencia artificial en conjunto con la experimentación para descubrir diferentes materiales que aporten tanto a la mitigación del impacto ambiental como a la viabilidad económica. Esta idea puede traer muchos beneficios en comparación a los actuales métodos de búsqueda de materiales ya que se obtendrá resultados más óptimos a la hora de ser implementados en los sistemas de construcción.

En la presente investigación realizada nos centramos en 25 artículos que presentaban las tecnologías de construcción sostenible más efectivas en cuanto a reducción del impacto ambiental se trata y tal como podemos ver en el **Gráfico 2** las menciones en cada artículos están en base a porcentajes, siendo así que el uso de elementos naturales, tales como jardines, techos y paredes verdes, sería uno de los más usados frente a la problemática planteada, no sin antes realizar la correcta planificación, diseño y gestión, teniendo esta un 72% de menciones dentro de los 25 artículos investigados. El resto de tecnologías tiene menores incidencias, pero esto no quiere decir que no sean efectivas, se necesita más investigación a fondo evidenciando el aporte que tendrían al medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

Podemos notar que, en continente asiático y europeo como lo notamos en la tabla 5, la importancia y relevancia que le dan a la infraestructura verde y sus tecnologías de construcción es mucho más amplia a comparación de lo que sucede en el continente africano.

La importancia de este tema es muy relevante para el crecimiento urbanístico, y puede solucionar mucho al cambio climático y contaminación que conlleva estos tiempos en todo el mundo, es importante darle el enfoque necesario y recibir apoyo por entidades especializadas y competentes para poder llevar una buena cultura y mejora para la sociedad misma, ya que la misma población es la beneficiada y talvez aún no se han dado cuenta.

Los múltiples beneficios que trae consigo el implemento de las tecnologías de construcción, como una mejora de calidad de vida de las personas, viabilidad económica y ser sostenible nos incita a investigar más a fondo para posteriormente sea el próximo sistema de construcción.

En conclusión, sea cual sea, las diferentes tecnologías de construcción sostenible ayudan a mitigar el impacto ambiental que tiene la construcción hoy en día y que este es la opción correcta que debemos tomar para mejorar como civilización y encaminarnos hacia un futuro mejor.

REFERENCIAS

- [1] Evans, D. S., Terry, L. A., Hardman, C. A., Kourmpetli, S., Liu, L., Mead, B., & Davies, J. C. (2022). Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure – a systematic review. *Ecosystem services*, 54, 101405. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101405>
- [2] Brozovsky, J., Gustavsen, A., & Gaitani, N. (2021). Zero emission neighbourhoods and positive energy districts – A state-of-the-art review. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103013. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103013>
- [3] Monteiro, R. C., Ferreira, J. M., & Turkelboom, F. (2020). Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review. *Land*, 9(12), 525. <https://doi.org/10.3390/land9120525>
- [4] Graça, M., Cruz, S., Monteiro, A., & Neset, T. S. (2022). Designing urban green spaces for climate adaptation: A critical review of research outputs. *urban climate*, 42, 101126. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101126>
- [5] Kumar, P. S., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S. J., Churkina, G., Hoang, U., Hama, S., Tiwari, A. K., Sharma, A., Abhijith, K., Adlakha, D., McNabola, A., Astell-Burt, T., Feng, X., Skeldon, A. C., De Lusignan, S., & Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International*, 133, 105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>
- [6] Sun, Y., Deng, L., Pan, S., Chiang, P., Sable, S., & Shah, K. J. (2020). Integration of green and gray infrastructures for sponge city: Water and energy nexus. *Water-Energy Nexus*, 3, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.wen.2020.03.003>
- [7] Menconi, M. E., Palazzoni, L., & Grohmann, D. (2021). Core themes for an urban green systems thinker: A review of complexity management in provisioning cultural ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 65, 127355. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127355>
- [8] Cristiano, E., Deidda, R., & Viola, F. (2021). The role of green roofs in urban Water-Energy-Food-Ecosystem nexus: A review. *Science of The Total Environment*, 756, 143876. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143876>
- [9] Chapman, C., & Hall, J. W. (2022). Designing green infrastructure and sustainable drainage systems in urban development to achieve multiple ecosystem benefits. *Sustainable Cities and Society*, 85, 104078. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104078>
- [10] Novotný, M., Marković, M., Raček, J., Šipka, M., Chorazy, T., Tošić, I., & Hlavínek, P. (2023). The use of biochar made from biomass and biosolids as a substrate for green infrastructure: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 32, 100999. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.100999>
- [11] Aram, F., García, E. H., Solgi, E., & Mansournia, S. (2019). Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*, 5(4), e01339. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>
- [12] Macháč, J., Brabec, J., & Arnberger, A. (2022). Exploring public preferences and preference heterogeneity for green and blue infrastructure in urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 75, 127695. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127695>
- [13] Tomson, M., Kumar, P. S., Barwise, Y., Perez, P., Forehead, H. I., French, K., Morawska, L., & Watts, J. F. (2021). Green infrastructure for air quality improvement in street canyons. *Environment International*, 146, 106288. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106288>
- [14] Adegun, O. B., Ikudayisi, A. E., Morakinyo, T. E., & Olusoga, O. O. (2021). Urban green infrastructure in Nigeria: A review. *Scientific African*, 14, e01044. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01044>
- [15] Hattrick-Simpers, J., Tran, V., Greenwood, M., Black, R., Witt, J., Kozdras, M., Pang, X., & Ozcan, O. (2022). Designing durable, sustainable, high-performance materials for clean energy infrastructure. *Cell reports physical science*, 4(1), 101200. <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2022.101200>
- [16] Nieuwenhuijsen, M. J. (2021). New urban models for more sustainable, liveable and healthier cities post covid19; reducing air pollution, noise and heat island effects and increasing green space and physical activity. *Environment International*, 157, 106850. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106850>
- [17] Asghar, R., Khan, M. A., Alyousef, R., Javed, M. F., & Ali, M. (2023). Promoting the green Construction: Scientometric review on the mechanical and structural performance of geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*, 368, 130502. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130502>
- [18] Zhang, X., Wang, X., Zhang, C., & Zhai, J. (2022). Development of a cross-scale landscape infrastructure network guided by the new Jiangnan watertown urbanism: A case study of the ecological green integration demonstration zone in the Yangtze River Delta, China. *Ecological Indicators*, 143, 109317. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109317>
- [19] Scheiber, S. (2022). Re-designing urban open spaces to act as green infrastructure - the case of Malta. *Transportation research procedia*, 60, 148-155. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.020>

[20] Amores, T. R. P., Ramos, J. S., Delgado, M. G., Medina, D. C., Cerezo-Narvaéz, A., & Domínguez, S. Á. (2023). Effect of green infrastructures supported by adaptative solar shading systems on livability in open spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 82, 127886. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127886>

[21] Arthur, N., & Hack, J. (2022). A multiple scale, function, and type approach to determine and improve Green Infrastructure of urban watersheds. *Urban Forestry & Urban Greening*, 68, 127459. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127459>

[22] Del Carmen Redondo-Bermúdez, M., Jorgensen, A., Cameron, R. P., & Martin, M. J. (2022). Green infrastructure for air quality plus (GI4AQ+): Defining critical dimensions for implementation in schools and the meaning of ‘plus’ in a UK context. *Nature-based solutions*, 2, 100017. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100017>

[23] Lourdes, K. T., Hamel, P., Gibbins, C., Sanusi, R., Azhar, B., & Lechner, A. M. (2022). Planning for green infrastructure using multiple urban ecosystem service models and multicriteria analysis. *Landscape and Urban Planning*, 226, 104500. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104500>

[24] Lampinen, J., García-Antúnez, O., Olafsson, A. S., Kavanagh, K. C., Gulsrud, N. M., & Raymond, C. M. (2022). Envisioning carbon-smart and just urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 75, 127682. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127682>

[25] Morpurgo, J., Remme, R. P., & Van Bodegom, P. M. (2023). CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for assessing ecosystem services and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 234, 104726. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104726>