

Urban wetlands as nature-based solutions: Landscape design and urban planning in the face of climate change

Cesar Emmanuel Cubas Ramirez¹; Claudia Carolina Sanchez Ruesta²; Carlos Eduardo Zulueta Cueva³; Elena Estefanía Coloma Castillo⁴

¹Universidad Nacional de Piura, Perú, ccubasr@unp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c28091@utp.edu.pe

^{3,4}Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, czuluetacl@upao.edu.pe, ecolomac@upao.edu.pe

Abstract—The intensification of urbanization and climate change have increased the vulnerability of cities to high temperatures, flooding, and environmental degradation. In this context, urban wetlands have emerged as nature-based solutions to integrate ecological, landscape, and social functions. This article offers a systematic analysis of the role of landscape design and urban planning in the face of climate change, specifically through urban wetlands as nature-based solutions. The study was conducted using a PRISMA review of the Scopus database (2021–2025); 12 articles were selected from the 87 records identified. The findings demonstrate significant contributions through microclimatic regulation, water management, and urban resilience, promoting the integration of wetlands into green and blue networks and participatory governance frameworks.

Keywords—Urban wetlands, nature based solutions, landscape design, urban planning, climate change.

Humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza: Diseño paisajista y la planificación urbana frente al cambio climático

Cesar Emmanuel Cubas Ramirez¹; Claudia Carolina Sanchez Ruesta²; Carlos Eduardo Zulueta Cueva³; Elena Estefanía Coloma Castillo⁴

¹Universidad Nacional de Piura, Perú, ccubasr@unp.edu.pe

²Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c28091@utp.edu.pe

^{3,4}Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, czuluetac1@upao.edu.pe, ecolomac@upao.edu.pe

Resumen—*La intensificación de los procesos de urbanización y el cambio climático han generado que la vulnerabilidad de las ciudades en relación a las altas temperaturas, las inundaciones y la degradación ambiental aumenten. En este contexto, los humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza han surgido para integrar funciones ecológicas, paisajísticas y sociales. Este artículo ofrece un análisis sistematizado del rol del diseño del paisaje y la planificación urbana frente al cambio climático, a través de humedales urbanos como SbN. El estudio se llevó a cabo a través de una revisión PRISMA utilizando la base de datos Scopus 2021-2025; entre los 87 registros identificados, se seleccionaron 12 artículos. En ese sentido, las conclusiones permiten evidenciar contribuciones significativas a través de la regulación microclimática, la gestión hídrica y la resiliencia urbana en términos de promover la incorporación de humedales en las redes verdes-azules y los marcos de gobernanza participativa.*

Palabras clave—*Humedales urbanos, soluciones basadas en la naturaleza, diseño paisajista, planificación urbana, cambio climático.*

I. INTRODUCCIÓN

El rápido y constante proceso de urbanización a escala global ha desencadenado una serie de problemáticas ambientales y sociales asociadas a la expansión de infraestructura gris, la impermeabilización del suelo y la degradación de los ecosistemas naturales presentes en las ciudades [1], [2]; teniendo en cuenta que los humedales urbanos, históricamente considerados como áreas marginales o reservas de suelo para futuros desarrollos, han sido progresivamente transformados o eliminados, afectando funciones ecológicas esenciales como la regulación hídrica, la mitigación de inundaciones y la conservación de la biodiversidad [3], [4]. En un escenario de cambio climático, la situación se vuelve aún más crítica dado el aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, evidenciando la vulnerabilidad de los servicios prestados por los sistemas urbanos establecidos [5].

En este aspecto, en las últimas dos décadas ha surgido con mayor frecuencia el enfoque de las Soluciones Basadas en la Naturaleza SbN (Nature-Based Solutions, NbS), promovido por organismos internacionales y ampliamente discutido en la

literatura científica como una estrategia eficaz para integrar procesos naturales en la planificación y el diseño urbano [6], [7]. Se conciben a las SbN como acciones que protegen, gestionan y restauran ecosistemas naturales o modificados, abordando simultáneamente retos sociales, ambientales y económicos [8]; a su vez este enfoque se ha vinculado estrechamente con la infraestructura verde y azul, dentro de la cual los humedales urbanos adquieren un rol estratégico por su carácter multifuncional [9].

Los humedales urbanos desde la perspectiva del diseño paisajista han sido revalorizados no solo como infraestructuras ecológicas, sino también como espacios públicos capaces de articular funciones ambientales, sociales y culturales [10], [11]; los resultados de estudios recientes muestran que los parques-humedal, los humedales restaurados y los sistemas de humedales construidos contribuyen significativamente a la mejora del microclima urbano, la reducción del efecto de isla de calor y el aumento del bienestar psicológico de la población [12], [13]. Igualmente, este tipo de espacios favorecen la conectividad ecológica y el mantenimiento de hábitats urbanos, reforzando la resiliencia de las ciudades frente a perturbaciones climáticas [14].

En el ámbito de la planificación urbana, los humedales han comenzado a ser reconocidos como elementos estructurantes del territorio, capaces de organizar el crecimiento urbano a escala de barrio, cuenca y región [15]. La literatura indexada en Scopus demuestra también que los enfoques que integran humedales dentro de estrategias SbN permiten superar la dicotomía tradicional entre conservación ambiental y desarrollo urbano, proponiendo modelos híbridos donde el diseño paisajista, la ingeniería ambiental y las políticas urbanas actúan de manera complementaria [16], [17]; sin embargo, aún persisten importantes desafíos relacionados con la gobernanza, la falta de marcos normativos claros y la limitada integración del diseño en los procesos de toma de decisiones [18].

En resumen, a pesar del creciente volumen de investigaciones sobre SbN y humedales urbanos, la literatura muestra una fragmentación conceptual y metodológica, especialmente en lo referente al rol específico del diseño

paisajista y la planificación urbana frente al cambio climático [19], [20]. Así, muchas investigaciones se concentran en evaluaciones ecológicas o hidrológicas, mientras que los aportes del diseño espacial, la experiencia del usuario y la articulación territorial son abordados de manera secundaria o dispersa [21]; por tanto se evidencia la necesidad de una revisión sistemática que permita sintetizar enfoques, escalas de intervención y resultados reportados, con el fin de identificar tendencias, vacíos de investigación y oportunidades para el desarrollo de ciudades más resilientes.

En esta línea, la presente investigación contribuye directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas. En particular, contribuye al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) al promover modelos urbanos que integran ecosistemas naturales como parte de la infraestructura urbana; al ODS 13 (Acción por el clima) mediante la identificación de estrategias basadas en humedales que favorecen la adaptación y mitigación frente al cambio climático; y al ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) al destacar el valor de los humedales urbanos en la conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas degradados [22]–[24].

De este modo, el artículo propone una revisión sistemática de literatura científica indexada en Scopus, con el objetivo de analizar los humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza, poniendo énfasis en las contribuciones del diseño paisajista y la planificación urbana frente al cambio climático; asimismo, se busca aportar un marco conceptual y metodológico que sirva de referencia para arquitectos, urbanistas, ingenieros y responsables de políticas públicas interesados en la implementación de SbN en contextos urbanos contemporáneos, reforzando la transición hacia ciudades más sostenibles, resilientes e inclusivas.

II. METODOLOGÍA

El estudio se elaboró mediante una revisión sistemática de la literatura, aplicando el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el objetivo de identificar, analizar y sintetizar la evidencia científica existente sobre el papel de los humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza (SbN), desde las perspectivas del diseño paisajista y la planificación urbana frente al cambio climático.

A través del uso del método PRISMA se estructuró un proceso transparente y reproducible, dividido en identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, bajo los lineamientos internacionales para revisiones sistemáticas.

A. Fuente de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica tuvo por alcance la base de datos Scopus, dada su cobertura multidisciplinar y su relevancia con la arquitectura, urbanismo, planificación territorial y las ciencias ambientales; para ello se implementaron tres ecuaciones de búsqueda, una cadena

principal y dos cadenas complementarias, con el propósito de recuperar estudios relacionados con los términos:

- humedales urbanos y periurbanos,
- soluciones basadas en la naturaleza (SbN),
- infraestructura verde–azul,
- diseño paisajista,
- planificación urbana,
- adaptación y mitigación frente al cambio climático.

Las búsquedas se realizaron en los campos título, resumen y palabras clave, considerando los siguientes filtros:

- Tipo de documento: artículo
- Periodo de publicación: 2021–2025
- Revistas indexadas en Scopus, con posterior verificación de cuartil Q1, Q2 y Q3 mediante el indicador SJR (Scimago Journal Rank).

B. Identificación de estudios (Prisma Fase 1)

Como resultado de la estrategia de búsqueda, se identificaron 87 registros en Scopus, distribuidos de la siguiente manera:

- Cadena principal: 16 artículos
- Cadena complementaria 1: 9 artículos
- Cadena complementaria 2: 62 artículos

Estos registros conformaron el universo inicial de análisis.

C. Eliminación de duplicados (Prisma Fase 2)

Los 87 registros fueron integrados en una única base de datos; luego se procedió con la eliminación de artículos duplicados considerando como criterio principal el DOI y en los casos que este no estuvo disponible, se utilizó el título del artículo normalizado.

Como resultado:

- Duplicados eliminados: 11
- Registros únicos tras depuración: 76

D. Aplicación de criterios temporales

Posteriormente, se aplicó el criterio temporal definido para la revisión (2021–2025):

- Registros excluidos por año: 9
- Registros dentro del periodo de análisis: 67

E. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudios que cumplieron con todos los siguientes criterios: Artículos publicados entre 2021 y 2025, estudios revisados por pares (*article*), publicados en revistas indexadas en Scopus (Q1, Q2 o Q3), investigaciones centradas en humedales urbanos o periurbanos, enfoque explícito en soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura verde–azul o resiliencia climática, aportes claros al diseño paisajista y/o a la planificación urbana, relación directa con adaptación o mitigación frente al cambio climático.

Se excluyeron estudios que: Analizaran humedales rurales sin vínculo urbano, presentaran un enfoque exclusivamente ecológico o técnico sin implicancias urbanas, se centraron únicamente en tratamiento de aguas residuales, no abordaran

el cambio climático de forma explícita, no contaran con acceso al texto completo.

F. Cribado por artículo y resumen (Prisma Fase 3)

Los 67 artículos fueron evaluados mediante lectura de título y resumen:

- Artículos excluidos por falta de pertinencia temática: 41.
- Artículos seleccionados para evaluación a texto completo: 26

G. Evaluación de elegibilidad y selección final (Prisma Fase 4)

Los 26 artículos seleccionados fueron analizados mediante lectura completa. Durante esta fase se excluyeron estudios por:

- ausencia de criterios transferibles de diseño paisajista o planificación urbana,
- tratamiento tangencial del cambio climático,
- escasa aplicabilidad a contextos urbanos reales.

Finalmente, se seleccionaron 12 artículos, los cuales conformaron la muestra final de la revisión sistemática.

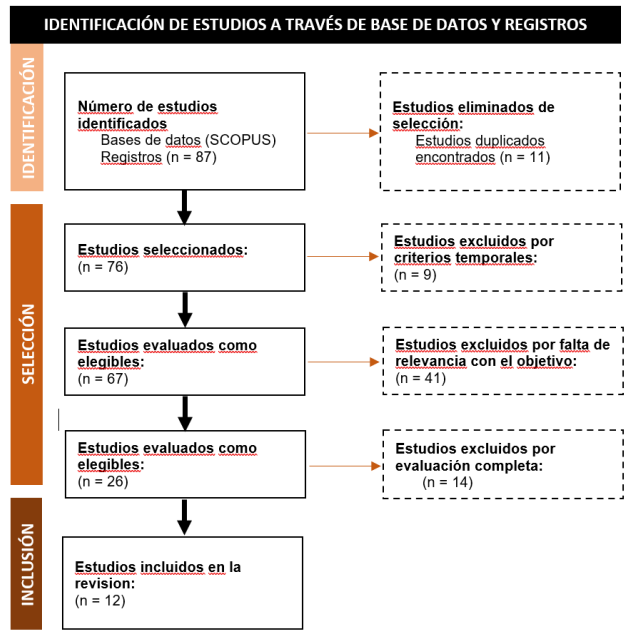


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA

III. RESULTADOS

A partir del análisis sistemático realizado mediante el método PRISMA, se examinan los 12 artículos científicos seleccionados con el fin de identificar patrones, enfoques y aportes relevantes; en este sentido, la Tabla I sintetiza las principales características de los estudios incluidos, considerando autores, títulos, cuartil Scopus, objetivos generales y resultados principales. Esta síntesis comparativa ofrece una perspectiva general de las tendencias de

investigación sobre humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza, así como su contribución al diseño paisajista, la planificación urbana y la adaptación al cambio climático.

TABLA I
SÍNTESIS DE ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Nº	Autor(es)	Título	Quartil (Scopus)	Objetivo	Resultados
1	Deng et al. (2023)	Analysis of urban wetland park cooling effects and their potential influence factors	Q1	Analizar el efecto de enfriamiento de parques de humedales urbanos	Reducción significativa de temperatura asociada al tamaño, vegetación y configuración espacial
2	Deng et al. (2025)	Revealing the driving factors of urban wetland park cooling effects using Random Forest regression and SHAP algorithm	Q1	Identificar factores determinantes del enfriamiento urbano	La proporción agua-vegetación y la conectividad son los principales factores
3	Athukorala et al. (2024)	Effects of urban land use change on ecosystem service values in the Bolgoda Wetland, Sri Lanka	Q1	Evaluar impactos del cambio de uso del suelo urbano	El crecimiento urbano reduce el valor de servicios ecosistémicos
4	Pan et al. (2023)	Unveiling spatiotemporal dynamics of urban wetland ecosystem services using high-resolution images	Q1	Analizar dinámicas espacio-temporales de servicios ecosistémicos	Configuración del paisaje influye en provisión de servicios
5	Zakharova et al. (2025)	Indicators of visual and ecological complexity of urban wetlands and lakes in Stockholm	Q1	Desarrollar indicadores de complejidad visual y ecológica	Mayor complejidad mejora desempeño ecológico y percepción social
6	Gao et al. (2025)	Achieving urban ecosystem resilience through the optimization of urban blue-green infrastructure networks	Q1	Evaluar rol de redes verde-azules	Incrementan resiliencia frente a inundaciones y eventos extremos
7	Debele et al. (2023)	Nature-based solutions can help reduce the impact of natural hazards	Q1	Analizar efectividad global de SbN	Las SbN reducen impactos climáticos cuando se integran en planificación
8	Díaz-Pinzón et al. (2024)	Urban wetlands as social-ecological systems: Governance and collective	Q2	Analizar gobernanza de humedales urbanos	La participación social fortalece sostenibilidad

		action in Cali, Colombia			
9	Visintin et al. (2023)	Designing cities for everyday nature	Q1	Explorar integración de naturaleza cotidiana	Mejora bienestar y resiliencia climática
10	Sifuentes-Muñoz et al. (2023)	Adaptation to climate change through urban design: Evaluation of microclimates in Barcelona	Q1	Evaluar estrategias de diseño urbano microclimático	Vegetación y permeabilidad reducen estrés térmico
11	Paiva & Mala (2023)	How urban design can promote connection to nature	Q2	Analizar rol del diseño urbano en conexión ciudad-naturaleza	Corredores verdes fortalecen adaptación climática
12	Figueroa (2023)	Water traces and the construction of agricultural and urban landscapes	Q1	Analizar el agua como elemento estructurante	Las trazas hídricas orientan diseño territorial resiliente

En la Figura 2 se muestra la clasificación tipológica de los humedales urbanos analizados en los 12 artículos seleccionados, evidenciando la diversidad de enfoques con los que estos ecosistemas son abordados en la literatura científica reciente; los resultados de la revisión muestran una proporción predominante de los parques de humedal urbano y humedales urbanos integrados a redes de infraestructura verde - azul, lo que refleja una tendencia hacia soluciones multifuncionales que combinan regulación ambiental, espacio público y conectividad ecológica; adicionalmente, se identifican humedales urbanos naturales y protegidos, así como sistemas hídricos urbanos incorporados al diseño territorial, lo que amplía el espectro de tipologías analizadas. Esta diversidad tipológica confirma que los humedales urbanos constituyen soluciones basadas en la naturaleza altamente versátiles, adaptables a distintas escalas y contextos urbanos, y refuerza su potencial como herramientas estratégicas para el diseño paisajista y la planificación urbana frente al cambio climático.

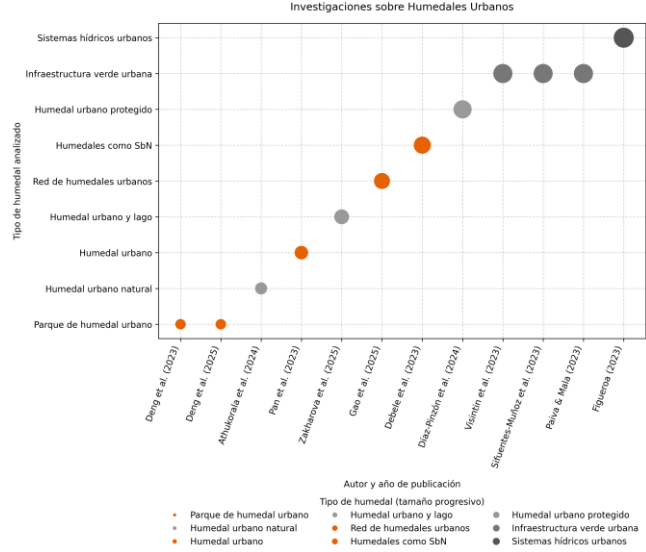


Fig. 2 Clasificación tipológica de los humedales analizados

En la Figura 3 muestra la distribución geográfica de los estudios analizados, destacando que la investigación sobre humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza presenta un alcance global, con contribuciones desarrolladas en Asia, Europa, América y Oceanía. Se observa una cantidad significativa de estudios en Asia Oriental, particularmente en China, donde se localizan investigaciones clave sobre parques de humedales urbanos y su efecto microclimático, lo que refleja el interés de este país en estrategias de adaptación urbana frente al cambio climático. Por otro lado, en Europa se identifican aportes relevantes, especialmente en países como Suecia y España, centrados en la complejidad paisajística, el diseño urbano y la infraestructura verde-azul. En América, los estudios se desarrollan en Estados Unidos, Colombia y Chile, abordando enfoques de gobernanza, resiliencia urbana y sistemas socioecológicos. Finalmente, se incluyen investigaciones en Australia, vinculadas al impacto del uso del suelo y la planificación territorial. Esta distribución confirma el carácter internacional y transversal del tema, así como la aplicabilidad de los humedales urbanos en diversos contextos urbanos y climáticos.

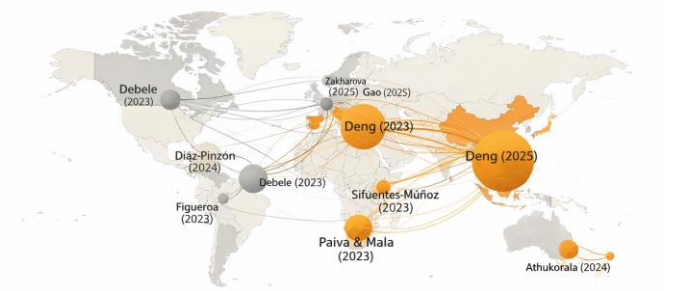


Fig. 3 Distribución geográfica de los artículos analizados

En este sentido, se lograron identificar patrones constantes en el 12 de los artículos seleccionados, acerca del rol de los humedales urbanos como SbN frente al cambio, desde lo que establecen cada aproximación del diseño paisajista y la planificación urbana. Estos resultados se organizaron en cuatro ejes temáticos o variables, los cuales son: regulación del microclima urbano, servicios ecosistémicos y resiliencia, diseño paisajista como estrategia climática y planificación urbana y gobernanza.

A. Humedales urbanos y regulación del microclima

Múltiples estudios evidencian que los humedales urbanos contribuyen significativamente a la reducción del efecto de isla de calor urbana, especialmente cuando se configuran como parques de humedal o sistemas integrados de infraestructura verde-azul; investigaciones basadas en teledetección y modelación climática demuestran reducciones sostenidas de la temperatura superficial del suelo en áreas

adyacentes a humedales urbanos, confirmando su función como infraestructura climática natural [25], [26].

Se ha demostrado que las variables de diseño del paisaje como la superficie del humedal, la proporción agua-vegetación y la complejidad morfológica del paisaje influyen directamente en el desempeño térmico de estos espacios [27]; los estudios destacan que humedales con mayor diversidad vegetal y bordes ecológicos irregulares presentan una mayor capacidad de enfriamiento urbano [28].

TABLA II
HUMEDALES URBANOS Y REGULACIÓN DEL MICROCLIMA

N°	Autores	Título	Dimensiones	Hallazgos	Aportes
1	Deng et al. (2023)	Analysis of urban wetland park cooling effects...	Temperatura superficial, tamaño, vegetación	Reducción significativa de temperatura en el entorno urbano	Criterios cuantificables para diseño de humedales con efecto de enfriamiento
2	Deng et al. (2025)	Driving factors of urban wetland park cooling effects...	Relación agua-vegetación, conectividad	El enfriamiento depende de la proporción agua-vegetación	Uso de modelos predictivos para planificación climática
3	Athukorala et al. (2024)	Effects of urban land use change on ecosystem services...	Uso del suelo, cobertura vegetal	La urbanización reduce la capacidad microclimática	Protección de humedales en expansión urbana
4	Pan et al. (2023)	Spatiotemporal dynamics of urban wetland ecosystem services	NDVI, configuración espacial	Configuración del paisaje influye en regulación térmica	Análisis espacial aplicado al microclima
5	Zakharova et al. (2025)	Visual and ecological complexity of urban wetlands	Complejidad paisajística, biodiversidad	Mayor complejidad mejora desempeño ambiental	Integra percepción paisajística y microclima
6	Gao et al. (2025)	Blue-green infrastructure networks and resilience	Conectividad verde-azul	Humedales conectados amplifican regulación climática	Estrategia de red urbana resiliente
7	Debele et al. (2023)	Nature-based solutions and natural hazards	Regulación térmica urbana	SbN reducen impactos térmicos urbanos	Humedales como infraestructura climática
8	Díaz-Pinzón et al. (2024)	Urban wetlands as social-ecological systems	Microclima y gobernanza	Gestión participativa mejora mantenimiento microclimático	Vincula clima urbano y gobernanza
9	Visintin et al. (2023)	Designing cities for everyday nature	Confort térmico percibido	Contacto cotidiano mejora percepción térmica	Bienestar urbano y microclima
10	Sifuentes-Muñoz et al. (2023)	Urban design and microclimatic adaptation	Temperatura del aire, vegetación	Vegetación reduce estrés térmico	Diseño urbano como herramienta climática
11	Paiva & Mala (2023)	Urban design and connection to nature	Biofilia y clima urbano	Integración natural mejora confort térmico	Diseño biofílico urbano
12	Figueroa (2023)	Water traces and territorial	Agua, paisaje y clima	Trazas hídricas	Agua como elemento

		structure		estructuran territorios resilientes	ordenador del microclima
--	--	-----------	--	-------------------------------------	--------------------------

B. Servicios ecosistémicos y resiliencia urbana

Los artículos coinciden en que los humedales urbanos ofrecen servicios ecosistémicos múltiples, entre los que destacan la regulación hídrica, el control de inundaciones, la mejora de la calidad ambiental y el soporte a la biodiversidad urbana [29], [30]; desde una perspectiva de resiliencia climática, estos servicios reducen la vulnerabilidad de las ciudades frente a eventos extremos como lluvias intensas, sequías prolongadas y olas de calor.

Además, se demuestra que los humedales urbanos funcionan como infraestructuras multifuncionales, integrando funciones ecológicas, recreativas y paisajísticas, lo que amplía su valor dentro de los sistemas urbanos [31]; por consiguiente, esta multifuncionalidad refuerza su rol estratégico en los procesos de adaptación al cambio climático y en la mejora de la calidad de vida urbana.

TABLA III
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y RESILIENCIA URBANA

N°	Autores	Título	Dimensiones	Hallazgos	Aportes
1	Deng et al. (2023)	Analysis of urban wetland park cooling effects...	Servicios climáticos, regulación térmica	Los humedales urbanos aportan servicios de mitigación del calor	Refuerza el valor climático de los humedales como SbN
2	Deng et al. (2025)	Driving factors of urban wetland park cooling effects...	Servicios ecosistémicos, modelación	Los servicios climáticos dependen del diseño y conectividad	Integra servicios ecosistémicos en planificación
3	Athukorala et al. (2024)	Effects of urban land use change on ecosystem services...	Valor de servicios ecosistémicos, uso del suelo	La expansión urbana reduce servicios ecosistémicos	Evidencia necesidad de protección de humedales
4	Pan et al. (2023)	Spatiotemporal dynamics of urban wetland ecosystem services	Provisión de servicios ecosistémicos	La configuración espacial condiciona la provisión de servicios	Criterios espaciales para resiliencia urbana
5	Zakharova et al. (2025)	Visual and ecological complexity of urban wetlands	Servicios culturales y ecológicos	La complejidad paisajística incrementa servicios culturales	Integra dimensión cultural en resiliencia urbana
6	Gao et al. (2025)	Blue-green infrastructure networks and resilience	Resiliencia urbana, redes verdes	Las redes de humedales fortalecen resiliencia ante inundaciones	Propone redes SbN como estructura urbana
7	Debele et al. (2023)	Nature-based solutions and natural hazards	Servicios de regulación, riesgos climáticos	Las SbN reducen impactos de eventos extremos	Marco global para resiliencia urbana
8	Díaz-Pinzón	Urban wetlands	Servicios ecosistémico	La gestión colectiva	Vincula resiliencia y

	et al. (2024)	as social-ecological systems	s y gobernanza	mejora provisión de servicios	gobernanza urbana
9	Visintin et al. (2023)	Designing cities for everyday nature	Servicios culturales, bienestar	La naturaleza cotidiana fortalece resiliencia social	Integra resiliencia social urbana
10	Sifuentes-Muñoz et al. (2023)	Urban design and microclimatic adaptation	Servicios de regulación climática	El diseño urbano potencia servicios ecosistémicos	Refuerza rol del diseño en resiliencia
11	Paiva & Mala (2023)	Urban design and connection to nature	Servicios culturales, biofilia	La conexión con la naturaleza mejora resiliencia	Integra servicios culturales en diseño urbano
12	Figueroa (2023)	Water traces and territorial structure	Servicios hídricos, resiliencia territorial	El agua estructura territorios resilientes	Agua como eje de resiliencia urbana

C. Diseño paisajista como estrategia de adaptación climática

Como tal el diseño paisajista emerge como un factor clave en la efectividad de los humedales urbanos como SbN, por un lado, los estudios revisados subrayan que aspectos como la morfología del paisaje, la estructura de bordes, la conectividad ecológica y la legibilidad visual del espacio inciden directamente en el desempeño ambiental y social de los humedales [32], [33].

Por otra parte, se destacó la tendencia hacia enfoques de diseño biofílico, donde la integración del agua y la vegetación en la experiencia cotidiana de la ciudad favorece el bienestar psicológico, la apropiación social del espacio y la percepción positiva del entorno urbano [34].

TABLA IV
DISEÑO PAISAJISTA COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

Nº	Autores	Título	Dimensiones	Hallazgos	Aportes
1	Deng et al. (2023)	Analysis of urban wetland park cooling effects...	Forma del humedal, vegetación, agua	El diseño paisajístico influye directamente en el enfriamiento urbano	Criterios formales para diseño de parques de humedal
2	Deng et al. (2025)	Driving factors of urban wetland park cooling effects...	Relación agua-vegetación, conectividad	El diseño integrado maximiza la adaptación climática	Herramientas predictivas para diseño paisajista
3	Athukorala et al. (2024)	Effects of urban land use change on ecosystem services...	Bordes paisajísticos, cobertura vegetal	La pérdida de diseño paisajístico reduce capacidad adaptativa	Integración del paisaje en expansión urbana
4	Pan et al. (2023)	Spatiotemporal dynamics of urban wetland ecosystem services	Configuración espacial, estructura del paisaje	El patrón paisajístico condiciona la adaptación climática	Vincula diseño espacial y servicios climáticos
5	Zakharova et al. (2025)	Visual and ecological complexity of urban wetlands	Complejidad visual, biodiversidad	La complejidad paisajística mejora desempeño ambiental y social	Integra estética y adaptación climática

6	Gao et al. (2025)	Blue-green infrastructure networks and resilience	Conectividad paisajística, redes verdes	El diseño en red incrementa la resiliencia urbana	Enfoque sistémico del diseño paisajista
7	Debele et al. (2023)	Nature-based solutions and natural hazards	Diseño basado en procesos naturales	Las SbN diseñadas reducen riesgos climáticos	Consolida diseño paisajista como estrategia adaptativa
8	Díaz-Pinzón et al. (2024)	Urban wetlands as social-ecological systems	Diseño participativo, uso social	La participación mejora sostenibilidad del diseño	Integra dimensión social al diseño
9	Visintin et al. (2023)	Designing cities for everyday nature	Accesibilidad, experiencia paisajística	El diseño cotidiano favorece adaptación y bienestar	Enfoque humano del diseño climático
10	Sifuentes-Muñoz et al. (2023)	Urban design and microclimatic adaptation	Vegetación, permeabilidad	El diseño del espacio abierto reduce estrés térmico	Rol del diseño urbano-paisajístico
11	Paiva & Mala (2023)	Urban design and connection to nature	Biofilia, corredores verdes	El diseño biofílico fortalece adaptación climática	Vincula biofilia y resiliencia
12	Figueroa (2023)	Water traces and territorial structure	Agua como elemento paisajístico	Las trazas hídricas estructuran territorios resilientes	Agua como eje del diseño adaptativo

D. Planificación urbana y gobernanza

En lo que respecta a la planificación urbana, los resultados indican que los humedales urbanos alcanzan mayor efectividad cuando se integran en redes verdes-azules a escala de ciudad o región, articuladas mediante instrumentos de ordenamiento territorial y políticas públicas de adaptación climática [35].

De manera similar varios estudios resaltan la importancia de modelos de gobernanza participativa, donde la colaboración entre autoridades, técnicos y comunidades locales fortalece la gestión y sostenibilidad de los humedales urbanos en el largo plazo [36]; esta dimensión social resulta fundamental para garantizar la permanencia y el mantenimiento de las SbN en contextos urbanos complejos.

TABLA V
PLANIFICACIÓN URBANA Y GOBERNANZA

Nº	Autores	Título	Dimensiones	Hallazgos	Aportes
1	Deng et al. (2023)	Analysis of urban wetland park cooling effects...	Planeamiento de parques, localización urbana	La localización estratégica mejora el desempeño climático	Criterios espaciales para planes urbanos climáticos
2	Deng et al. (2025)	Driving factors of urban wetland park cooling effects...	Soporte a decisiones, planificación climática	Modelos predictivos apoyan la planificación urbana	Gestión urbana basada en evidencia
3	Athukorala et al. (2024)	Effects of urban land use change on ecosystem services...	Uso del suelo, expansión urbana	La falta de control urbano reduce servicios ecosistémicos	Necesidad de regulación territorial

4	Pan et al. (2023)	Spatiotemporal dynamics of urban wetland ecosystem services	Planeamiento espacial, zonificación	La zonificación condiciona provisión de servicios	Servicios ecosistémicos en planeamiento
5	Zakharova et al. (2025)	Visual and ecological complexity of urban wetlands	Normativa urbana, calidad paisajística	La planificación influye en calidad ecológica y visual	Rol normativo en paisaje urbano
6	Gao et al. (2025)	Blue-green infrastructure networks and resilience	Redes verdes, planificación regional	La planificación en red fortalece resiliencia urbana	Estructura territorial verde-azul
7	Debele et al. (2023)	Nature-based solutions and natural hazards	Políticas públicas, SbN	SbN más efectivas cuando se integran en políticas urbanas	Marco para planificación resiliente
8	Díaz-Pinzón et al. (2024)	Urban wetlands as social-ecological systems	Gobernanza participativa, gestión urbana	La participación mejora la gestión de humedales	Gobernanza para sostenibilidad urbana
9	Visintin et al. (2023)	Designing cities for everyday nature	Planificación inclusiva, acceso equitativo	La planificación inclusiva mejora resiliencia social	Justicia espacial en gobernanza
10	Sifuentes-Muñoz et al. (2023)	Urban design and microclimatic adaptation	Instrumentos de planificación urbana	El diseño urbano debe integrarse a políticas climáticas	Integración diseño-planificación
11	Paiva & Mala (2023)	Urban design and connection to nature	Políticas urbanas, biofilia	Políticas pro-naturaleza fortalecen resiliencia	Planificación orientada al bienestar
12	Figueroa (2023)	Water traces and territorial structure	Planificación hídrica, ordenamiento territorial	El agua estructura el territorio urbano	Agua como eje de gobernanza territorial

IV. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión sistemática ratifican que los humedales urbanos constituyen una de las soluciones basadas en la naturaleza más efectivas y versátiles para enfrentar los efectos del cambio climático en las ciudades; dada la evidencia expuesta se manifiesta que su aporte va más allá de la función ecológica, integrando dimensiones espaciales, sociales y culturales relevantes para el urbanismo contemporáneo [25], [29].

A pesar de que la revisión muestra una minoritaria representación de estudios provenientes del hemisferio Sur, esta situación no necesariamente responde a la ausencia de experiencias o proyectos de humedales urbanos, sino más bien a una combinación de factores estructurales asociados a la producción y difusión del conocimiento científico; entre estos factores destacan las limitaciones en el acceso a financiamiento para investigación, la baja indexación de revistas regionales en bases de datos como Scopus, la fragmentación institucional entre la academia, la gestión

pública y la práctica profesional, además existe una alta prevalencia de estudios aplicados que no son sistemáticamente publicados en revistas de alto impacto. En este sentido, la brecha identificada refleja más un problema de visibilidad académica que de inexistencia de prácticas, lo que plantea la necesidad de fortalecer mecanismos de transferencia, sistematización y publicación del conocimiento generado en contextos latinoamericanos, africanos y del sudeste asiático.

Así pues, esta asimetría en la producción científica tiene implicancias directas en la construcción de marcos teóricos y metodológicos dominantes que tienden a estar basados en experiencias desarrolladas en contextos del hemisferio Norte, particularmente en Europa y Asia Oriental; teniendo como consecuencia el riesgo de transferir modelos de diseño y planificación sin considerar adecuadamente variables socioeconómicas, climáticas y culturales propias de los territorios del hemisferio Sur; por ello es fundamental promover enfoques situados que reconozcan la diversidad territorial incorporando dimensiones como la informalidad urbana, la vulnerabilidad social y la gobernanza multinivel, con el fin de desarrollar soluciones basadas en la naturaleza que sean no solo técnicamente eficaces, sino también socialmente inclusivas y territorialmente pertinentes.

Desde una perspectiva comparativa sobre la distribución geográfica de los estudios analizados revela también asimetrías regionales en la producción científica, particularmente la escasa representación de contextos urbanos latinoamericanos y africanos en investigaciones de alto impacto indexadas en Scopus; así la evidencia analizada sugiere que a pesar que los humedales urbanos presentan un alto potencial como soluciones basadas en la naturaleza, su implementación y evaluación siguen estando condicionadas por capacidades institucionales, marcos normativos y agendas de investigación dominantes a nivel global. En este sentido, la evidencia recopilada refuerza la necesidad de transferir y adaptar los enfoques de diseño paisajista y planificación urbana desarrollados en Asia y Europa hacia contextos del Sur Global, considerando variables socioeconómicas, culturales y ambientales específicas. En resumen, profundizar en estudios de caso locales y regionales no solo permitirá ampliar la base empírica existente, sino que también fortalecer la aplicabilidad de los humedales urbanos como infraestructuras climáticas contextualmente apropiadas e inclusivas.

Desde una perspectiva arquitectónica y urbanística, la discusión subraya que la efectividad de los humedales urbanos depende mucho de su integración intencional en el diseño del paisaje y ciudades, no se trata solo de su producción espacial directa, con independencia de la escala, sino de sus contextos socioeconómicos y culturales [26], [32]; los enfoques fragmentados o sectoriales limitan el potencial de estas soluciones, mientras que los enfoques integrales permiten maximizar sus beneficios climáticos y sociales.

Además de esto, la literatura recopilada sugiere que más allá de los comportamientos observados existe una

convergencia clara entre diseño paisajista y planificación urbana, donde ambos campos se complementan para configurar infraestructuras climáticas híbridas, capaces de responder simultáneamente a la mitigación del calor urbano, la gestión del agua y la mejora del espacio público [27], [33], [35]; esta convergencia refuerza el argumento de enfoques interdisciplinarios que vinculen arquitectura, urbanismo, ecología y participación ciudadana.

Al mismo tiempo, las investigaciones resaltan la existencia de barreras normativas, económicas y de gestión, especialmente en ciudades de alta densidad, donde la disponibilidad de suelo y la presión inmobiliaria dificultan la implementación de humedales urbanos [31], [36]; a pesar de ello, los estudios analizados sugieren que tales limitaciones pueden ser abordadas mediante planificación estratégica, marcos normativos flexibles y modelos de gobernanza colaborativa.

A partir de la síntesis de los 12 estudios analizados, se propone un modelo conceptual integrador que articule las principales variables identificadas en la literatura, con el fin de superar la fragmentación existente entre enfoques ecológicos, urbanísticos y paisajísticos; el modelo se organiza en torno a cuatro dimensiones: regulación microclimática, provisión de servicios ecosistémicos, diseño paisajista adaptativo y planificación urbana y gobernanza; la interacción entre estas dimensiones permite entender a los humedales urbanos no como elementos aislados, sino como infraestructuras híbridas que operan simultáneamente a nivel ambiental, espacial y social.

En este marco, la regulación microclimática está directamente relacionada con variables de diseño como la relación entre agua y vegetación, la morfología del paisaje y la conectividad ecológica; por su parte, el diseño paisajista actúa como el componente articulador que traduce estos principios en configuraciones espaciales concretas, incorporando criterios de legibilidad, accesibilidad y experiencia del usuario.

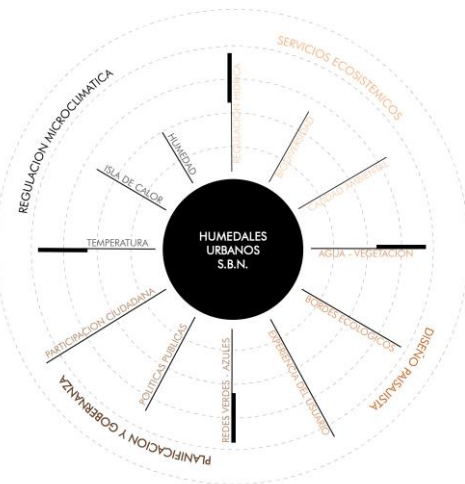


Fig. 4 Modelo conceptual de humedales urbanos como SBN

La planificación urbana y la gobernanza permiten escalar estas soluciones a nivel territorial, asegurando su integración en políticas públicas, instrumentos de ordenamiento y procesos participativos; este enfoque sistémico refuerza la necesidad de una aproximación interdisciplinaria para la implementación efectiva de soluciones basadas en la naturaleza en contextos urbanos contemporáneos. En suma, los humedales urbanos, cuando son diseñados y planificados cuidadosamente, son una oportunidad estratégica para la transformación urbana, alineados con los principios de sostenibilidad, resiliencia climática y equidad ambiental [28], [34], [35].

V. CONCLUSIONES

De la revisión sistemática realizada, se argumentan las siguientes conclusiones principales:

Los humedales urbanos constituyen soluciones basadas en la naturaleza sumamente efectivas frente al cambio climático, dada la contribución a la regulación térmica, gestión hídrica y reducción de riesgos climatológicos en las ciudades.

El diseño paisajista es un factor decisivo en el rendimiento ambiental y social de los humedales urbanos, en el cual condicionantes como la morfología, diversidad vegetal, y conectividad tienen una correlación directa con la capacidad de adaptación climática de los mismos.

En este sentido, la planificación urbana desempeña un papel estratégico, al incorporar a los humedales urbanos en redes verdes-azules como herramientas e instrumentos de planificación territorial y políticas públicas de resiliencia climática.

La multifuncionalidad de los humedales urbanos permite articular beneficios ecológicos, sociales y paisajísticos, fomentando la calidad de vida urbana y la equidad en el acceso a espacios naturales para los ciudadanos.

Por otro lado, la gobernanza participativa y la integración interdisciplinaria son críticamente necesarias e ineludibles para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos sistemas, lo que fomenta una apropiación social y gestión adaptativa.

Como aporte aplicado derivado de la revisión sistemática, se propone un conjunto de criterios de diseño paisajista orientados a la implementación de humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza, con especial énfasis en contextos urbanos del hemisferio Sur; estos criterios sintetizan las principales variables identificadas en la literatura y buscan servir como guía operativa para arquitectos, urbanistas e ingenieros vinculados a procesos de planificación y diseño adaptativo.

En este sentido, se plantean los siguientes diez criterios:

- Integrar los humedales urbanos dentro de redes de infraestructura verde-azul a escala territorial.

- Optimizar la proporción entre agua, vegetación y superficies permeables.
- Diseñar bordes ecológicos complejos que incrementen la biodiversidad y el desempeño microclimático.
- Priorizar el uso de especies nativas y estructuras vegetales estratificadas.
- Garantizar la conectividad ecológica con otros espacios naturales urbanos.
- Incorporar zonas de amortiguamiento para la gestión de inundaciones.
- Integrar espacios de uso público que promuevan la apropiación social y la educación ambiental.
- Diseñar considerando el confort térmico y la mitigación de la isla de calor urbana.
- Promover modelos de gobernanza participativa en la gestión de estos espacios.
- Adaptar las estrategias de diseño a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales, especialmente en contextos tropicales y latinoamericanos.

Finalmente, en conjunto estos resultados evidencian que la incorporación de humedales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza son una oportunidad estratégica para el desarrollo urbano, con el potencial inequívoco de transformar las ciudades hacia arquitecturas y modelos de diseño y planificación más sostenibles, resilientes e inclusivos.

Este trabajo recomienda que los próximos pasos de la investigación se dirijan hacia evaluaciones longitudinales y contextos latinoamericanos, para fortalecer la transposición del conocimiento a la práctica del diseño y la planificación urbana en otros contextos; de este modo, la investigación trasciende la síntesis descriptiva de la literatura, proponiendo lineamientos aplicables que contribuyen al desarrollo de ciudades más resilientes, sostenibles e inclusivas, particularmente en contextos del hemisferio Sur donde la implementación de estas estrategias resulta crítica frente a los desafíos del cambio climático.

REFERENCIAS

[1] K. C. Seto, B. Güneralp, and L. R. Hutya, "Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 109, no. 40, pp. 16083–16088, 2021.

[2] M. Santamouris, "Innovating to zero the building sector in Europe: Minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change," *Solar Energy*, vol. 128, pp. 61–94, 2021.

[3] S. Alikhani, P. Nummi, and A. Ojala, "Urban wetlands: A review on ecological and cultural values," *Water*, vol. 13, no. 22, art. no. 3301, 2021.

[4] S. Alikhani, P. Nummi, and A. Ojala, "Understanding policy approaches to urban wetlands: Governance and management strategies for nature-based solutions," *Wetlands*, vol. 45, art. no. 12, 2025.

[5] T. McPhearson et al., "Advancing urban ecology toward a science of cities," *BioScience*, vol. 66, no. 3, pp. 198–212, 2021.

[6] F. J. de Oliveira, "Nature in nature-based solutions in urban planning," *Landscape and Urban Planning*, vol. 252, art. no. 105282, 2025.

[7] F. Visintin, M. Rossi, and G. Conti, "Nature-based solutions in urban planning: A framework for resilient and sustainable cities," *Sustainable Cities and Society*, vol. 85, art. no. 104215, 2023.

[8] E. Cohen-Shacham, G. Walters, C. Janzen, and S. Maginnis, "Nature-based solutions to address global societal challenges," *IUCN*, Gland, Switzerland, 2021.

[9] S. Lehmann, "Urban regeneration and the greening of cities: Strategies for sustainable architecture and urban design," *Cities*, vol. 96, art. no. 102458, 2023.

[10] C. Visintin, G. Garrard, W. Weisse, M. Baracco, R. J. Hobbs, and S. A. Bekessy, "Designing cities for everyday nature," *Landscape and Urban Planning*, vol. 210, art. no. 104062, 2021.

[11] J. Li, J. Nassauer, and N. Webster, "Landscape elements affect public perception of nature-based solutions managed by smart systems," *Landscape and Urban Planning*, vol. 222, art. no. 104355, 2022.

[12] H. Li, J. Peng, Y. Jiao, and S. Ai, "Experiencing urban green and blue spaces in urban wetlands as a nature-based solution to promote positive emotions," *Forests*, vol. 13, no. 3, art. no. 473, 2022.

[13] H. Wei, Y. Ma, and X. Liu, "Daytime dynamics of spontaneous expressions in urban wetland parks," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 63, art. no. 127326, 2021.

[14] Y. Deng, Y. Yao, and L. Zhang, "Analysis of cooling effects of urban wetland parks and influencing factors," *Ecological Indicators*, vol. 149, art. no. 111103, 2023.

[15] Y. Deng, Y. Yao, and L. Zhang, "Revealing driving factors of urban wetland cooling effects using Random Forest and SHAP," *Sustainable Cities and Society*, vol. 104, art. no. 106151, 2025.

[16] M. Gao et al., "Integration of ecological restoration and landscape aesthetics in constructed wetlands: A case study of Living Water Park," *Science of the Total Environment*, vol. 912, art. no. 177331, 2024.

[17] N. M. Matter, A. El-Gohary, and H. Abdallah, "Constructed wetlands as nature-based solutions to enhance urban resilience," *Journal of Environmental Management*, vol. 343, art. no. 118145, 2024.

[18] S. Martín-Muñoz et al., "Urban stormwater management using nature-based solutions: A review and conceptual model of floodable parks," *Land*, vol. 13, no. 11, art. no. 1858, 2024.

[19] J. Wu et al., "Cooling efficiency of urban wetlands in megacities," *Building and Environment*, vol. 196, art. no. 108128, 2021.

[20] X. Chen et al., "Blue-green infrastructure network planning for climate adaptation," *Land*, vol. 14, no. 2, art. no. 212, 2025.

[21] S. Thorsson et al., "Integrated assessment of blue-green infrastructure for urban climate resilience," *Cities*, vol. 149, art. no. 104728, 2025.

[22] R. Gómez-Baggethun and D. N. Barton, "Classifying and valuing ecosystem services for urban planning," *Ecological Economics*, vol. 86, pp. 235–245, 2021.

[23] A. Paiva and R. Mala, "How urban design can promote connection to nature," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 64, art. no. 127265, 2021.

[24] S. Kabisch et al., "Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas," *Sustainability*, vol. 13, no. 7, art. no. 3702, 2021.

[25] Y. Deng, Y. Yao y L. Zhang, "Analysis of urban wetland park cooling effects and their potential influence factors: Evidence from 477 urban wetland parks in China," *Ecological Indicators*, vol. 152, p. 111103, 2023, doi: 10.1016/j.ecolind.2023.111103.

[26] Y. Deng, Y. Yao, L. Zhang y X. Liu, "Revealing the driving factors of urban wetland park cooling effects using Random Forest regression and SHAP algorithm," *Sustainable Cities and Society*, vol. 104, p. 106151, 2025, doi: 10.1016/j.scs.2025.106151.

[27] D. Athukorala, S. Amarasinghe y A. Gunawardena, "Effects of urban land use change on ecosystem service values in the Bolgoda Wetland, Sri Lanka," *Sustainable Cities and Society*, vol. 98, p. 105050, 2024, doi: 10.1016/j.scs.2023.105050.

[28] M. Pan, H. Wang, L. Zhang y X. Li, "Unveiling spatiotemporal dynamics and factors influencing the provision of urban wetland ecosystem services using high-resolution images," *Ecological Indicators*, vol. 146, p. 110305, 2023, doi: 10.1016/j.ecolind.2023.110305.

[29] K. Zakharova, R. Rodela y K. Lehtilä, "Indicators of visual and ecological complexity of urban wetlands and lakes in Stockholm," *Ecological Indicators*, vol. 159, p. 114362, 2025, doi: 10.1016/j.ecolind.2025.114362.

[30] Y. Gao, J. Chen y Z. Li, "Achieving urban ecosystem resilience through the optimization of urban blue-green infrastructure networks," *Ecological Indicators*, vol. 158, p. 114205, 2025, doi: 10.1016/j.ecolind.2025.114205.

- [31] S. E. Debele, J. J. Brown y A. L. Rogers, “Nature-based solutions can help reduce the impact of natural hazards: A global analysis of NBS case studies,” *Science of the Total Environment*, vol. 858, p. 159824, 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.159824.
- [32] M. Díaz-Pinzón, J. Andersson y C. Ortiz, “Urban wetlands as social–ecological systems: Governance and collective action in Cali, Colombia,” *International Journal of the Commons*, vol. 18, no. 1, pp. 1–15, 2024, doi: 10.5334/ijc.1399.
- [33] C. Visintin, G. Garrard, W. Weisse, M. Baracco, R. Hobbs y S. Bekessy, “Designing cities for everyday nature,” *npj Urban Sustainability*, vol. 3, no. 15, pp. 1–11, 2023, doi: 10.1038/s42949-023-00065-9.
- [34] B. C. Sifuentes-Muñoz, S. Acosta-Salazar, Y. Gil-Golobart y B. Arellano-Ramos, “Adaptation to climate change through urban design: Evaluation of microclimates in Barcelona,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 90, p. 104215, 2023, doi: 10.1016/j.scs.2022.104215.
- [35] A. Paiva y P. Mala, “How urban design can promote connection to nature,” *Urban Planning*, vol. 8, no. 2, pp. 112–126, 2023, doi: 10.17645/up.v8i2.6301.
- [36] J. Figueroa, “Water traces and the construction of agricultural and urban landscapes: Watersheds as urban design factors,” *Environmental Science & Policy*, vol. 145, pp. 341–356, 2023, doi: 10.1016/j.envsci.2023.02.014.