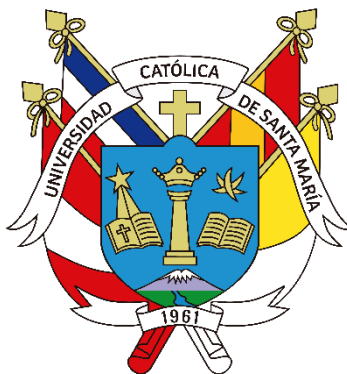


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Transición de sistemas de drenaje urbano tradicionales a sostenibles
utilizando Green Water Systems - un caso de estudio peruano**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Anco Valdivia, Johan Matías

ORCID: 0009-0009-2761-3708

Valencia Félix, Sebastián Enrique

ORCID: 0009-0003-2157-0715

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor (a):

Mg. Espinoza Vigil, Alain Jorge

ORCID: 0000-0003-2012-2462

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 06 de Noviembre del 2024

Dictamen: 011416-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 011416, presentado por:

2019247951 - VALENCIA FELIX SEBASTIAN ENRIQUE

2019801311 - ANCO VALDIVIA JOHAN MATIAS

Titulado:

**TRANSICIÓN DE SISTEMAS DE DRENAJE URBANO TRADICIONALES A SOSTENIBLES
UTILIZANDO GREEN WATER SYSTEMS - UN CASO DE ESTUDIO PERUANO**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

**29688899 - HIDALGO VALDIVIA ALEJANDRO VICTOR
DICTAMINADOR**



**23923450 - ARROYO AMBIA ARTURO FELIX
DICTAMINADOR**



**46309156 - MONTOYA VILLANUEVA FILIBERTO RODY
DICTAMINADOR**



Transición de sistemas de drenaje urbano tradicionales a sostenibles utilizando Green Water Systems - un caso de estudio peruano

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.mdpi.com Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	2%
4	rua.ua.es Fuente de Internet	1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	pavcowavin.com.co Fuente de Internet	<1%
8	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1%

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

La presente investigación fue financiada por el Vicerrectorado de Investigación

de la Universidad Católica de Santa María

al haber sido acreedores de S/ 100,000.00

como ganadores del Concurso Fondos para la Investigación 2023 – II.

Como resultado, el presente trabajo de tesis es una extensión del artículo:

“Review of Green Water Systems for Urban Flood Resilience: Literature and Codes”

publicado en la revista Water (SJR – Q1) por la editorial suiza MDPI

DOI: <https://doi.org/10.3390/w16202908>

Se muestra el artículo en la sección de “Author Contributions” la autoría respectiva

y en su totalidad de ambos autores de la presente tesis, demostrando que se trata

de la misma investigación y que fue realizada íntegramente por ambos tesisistas.

Las meticulosas revisiones por pares de la revista mencionada

se encuentran en el Anexo 01.

Dedicatoria

*Los autores dedican este magno esfuerzo a sus familias,
quienes apoyaron incondicionalmente a la realización de este trabajo,
el cual logró tener una relevancia mayor a la esperada.*

*Dedicado a la memoria de Luis Arturo Valencia Sanz
y la de Beatriz Sandoval Mayorga de Valdivia.*



Agradecimiento

Los autores agradecen a:

Ing. MSc. Alain Jorge Espinoza Vigil

Ing. Alejandro Víctor Hidalgo Valdivia.

Ing. Milagros Socorro Guillén Málaga

por su guía, amistad y apoyo incondicional.

*Al Ing. MSc. Michell Andree Fernández Velarde por sus recomendaciones y guía de
calidad.*

*Al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María, por
financiar esta investigación a partir de la “Evaluación de Proyectos del Concurso Fondo
para la Investigación 2023-II (Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3)” aprobado bajo la resolución 30248-
R-2024.*

RESUMEN

A medida que las ciudades crecen y evolucionan, la gestión del agua urbana se enfrenta a desafíos sin precedentes. Los sistemas de drenaje urbano tradicionales, diseñados para evacuar rápidamente el agua de lluvia, ya no son sostenibles. La urbanización y el cambio climático exacerbaban los problemas de inundaciones, contaminación y gestión hídrica.

Sin embargo, una nueva visión surge para transformar la gestión del agua urbana. Los Green Water Systems (GWS), por sus siglas en inglés, ofrecen una solución innovadora, mimetizando procesos naturales para gestionar el agua de lluvia, mediante la implementación de infraestructura verde, como jardines de lluvia, techos verdes y sistemas de recolección de agua de lluvia.

La transición hacia un drenaje urbano sostenible comienza con la integración de estrategias de diseño urbano innovadoras, a partir de la incorporación de espacios verdes, áreas de infiltración para reducir la escorrentía y mejorar la calidad del agua.

Para abordar estos desafíos, la presente investigación realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente de GWS. Esta revisión sistemática de literatura identificó las mejores prácticas y estrategias para implementar GWS de manera efectiva, considerando factores como la eficiencia, la escalabilidad y la aceptación social.

Los hallazgos destacan la importancia de:

- Integrar estrategias de diseño urbano innovadoras para reducir la escorrentía y mejorar la calidad del agua.
- Implementar tecnologías de gestión del agua eficientes, como sistemas de recolección y tratamiento de agua de lluvia.

- Fomentar la educación y conciencia comunitaria para promover una cultura de responsabilidad y cuidado del agua.
- Establecer políticas y regulaciones que apoyen la adopción de GWS, incluyendo incentivos económicos y estándares de diseño.

Además, la investigación logró una definición estandarizada de GWS, una revisión de guías de diseño y normas relacionadas con Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) con el fin de lograr una propuesta de parámetros de diseño. La transición hacia un drenaje urbano sostenible es un proceso continuo que requiere compromiso, innovación y colaboración. Los GWS presentan una visión prometedora para un futuro más resiliente y sostenible en la gestión del agua urbana.

Palabras claves:

Sistemas de agua verde, infraestructura azul-verde, sistemas urbanos de drenaje sostenible, códigos de diseño, sistemas urbanos de drenaje, infraestructura verde-gris, resiliencia ante inundaciones urbanas, soluciones basadas en la naturaleza, búsqueda sistemática.

ABSTRACT

As cities grow and evolve, urban water management faces unprecedented challenges. Traditional drainage systems designed to rapidly evacuate rainwater are no longer sustainable. Urbanization and climate change exacerbate flooding, pollution and water scarcity issues.

However, a new vision emerges to transform urban water management. Green Water Systems (GWS) offer an innovative solution, mimicking natural processes to manage rainwater. This is achieved through the implementation of green infrastructure, such as rain gardens, green roofs, and rainwater harvesting systems.

To address these challenges, the research conducted an exhaustive review of existing literature on GWS. This systematic literature review identified best practices and strategies for effective GWS implementation, considering factors like efficiency, scalability and social acceptance.

The findings highlight the importance of:

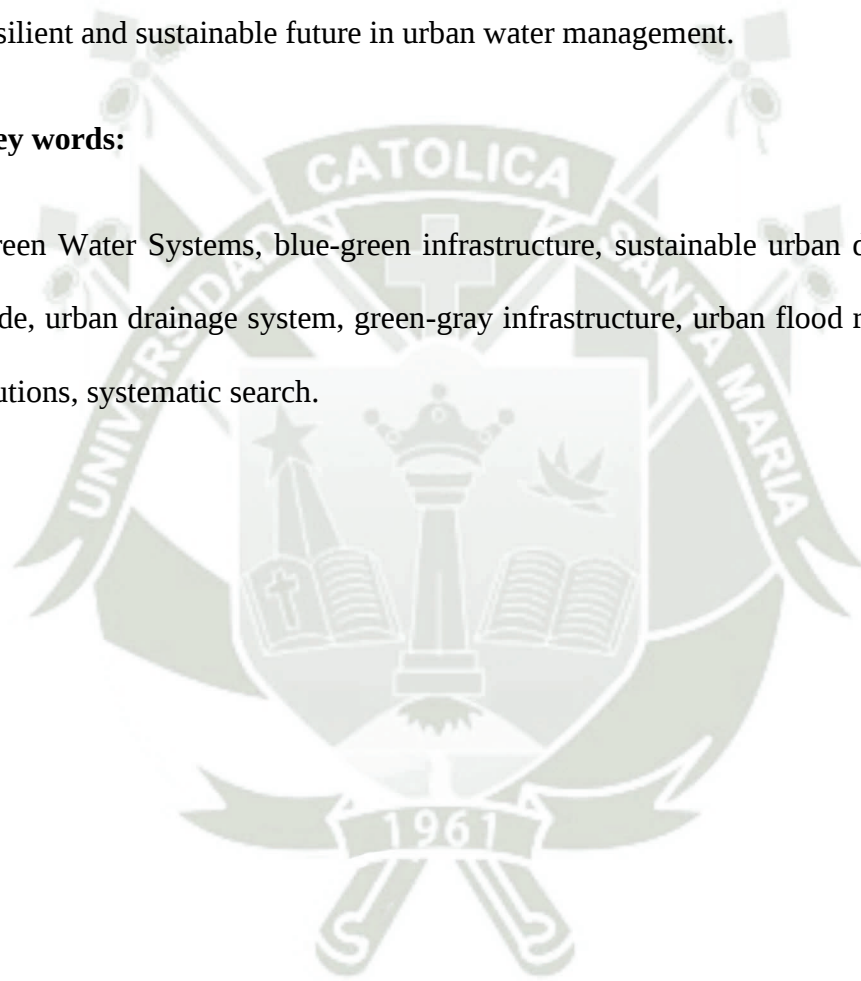
- Integrating innovative urban design strategies to reduce runoff and improve water quality.
- Implementing efficient water management technologies, such as rainwater collection and treatment systems.
- Fostering community education and awareness to promote a culture of water responsibility and care.
- Establishing policies and regulations supporting GWS adoption, including economic incentives and design standards.

Additionally, the research achieved a standardized definition of GWS and a comprehensive review of design guidelines and norms related to Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS).

The transition to sustainable urban drainage is an ongoing process requiring commitment, innovation and collaboration. Green Water Systems offer a promising vision for a more resilient and sustainable future in urban water management.

Key words:

Green Water Systems, blue-green infrastructure, sustainable urban drainage systems, design code, urban drainage system, green-gray infrastructure, urban flood resilience, nature-based solutions, systematic search.



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN _____ **1**

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO _____ **3**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____ **3**

Problemática _____ **3**

Problema General _____ **5**

Problemas Específicos _____ **5**

JUSTIFICACIÓN _____ **5**

OBJETIVOS _____ **7**

Objetivo General _____ **7**

Objetivos Específicos _____ **7**

HIPÓTESIS _____ **8**

Hipótesis General _____ **8**

Hipótesis Específicas _____ **8**

VARIABLES _____ **8**

Variables Independientes _____ **8**

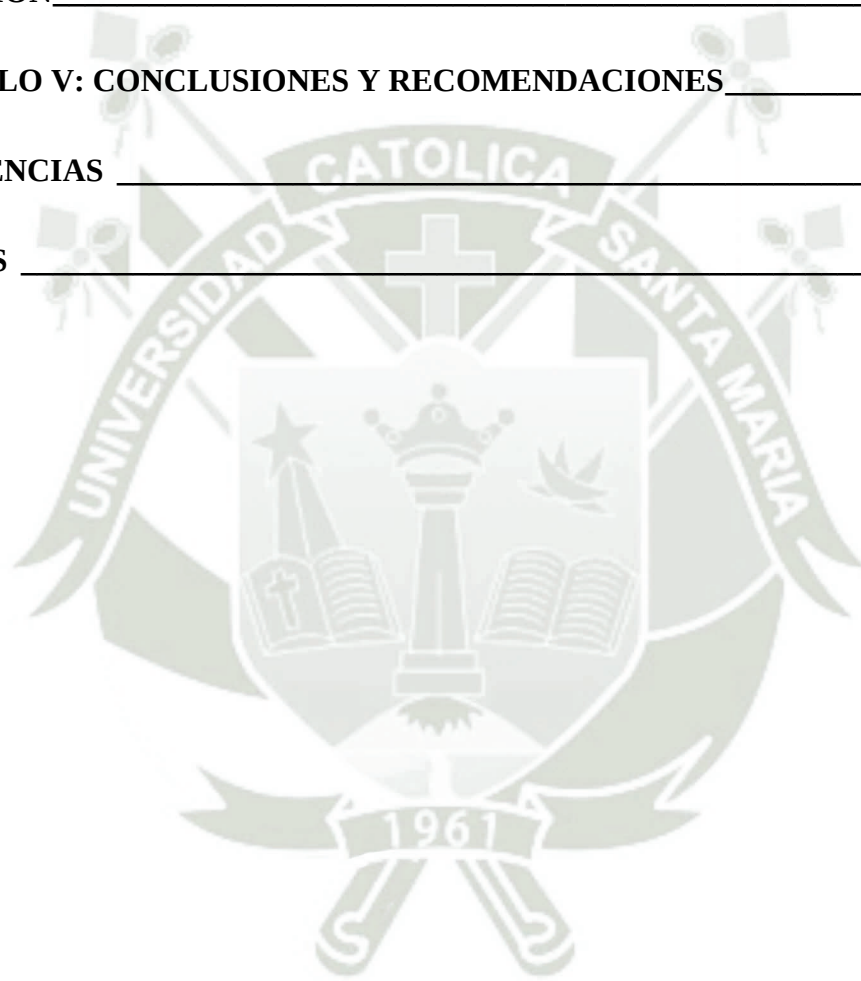
Variables Dependientes _____ **8**

CUADRO DE CONSISTENCIA _____ **8**

ALCANCES _____ **9**

LIMITACIONES	10
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	12
MARCO TEÓRICO	12
SUDS	12
SbN	12
Blue-Green Infrastructure	12
Green-Grey Infrastructure	13
Blue-Green-Grey Infrastructure	13
ESTADO DEL ARTE	13
MARCO LEGAL	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	16
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	16
Búsqueda de literatura	16
Selección de artículos	16
Análisis de contenido	16
Categorización y codificación	17
Validación y verificación	17
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	17
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	18
ESQUEMA METODOLÓGICO	18
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
REVISIÓN DE LITERATURA	19

GWS: DEFINICIÓN PROPUESTA	31
CÓDIGOS DE DISEÑO: SUDS	35
REVISIÓN INTERNACIONAL DE LAS NORMATIVAS SUDS	36
APLICACIÓN EN UN CONTEXTO PERUANO	39
DISCUSIÓN	44
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	55
ANEXOS	83

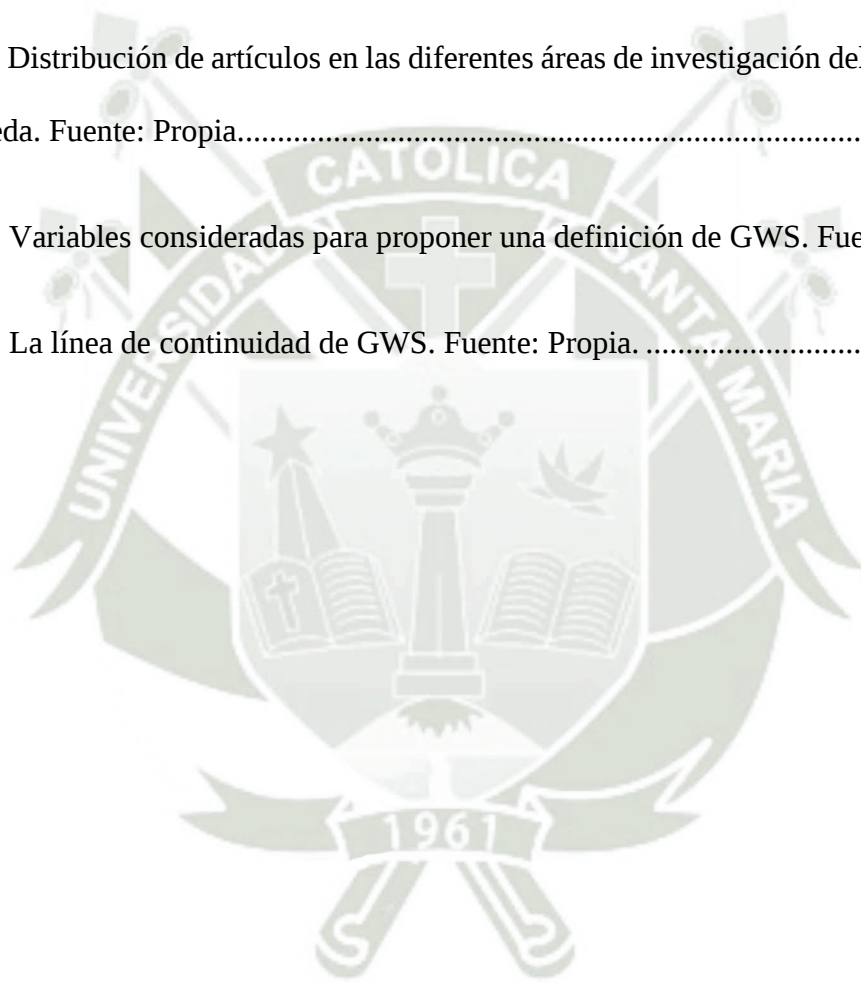


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Justificación de la investigación.	6
Tabla 2: Cuadro de consistencia.....	9
Tabla 3: Distribución de artículos en países que tienen al menos un artículo relacionado con GWS.	22
Tabla 4: Revistas consultadas y su categorización por indicadores.....	22
Tabla 5: Distribución de 38 artículos analizados según sus áreas de estudio.	23
Tabla 6: Pilares y componentes clave de los GWS para la mitigación de inundaciones urbanas y la gestión sostenible del agua.	32
Tabla 7: Distribución de los tipos de SUDS en clima y economía en las guías normativas de los países estudiados.....	35
Tabla 8: Distribución de los tipos de SUDS en las guías y/o normativas estudiadas.	36
Tabla 9: Revisión de los parámetros de diseño de áreas de bioretención en países que las incluyen.	38
Tabla 10: Parámetros de diseño propuestos.	39
Tabla 11: Características de cada país estudiado.	40
Tabla 12: Características y valores recomendados para cada región natural.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Métodos de investigación empleados. Fuente: Propia.	18
Figura 2: Diagrama de flujo para revisión de literatura basada en (Khodadat et al., 2023)...	21
Figura 3: Número de documentos por país asignados a esta búsqueda. Fuente: Propia.....	25
Figura 4: Distribución de artículos en las diferentes áreas de investigación del segundo modelo de búsqueda. Fuente: Propia.....	27
Figura 5: Variables consideradas para proponer una definición de GWS. Fuente: Propia.....	33
Figura 6: La línea de continuidad de GWS. Fuente: Propia.	45



INTRODUCCIÓN

Los sistemas de drenaje urbano (SDU) son esenciales para la gestión de las aguas pluviales, ya que contribuyen al desarrollo urbano al hacer frente a la creciente incidencia de inundaciones causadas por tormentas intensas, que a menudo están vinculadas al cambio climático. Esto provoca un aumento de la escorrentía superficial y la saturación de las redes de drenaje, lo que provoca daños a la propiedad, la infraestructura y el medio ambiente. En particular, las inundaciones urbanas se producen debido a la capacidad insuficiente de los sistemas de drenaje tradicionales basados en Infraestructura Gris (GrI), por ejemplo, van Oorschot et al. (2024) se refieren a ellos como elementos urbanos construidos por los seres humanos que impactan el medio ambiente local. Esto genera una creciente preocupación debido a la densificación urbana, el crecimiento de la población y el aumento de superficies impermeables.

Los SDU generalmente no están diseñados para manejar la escorrentía de tormentas extremas, lo que limita su efectividad como herramienta para combatir las inundaciones urbanas. Esta limitación está relacionada con el tipo de SDU, así como con las características espaciales y las variaciones dentro de una ciudad (Mobini et al., 2020). En Europa, estos sistemas están diseñados para eventos de lluvia con períodos de retorno específicos. Sin embargo, existe una brecha significativa entre la protección esperada y el riesgo real de inundaciones extremas, ya que estos eventos pueden ocurrir en cualquier parte de una ciudad. Esto resalta la necesidad de un análisis exhaustivo de los peligros y riesgos que incluya tanto los factores naturales como el entorno construido (Schmitt & Scheid, 2020). En otras partes del mundo, como América del Norte y América Latina, el crecimiento de la población, la vulnerabilidad y la falta de comprensión de la infraestructura urbana sostenible exacerban los riesgos de inundaciones urbanas. En base a ello, Arosio et al. (2020) argumentan que la

gestión de inundaciones urbanas se ve comprometida por la falta de datos precisos y modelos apropiados, lo que perjudica la provisión de servicios esenciales durante y después de eventos extremos. Además, Rodríguez-Rojas et al. (2024) enfatizan la necesidad de cerrar la brecha en los sistemas de drenaje sostenibles mediante la integración de SUDS (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible) que repliquen el ciclo hidrológico natural, incluida la infiltración, retención y reutilización del agua.

La incorporación de estos sistemas en regulaciones y leyes a menudo se desarrolla de manera general y carece de medidas regulatorias específicas. Por lo tanto, es fundamental mejorar la infraestructura de drenaje urbano y adoptar estrategias eficaces de gestión de inundaciones para mejorar la resiliencia urbana y mitigar los impactos adversos, especialmente en América Latina.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problemática

En los últimos 50 años, los fenómenos meteorológicos extremos han aumentado su frecuencia debido al cambio climático (OMM, 2021). Según el Atlas de la ONU en el año 2021 sobre mortalidad y pérdidas económicas causadas por estos eventos, entre 1970 a 2019 se registraron más de 11,000 desastres a nivel mundial, resultando en cerca de 2 millones de muertes y pérdidas económicas de 3.64 billones de dólares. Las inundaciones, en particular, causaron 58,700 muertes, representando el 34% de incidencia en relación a otras catástrofes.

Uno de los fenómenos meteorológicos que ha afectado notoriamente con el paso del tiempo es “El Niño”, cuya presencia fue confirmada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA) en el 2023. Este evento se caracteriza por su prolongada durabilidad e impacto, elevando las temperaturas océano-atmosféricas por encima de lo normal. Para el 2024, se espera que el fenómeno se extienda hasta el verano con una probabilidad del 82%. Esto conllevaría a un aumento en la frecuencia e intensidad de fuertes precipitaciones. Además, se estima que, para el año 2030, 180 millones de personas se verán afectadas por las inundaciones considerando que, en los últimos 20 años, 1650 millones de personas en todo el mundo sufrieron el impacto de inundaciones.

Perú es uno de los países más vulnerables al cambio climático, debido a su geografía, influenciada por la cordillera de los Andes y la costa del Pacífico. Cada tres a seis años, el

país experimenta el fenómeno El Niño Costero, que trae consigo aguas más cálidas y lluvias intensas especialmente en el norte. Estas lluvias pueden generar inundaciones, deslizamientos de tierra y daños a la infraestructura existente. En 2023, El Niño Costero de gran magnitud causó inundaciones y deslizamientos en cientos de distritos de la costa norte y sierra. En mayo, se registraron 50 muertes, 8000 personas damnificadas, 1300 viviendas destruidas y 640 kilómetros de carreteras afectadas.

En febrero de 2023, el SENAMHI detectó la formación de un ciclón tropical a lo largo de la costa norte y central del Perú, denominado ciclón “Yaku”, vinculado al calentamiento de la temperatura superficial del mar. Este ciclón ha generado el colapso de ríos y la presencia de inundaciones en distintas zonas del norte del Perú, incluyendo Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Las proyecciones para finales de 2024 predicen intensas lluvias que podrían replicar las condiciones a principios del 2023, empeorando la situación de las poblaciones vulnerables (ONU, 2023). Además, según el SENAMHI (2023), 14 departamentos peruanos, incluyendo Lima, Cajamarca, Áncash y Arequipa están en mayor riesgo de huaicos, mientras que Piura, Ica y Cajamarca enfrentan mayor exposición a inundaciones. De acuerdo con CENEPRED (2023), 1.4 millones de peruanos se encuentran en situación de riesgo ante este pronóstico.

La ciudad de Arequipa también ha sido afectada. A inicios de 2023, las intensas lluvias provocaron inundaciones en zonas clave, colapsando desagües y afectando la movilidad. La falta de un sistema de drenaje pluvial adecuado ha exacerbado esta problemática, como lo señaló Dante Mormontoy, gerente de operaciones de SEDAPAR, destacó que los distritos más afectados son Paucarpata, Miraflores, Socabaya, Alto Selva Alegre y José Luis Bustamante y Rivero. Esta situación subraya la necesidad de un sistema integral de aguas pluviales en Arequipa. Por ello, esta investigación tomará a la ciudad como

caso de estudio, ya que las inundaciones demuestran que el sistema de drenaje tradicional es insuficiente para la actual demanda (Campos Rimachi, 2023).

Problema General

¿Cómo desarrollar un marco de referencia efectivo para la planificación y diseño de GWS en Perú?

Problemas Específicos

- ¿Cuál es la definición estandarizada de GWS?
- ¿Cuáles son los parámetros de diseño óptimos para GWS en Perú?
- ¿Cuáles son las tendencias, oportunidades y desafíos actuales en la implementación de GWS?

JUSTIFICACIÓN

El uso de Green Water Systems (GWS) en el contexto de la resiliencia urbana ante inundaciones se justifica debido a las crecientes amenazas de desastres naturales vinculadas al cambio climático y la urbanización acelerada. Las ciudades están enfrentando eventos de lluvias más intensas y frecuentes, lo que aumenta el riesgo de inundaciones urbanas debido a la incapacidad de los sistemas tradicionales de drenaje (infraestructura gris) para manejar el volumen de escorrentía pluvial. Estos sistemas son insuficientes, lo que genera inundaciones recurrentes que afectan infraestructuras, propiedades y la vida de las personas.

Los Green Water Systems, integrados con Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), proponen una alternativa sostenible y efectiva. Su justificación se basa en:

- Reducción del impacto ambiental mediante el uso de infraestructura verde que ayuda a mejorar la infiltración del agua, disminuir la escorrentía y proteger los recursos hídricos.
- Mejora de la calidad de vida al mitigar los efectos de las inundaciones en las zonas urbanas densas, además de la reducción de costos asociados a la reparación de infraestructuras dañadas.
- Resiliencia a largo plazo, ya que los GWS son capaces de adaptarse mejor a eventos climáticos extremos, ofreciendo una solución más sostenible frente a los desafíos del cambio climático.
- Beneficios sociales y económicos, como la generación de empleos en la implementación y mantenimiento de las infraestructuras verdes, así como la mejora del entorno urbano.

La **Tabla 1** responde a la justificación integral basada en el aspecto social, económico, tecnológico, político y ambiental.

Tabla 1: Categorías de Justificación.

Categoría	Descripción
Social	Los GWS contribuyen a la mejora de la calidad de vida, reduciendo la vulnerabilidad de las poblaciones ante inundaciones y fomentando espacios urbanos más verdes y saludables. También promueven la participación comunitaria y el desarrollo de una mayor conciencia ambiental.
Económica	Implementar GWS genera ahorros a largo plazo al reducir los costos de reparación de infraestructura dañada por inundaciones. Además, fomenta la inversión en tecnologías sostenibles, genera empleos en la construcción y mantenimiento de sistemas verdes. También mejora el valor de las propiedades en áreas urbanas mejor gestionadas hídricamente.
Tecnológica	Los GWS emplean tecnologías sostenibles como techos verdes, bioretención y pavimentos permeables, que son adaptables y pueden integrarse con sistemas de control

	automatizado para una gestión eficiente del agua pluvial. Estas tecnologías permiten una respuesta más eficiente ante eventos de lluvias extremas.
Política	La implementación de GWS responde a la necesidad de una política pública orientada hacia la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático. Fomenta la creación de marcos regulatorios que integren SbN y soluciones de drenaje urbano sostenible en las ciudades. Estas políticas pueden apoyar compromisos internacionales en temas climáticos.
Ambiental	Los GWS promueven la restauración del ciclo hidrológico natural, reduciendo la escorrentía y facilitando la infiltración del agua. Al reducir la presión sobre los sistemas de drenaje convencionales, disminuyen la contaminación de cuerpos de agua y mejoran la biodiversidad en áreas urbanas. Además, contribuyen a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante la absorción de carbono en espacios verdes.

Esta tabla proporciona una justificación integral que abarca las múltiples dimensiones que hacen viable la implementación de los GWS en contextos urbanos vulnerables a las inundaciones.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un marco de referencia para la planificación y diseño de GWS en Perú.

Objetivos Específicos

- Establecer una definición estandarizada de GWS.
- Desarrollar parámetros de diseño específicos de GWS para Perú.
- Revisar y analizar la literatura existente sobre GWS para identificar tendencias, oportunidades y desafíos.

HIPÓTESIS

Hipótesis General

El marco de referencia desarrollado para la planificación y diseño de GWS en Perú mejorará la eficiencia y sostenibilidad del uso del agua.

Hipótesis Específicas

- La definición estandarizada de GWS para Perú será efectiva para guiar la implementación.
- Los parámetros de diseño desarrollados reducirán la escorrentía superficial.
- El marco de referencia desarrollado contribuirá a una gestión más eficiente de agua pluvial.

VARIABLES

Variables Independientes

- Implementación de GWS según el marco de referencia desarrollado.

Variables Dependientes

- Eficacia del sistema.
- Sostenibilidad ambiental.
- Eficiencia operativa.

CUADRO DE CONSISTENCIA

La **Tabla 2** muestra el cuadro de consistencia dividido en seis partes: problemas, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones y metodología.

Tabla 2: Cuadro de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
<i>Problema general</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>Hipótesis general</i>	<i>Variables independientes</i>		<i>Métodos de investigación</i>
¿Cómo desarrollar un marco de referencia efectivo para la planificación y diseño de GWS en Perú?	Desarrollar un marco de referencia para la planificación y diseño de GWS en Perú.	El marco de referencia desarrollado para la planificación y diseño de GWS en Perú mejorará la eficiencia y sostenibilidad del uso del agua.	Implementación de GWS según el marco de referencia desarrollado.	Diseño tecnológico, Costo y financiamiento, impacto ambiental, políticas y regulaciones	Los métodos de investigación empleados fueron llevados a cabo mediante 5 fases: búsqueda de literatura, selección de artículos, análisis de contenido, categorización y codificación, validación y verificación.
<i>Problemas específicos</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Hipótesis específicas</i>	<i>Variables dependientes</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Tipo de investigación</i>
¿Cuál es la definición estandarizada de GWS?	Establecer una definición estandarizada de GWS.	La definición estandarizada de GWS para Perú será efectiva para guiar la implementación.	Eficacia del sistema	Reducción de costos operativos.	La investigación es de tipo documental, bibliográfica y sistemática.
¿Cuáles son los parámetros de diseño óptimos para GWS en Perú?	Desarrollar parámetros de diseño específicos de GWS para Perú.	Los parámetros de diseño desarrollados reducirán la escorrentía superficial.	Sostenibilidad ambiental	Mejora en la calidad del agua, incremento en la biodiversidad local.	Nivel de investigación
¿Cuáles son las tendencias, oportunidades y desafíos actuales en la implementación de GWS?	Revisar y analizar la literatura existente sobre GWS para identificar tendencias, oportunidades y desafíos.	El marco de referencia desarrollado contribuirá a una gestión más eficiente de agua pluvial.	Eficiencia operativa	Calidad del monitoreo y evaluación.	Diseño de investigación
					El diseño de la investigación es no experimental.

El presente cuadro proporciona un marco claro y estructurado para abordar la investigación.

ALCANCES

El proyecto de implementación de GWS en ciudades peruanas tiene un amplio alcance, ya que busca desarrollar un marco regulatorio específico que permita la adopción

de SbN y SUDS, contribuyendo a mejorar la resiliencia urbana ante inundaciones. A través de la integración de infraestructura verde, como techos verdes y zonas de bioretención, los GWS no solo mejorarán la gestión de aguas pluviales, sino que también optimizarán la reutilización del agua, disminuyendo el riesgo de escorrentía y protegiendo los recursos hídricos. Además, este enfoque permitirá mitigar los efectos del cambio climático, haciendo que las ciudades sean más sostenibles y habitables, al tiempo que se mejora la biodiversidad y la calidad del aire. La investigación tiene el potencial de ser replicada en otras ciudades de Perú y América Latina, proporcionando una solución escalable que responde a las necesidades locales de adaptación climática y desarrollo sostenible, contribuyendo a crear ciudades más resilientes, eficientes y preparadas para futuros desafíos hídricos y climáticos.

LIMITACIONES

La implementación de GWS en Perú enfrenta diversas limitaciones que podrían dificultar su adopción. En primer lugar, la alta densidad de infraestructura en las áreas urbanas limita el espacio disponible para desarrollar soluciones como zonas de bioretención o jardines de lluvia, lo que requiere una planificación cuidadosa para identificar áreas subutilizadas. Además, aunque los GWS ofrecen ahorros a largo plazo, su implementación inicial puede ser costosa, y el financiamiento puede ser un obstáculo en ciudades con recursos limitados. También existe una resistencia al cambio por parte de autoridades, comunidades y desarrolladores urbanos, debido a la falta de conocimiento sobre los beneficios de estos sistemas, lo que podría retrasar su aceptación. Asimismo, la falta de una normativa clara y específica en Perú para la infraestructura verde y los SUDS genera vacíos regulatorios que complican su implementación. A esto se suma la limitada capacidad técnica en el país, donde hay una carencia de profesionales especializados en la ingeniería de infraestructura sostenible. Finalmente, la variabilidad climática y geográfica de Perú, con

climas y tipos de suelo muy diversos, implica que los GWS necesitarán adaptaciones específicas para cada región, lo que podría dificultar la replicabilidad de las soluciones propuestas en todo el país.



CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

SUDS

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son una innovadora alternativa para gestionar las aguas pluviales, restaurando procesos hidrológicos naturales a través de la laminación, filtración e infiltración. Actúan en el punto de contacto entre lluvia y superficies urbanas, reteniendo e infiltrando la escorrentía de manera descentralizada. Esto reduce el riesgo de inundaciones y mejora la calidad del agua. Además, los SUDS ofrecen zonas verdes y espacios para mejorar la biodiversidad, aumentando la calidad de vida de los ciudadanos (Ajuntament de Valencia, 2021).

SbN

Son soluciones basadas en la naturaleza, aquellas que resuelven desafíos urbanos, proporcionando beneficios económicos, ambientales y sociales, fortaleciendo la resiliencia. (Ajuntament de Valencia, 2021). Imitan, emulan o restauran los procesos naturales para proporcionar beneficios a la sociedad y el medio ambiente. Pueden incluir: restauración de ecosistemas, protección de biodiversidad, agricultura sostenible, gestión de recursos hídricos, urbanismo sostenible, sistemas de drenaje sostenibles, infraestructura verde.

Blue-Green Infrastructure

Es una estrategia urbana que combina la naturaleza y la tecnología para abordar desafíos ambientales y mejorar la calidad de vida. Consiste en soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como jardines de lluvia, techos verdes, parques de inundación y ríos

urbanos restaurados, que reducen la escorrentía, mejoran la calidad del agua y ofrecen beneficios adicionales como mejora del aire, reducción del ruido, incremento de la biodiversidad y espacios de recreación. Esto permite diseñar ciudades más sostenibles, resilientes y saludables.

Green-Grey Infrastructure

Es una estrategia urbana híbrida que combina soluciones basadas en la naturaleza basadas en Green Infrastructure (GI) con tecnologías convencionales (GrI), para abordar desafíos ambientales y mejorar la resiliencia urbana. Esta aproximación integra elementos como jardines de lluvia, techos verdes con infraestructuras tradicionales como alcantarillados, bombeos y tratamientos de agua, para crear sistemas más eficientes, sostenibles y resilientes. Esto permite optimizar los beneficios de ambas aproximaciones.

Blue-Green-Grey Infrastructure

Es una estrategia urbana integral que combina soluciones basadas en la naturaleza (BI & GI) con tecnologías convencionales (GrI), para abordar desafíos ambientales y mejorar la resiliencia urbana. Esta aproximación integra elementos azules (ríos, lagos, océanos), elementos verdes (parques, jardines, techos verdes) e infraestructuras grises (alcantarillados, bombeos, sistemas urbanos de drenaje).

ESTADO DEL ARTE

Dado que la investigación realizada en este estudio se centra en la búsqueda sistemática de artículos, se decidió reorganizar la estructura tradicional del documento. En consecuencia, la sección de Estado del Arte se ha integrado en el Capítulo de Resultados y Discusión. Esta decisión se tomó para reflejar de manera más efectiva la naturaleza de la

investigación, que se enfoca en la síntesis y análisis de la literatura existente. Al combinar estas secciones, se facilita una discusión más coherente y detallada de los hallazgos y su relación con el contexto actual de la investigación.

MARCO LEGAL

En cuanto a la normativa nacional, se muestra aquella que brinda opciones similares a los sistemas de este estudio:

- La norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

Cabe señalar que Perú no cuenta con normas que estipulen el uso de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS).

Sin embargo, debido a la frecuencia con la que se usan este tipo de sistemas en distintas partes del mundo, actualmente se cuenta con una normativa internacional que brinda parámetros de diseño, las cuales son:

- Reino Unido: The SUDS Manual (C753) (CIRIA, 2015).
- Colombia: EAAB—Norma Técnica de criterios para diseño y construcción de sistemas urbanos de drenaje sostenible (NS-166) (EEAB, 2018).
- El Salvador: Guía Técnica para el diseño de SUDS (Salvador, 2021).
- Canada: Guide de Gestion des eaux pluviales (Ministère de l'Environnement, 2024).
- Malaysia: Urban Stormwater Management Manual (Government of Malaysia, 2012).

- España: Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
(Ajuntament de Valencia, 2021).



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Búsqueda de literatura

El estudio llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas (Web of Science, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar) utilizando palabras claves relacionadas con Green Water Systems. Esta información se encuentra detallada en el **Anexo 2**.

Selección de artículos

Se seleccionó aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios:

- Estudios empíricos y teóricos relacionados con sistemas de agua verde.
- Artículos que abordan aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.
- Estudios que evalúan la eficacia y eficiencia de los sistemas de agua.

Análisis de contenido

Se realizó un análisis de contenido para identificar patrones y tendencias en la literatura, donde se evaluaron aspectos como:

- Tipología de sistemas de agua verde (sistemas de recolección de agua de lluvia, sistemas de tratamiento de agua).
- Tecnologías y materiales utilizados (materiales sostenibles, tecnologías de tratamiento de agua).
- Impactos ambientales y sociales (reducción de la contaminación, aumento de la biodiversidad).

- Costos y beneficios económicos (costos de implementación, beneficios económicos a largo plazo).

Categorización y codificación

Se categorizó y codificó la información recopilada para facilitar el análisis y la síntesis de los resultados. Se utilizaron categorías como:

- Tipo de sistema de agua verde.
- Tecnología utilizada.
- Impacto ambiental.
- Costo económico.

Validación y verificación

Se verificó la precisión y consistencia de los resultados mediante:

- La revisión de expertos en el campo de la ingeniería civil y ambiental, además de la gestión del agua pluvial.
- La comparación con estudios previos sobre sistemas de agua verde.

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Este estudio corresponde a una investigación documental, bibliográfica y sistemática, con un enfoque cualitativo y cuantitativo. El nivel de investigación es descriptivo y analítico, debido a que busca describir y analizar la literatura existente sobre sistemas de agua verde, identificando tendencias, oportunidades y desafíos en su implementación.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un diseño no experimental, que busca analizar y sintetizar la literatura existente sobre sistemas de agua verde.

ESQUEMA METODOLÓGICO

La **Figura 1** muestra el procedimiento de la investigación junto con los métodos propuestos.

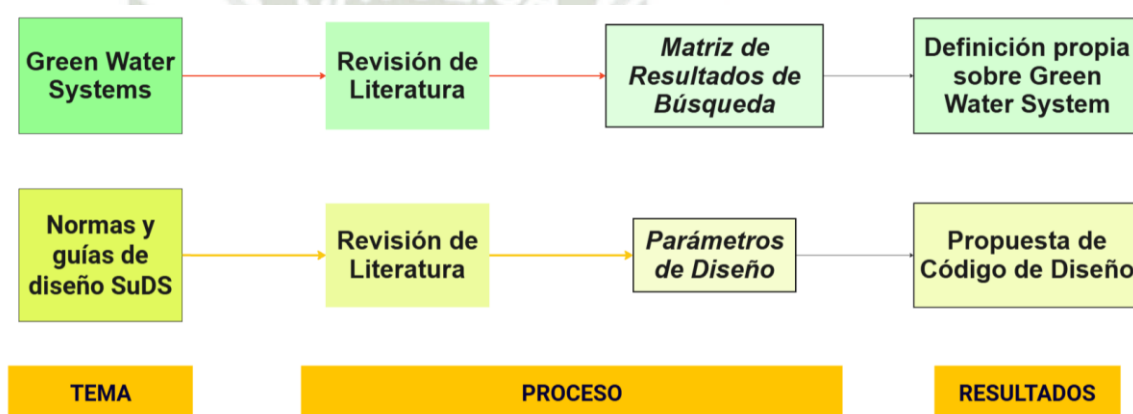


Figura 1: Métodos de investigación empleados. Fuente: Propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

REVISIÓN DE LITERATURA

Scopus y Web of Science (WoS) son consideradas dos de las bases de datos más rigurosas del mundo, Zhu and Liu (2020) afirman que esto se debe a que atraen a diferentes países, disciplinas e investigadores para publicar sus investigaciones. Además, según Martín-Martín et al. (2018), se destacan por la correcta cobertura de la indexación y la búsqueda confiable de información. En este trabajo, se seleccionaron ambos motores de búsqueda ya que ofrecen diferentes resultados para ser analizados. Si bien la información recuperada de Scopus fue relevante y variada, el objetivo fue comprender cómo múltiples autores describen los GWS, ya que esto permite una perspectiva más amplia y un enfoque más completo del tema. Por su parte, WoS ofreció resultados de búsqueda alineados con el objetivo de lograr UFR, ya que contenía artículos que abordaban temas como gestión sostenible del agua urbana, infraestructura verde y azul, desarrollo sostenible, construcción de espacios verdes, tecnología verde, seguridad hídrica y sistemas de infraestructura hídrica verde. Sin embargo, no existe una definición precisa de qué son los Sistemas de Agua Verde (GWS), por lo que se requirió un análisis detallado de cómo los autores interpretaron y definieron estos sistemas. Además, se realizó un análisis comparativo de la normativa internacional sobre SUDS, con el objetivo de adaptar estas directrices al contexto peruano. Se examinaron códigos de diseño de varios países con diferentes climas y economías, con un enfoque en las áreas de bioretención como parte de los GWS. En base a este análisis, se proponen parámetros de diseño específicos para Perú, adaptados a sus condiciones

climáticas y geográficas, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad y la gestión del agua pluvial urbana.

La revisión de la literatura se realizó utilizando operadores de búsqueda específicos que ofrecen los motores de búsqueda, con el objetivo de encontrar artículos relacionados con GWS. En primer lugar, se utilizó la consulta “*Green Water Systems*” OR “*Green Water System*”, recuperando 38 artículos para su análisis. Posteriormente, se realizó una búsqueda ampliada utilizando la combinación “*Green AND Water AND Systems OR System*”, que arrojó 32.431 resultados. Estos resultados se filtraron por temas de interés o palabras clave como (urbano, inundación, drenaje), el área de estudio (ciencias ambientales, ingeniería) y el tipo de documento, seleccionando solo artículos científicos. Como resultado de este proceso de filtrado, se obtuvo 99 artículos que fueron considerados para su análisis. Cabe señalar que ambas cadenas de búsqueda cubren un período de resultados de 1999 a 2024. Este proceso se ilustra en la **Figura 2**.

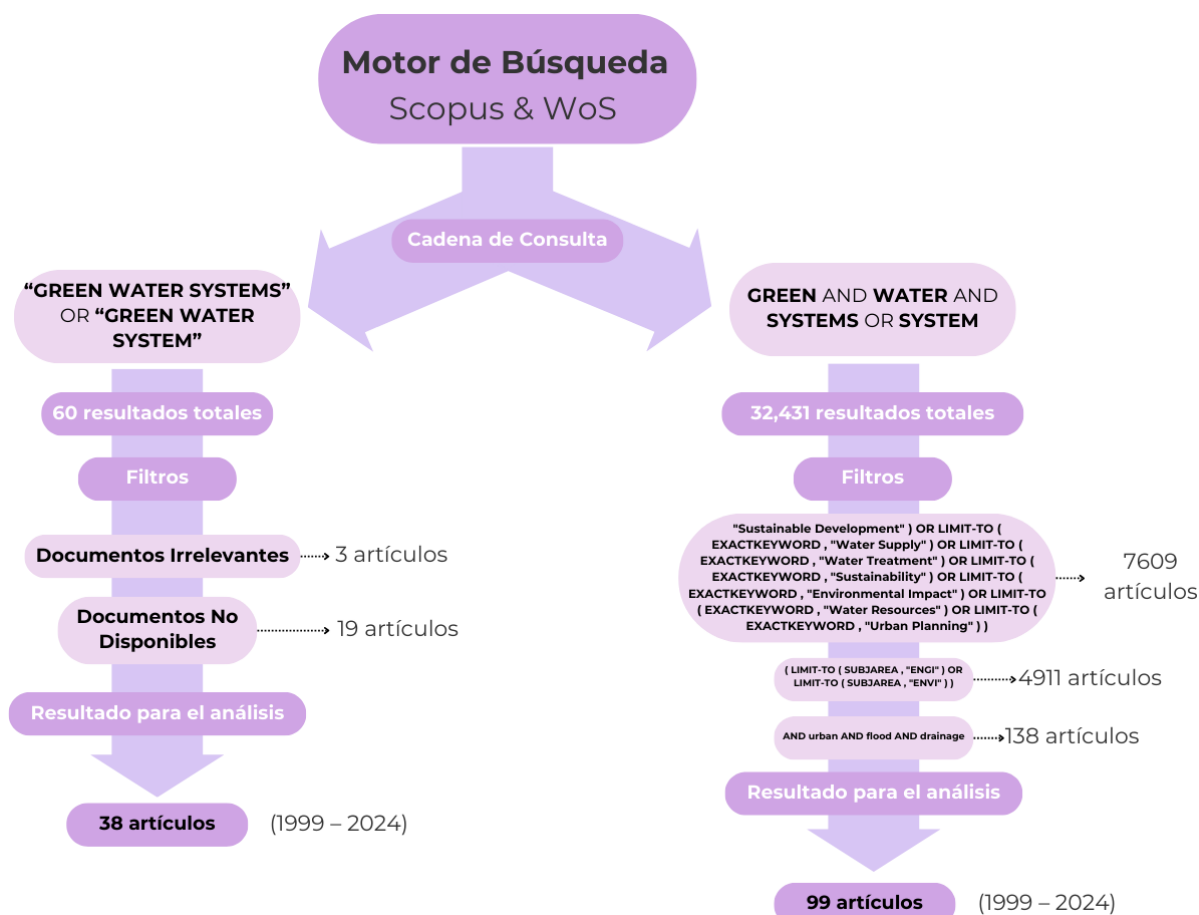


Figura 2: Diagrama de flujo para revisión de literatura basada en (Khodadad et al., 2023).

De los 137 artículos seleccionados para el análisis, que se centran exclusivamente en el tema principal de los “Sistemas de Agua Verde” (GWS), la mayoría se relaciona con herramientas sostenibles para combatir las inundaciones urbanas. Para el primero modelo de búsqueda, un porcentaje significativo de estos estudios abordan temas de acuicultura y ciencias marinas, mientras que un número menor se centra en áreas como la agricultura y la ecología química. Esta distribución refleja las diversas aplicaciones y enfoques dentro del campo de los GWS, destacando la importancia de este concepto en diferentes contextos científicos y geográficos.

La **Tabla 3** muestra la distribución de los artículos analizados según su país de origen, lo que permite identificar las regiones del mundo donde la investigación sobre GWS

es más activa y cómo se orienta hacia diferentes áreas de estudio en el primer modelo de búsqueda.

Tabla 3: Distribución de artículos en países que tienen al menos un artículo relacionado con GWS.

País	Documentos
Australia	2
Brasil	5
Egipto	1
España	1
E.E.U.U.	6
Filipinas	2
Grecia	1
India	9
Irán	3
Malasia	3
Perú	2
Suecia	1
Tailandia	1
Vietnam	1
Total	38

En la **Tabla 4** se muestran las revistas en las que se publicaron trabajos relacionados con GWS, presentando resultados respecto a la línea de investigación en acuicultura, ciencias marinas, ecología química, agrotecnología, farmacia y sustentabilidad ambiental, además de agregar un indicador para el desarrollo de la **Tabla 5**.

Tabla 4: Revistas consultadas y su categorización por indicadores.

Revista Científica	ID	Cuartil
Aquaculture International	R1	Q2
Algal Research	R2	Q1
Applied Biochemistry and Biotechnology	R3	Q2
Aquaculture	R4	Q1
Aquaculture International	R5	Q2
Aquaculture Nutrition	R6	Q1
Aquaculture Reports	R7	Q1
Aquaculture Research	R8	Q2
Comparative Biochemistry and Physiology—Part A: Molecular and Integrative Physiology	R9	Q1
Developmental and Comparative Immunology	R10	Q3
Environmental Science: Water Research and Technology	R11	Q1
Fisheries Science	R12	Q3
Food Security	R13	Q1
Indian Journal of Fisheries	R14	Q4
International Journal of Agriculture and Biology	R15	Q3
Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh	R16	Q3
Journal of Green Building	R17	Q2
Journal of Sustainability Science and Management	R18	Q3

Es importante destacar que cada una de las revistas analizadas se encontraba dentro de los indicadores de importancia relativa relacionados con la línea de investigación (acuicultura, ciencias marinas, agrotecnología, ecología química, farmacia y sustentabilidad ambiental) con un 43% de revistas de Q1, un 23% de Q2, un 28% de Q3 y un 5% de Q4. Así, en la **Tabla 5** se presenta, con base en las revistas analizadas, la línea de investigación que desarrolla el concepto de GWS.

Tabla 5: Distribución de 38 artículos analizados según sus áreas de estudio.

ID	Acuicultura	Agricultura	Agrotecnología	Ciencia Marina	Ecología Química	Farmacia	Sostenibilidad Ambiental	Total
R1	2							2
R2					1			1
R3	1							1
R4	3			3	1			6
R5	1			2				3
R6	1	1						2
R7		1						1
R8	3		1	1				5
R9				1				1
R10				1				1
R11							1	1
R12				1				1
R13							1	1
R14	1			1				2
R15				1				1
R16	1							1
R17	1						1	1
R18				1				1
R19	1			1				2
R20						1		1
R21	1							1
Total	16	2	1	13	2	1	3	38

De la **Tabla 5**, se revela un porcentaje significativo en los campos de la acuicultura y las ciencias marinas. Este predominio pone en relieve la relevancia de estas disciplinas en la investigación sobre los GWS, demostrando su aplicación e importancia en estos sectores, además se desprende que las líneas de acuicultura y ciencias marinas predominan con un 76.3% en relación a las demás, y esto se debe a que la definición más cercana de lo que es

un GWS se encuentra dentro de estas áreas de estudio. Desde el punto de vista de la acuicultura en relación al cultivo larvario, los GWS son un método de acuicultura que utiliza agua verde, la cual consiste en microalgas o fitoplancton con el fin de mejorar el ambiente y la nutrición de larvas de diferentes familias marinas, como varias especies de peces (Anil et al., 2019; Anuraj et al., 2021; de la Pena, 2001; Morshedi et al., 2021; Noori et al., 2024; Papandroulakis et al., 2001; Ranjan et al., 2018; Thomas et al., 2020), pulpos (Gavioli et al., 2022), cangrejos (Linh et al., 2017; Ong et al., 2019), y langostas (Chakraborty et al., 2010; Phuong et al., 2006; Roustaian et al., 1999). Asimismo, diferentes autores prestan atención a la crianza de camarones a partir de estrategias de alimentación natural producidas endógenamente (Anil et al., 2012; Cruz et al., 2008; Façanha et al., 2016; Forte et al., 2019; Glencross et al., 2014; Guo et al., 2020; Izquierdo et al., 2006; James et al., 2024; Krishnani et al., 2010; Pilotto et al., 2020; Reis et al., 2021; Ruangrit et al., 2011; Sánchez et al., 2012, 2014; Thomas & Madhusoodana Kurup, 2011). La crianza de caballitos de mar con pasta de microalgas reemplazando un sistema de agua clara. Además, (Sales et al., 2016). Aly et al. (2024) argumentan que los GWS utilizan microalgas como “Chlorella” para mejorar la calidad del agua y la salud de los animales acuáticos, aumentando su crecimiento y supervivencia, este sistema se activa para proporcionar una fuente abundante de alimento natural. Por otra parte, Soltani et al. (2021) se refieren a los GWS como un método ecológico para sintetizar un nanocompuesto adsorbente utilizado en la eliminación de metales pesados del agua. Finalmente, desde la ciencia de la sustentabilidad ambiental, Keys and Falkenmark (2018) enfatizan a los GWS basados en la gestión del agua verde, que abarca la evaporación y precipitación utilizadas principalmente en la agricultura. Rhoads et al. (2016) enmarcan los GWS en edificios sostenibles porque pueden tener consecuencias inesperadas para la salud pública y la estética. Además, Brazeau and Edwards (2013) se refieren a los GWS como sistemas de agua caliente instantáneos que prometen ahorros de energía y agua.

Por otro lado, para el segundo modelo de búsqueda, al colocar GWS con operadores booleanos, es decir, “*Green AND Water AND Systems OR System*”, el buscador arrojó 99 resultados relevantes. Los artículos recuperados de la búsqueda fueron seleccionados, descartando ciertos filtros como criterios geográficos, contextuales, temporales e interdisciplinarios. Sin embargo, dado que la búsqueda se centró en inundaciones y drenaje urbano, se priorizaron los artículos relacionados con resiliencia urbana, sistemas de drenaje urbano sostenibles, la necesidad de herramientas sostenibles, gestión de aguas pluviales, tecnología verde en hidrología, ciudades esponja, SbN y conceptos emergentes relacionados. La **Figura 3** muestra el número de documentos por país asignados a esta búsqueda.

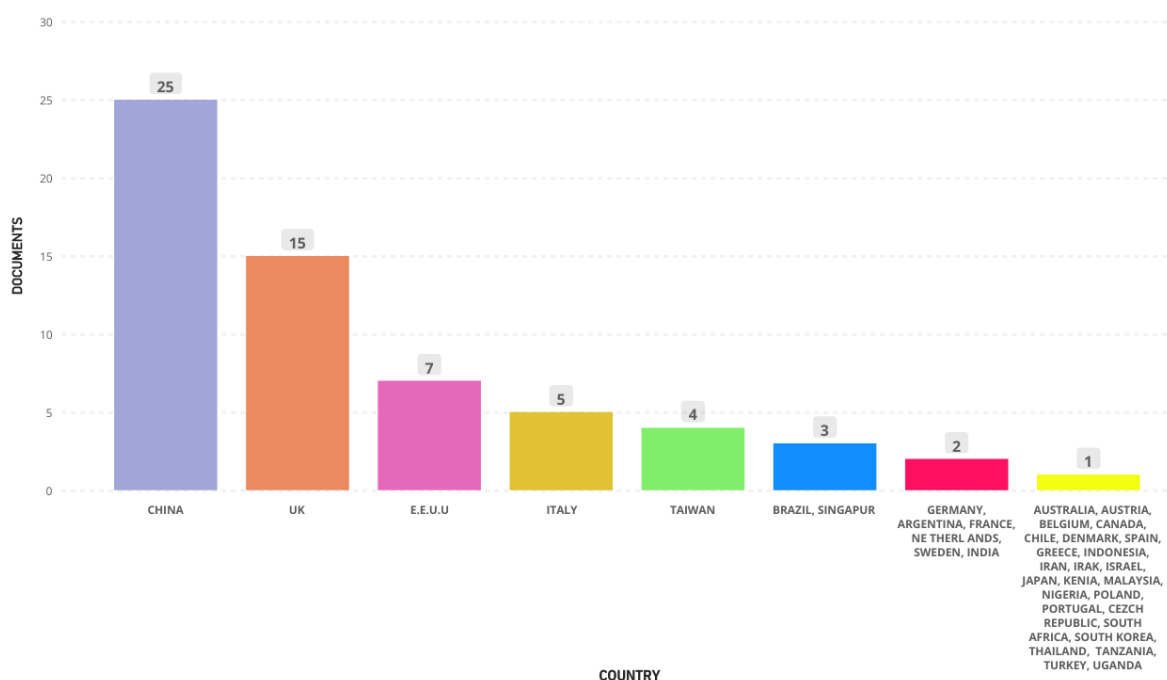


Figura 3: Número de documentos por país asignados a esta búsqueda. Fuente: Propia.

La figura muestra como China tiene un impacto significativo en los estudios relacionados con GWS, representando un 25,3% de los artículos publicados. Sin embargo, Reino Unido cuenta con el 15,2% y los EE. UU. con el 7,1%, ambos países también mantienen una fuerte presencia en este campo de investigación. Al revisar los artículos de

China, se observó cómo se centran en la gestión sostenible del agua pluvial en entornos urbanos. Los títulos destacan conceptos como "ciudades esponja", infraestructura verde y gris, gestión de aguas pluviales y estrategias de resiliencia. Estos estudios abordan desafíos clave como la adaptación al cambio climático, la optimización del uso del agua y la integración de tecnologías sostenibles en la planificación urbana. Por ejemplo, Molnar-Tanaka and Surminski (2024) abordaron la gestión de inundaciones en Asia a la luz de la intensificación de eventos climáticos extremos como las lluvias monzónicas, comenzando con la restauración de ecosistemas como manglares y humedales en Indonesia y Filipinas, un enfoque de construcción basado en la naturaleza para reducir la erosión costera y las inundaciones en Indonesia, la implementación de SUDS (techos verdes y pavimentos permeables) en ciudades como Tokio y Yakarta y, por supuesto, la participación comunitaria y la inclusión de las comunidades locales en el mantenimiento de los proyectos como un componente clave del éxito. Sin embargo, la integración de estas lecciones en el contexto peruano requiere adaptaciones a las condiciones hidrológicas específicas del país. Asia enfrenta condiciones complejas debido a una combinación de factores geográficos y climáticos, ya que enfrenta desafíos como lluvias monzónicas extremas, desbordes de ríos, hundimiento del terreno y urbanización acelerada. La influencia de “El Niño” en el Perú como fenómeno climático es devastadora en la costa norte del país debido a lluvias torrenciales e inundaciones, escenario sin equivalente directo en las regiones asiáticas antes mencionadas. Sin embargo, en la sección “**Discusión**” se propone una estrategia de adaptación flexible que permita integrar las estrategias utilizadas en Asia al contexto peruano.

La **Figura 4** presenta un análisis del campo de investigación basado en el número de artículos recuperados a través del segundo modelo de búsqueda: “*Green AND Water AND*

Systems OR System". Los resultados obtenidos muestran un panorama significativamente diferente en comparación con una búsqueda específica de "*Green Water Systems*". En base a esto, disciplinas como la acuicultura y las ciencias marinas están prácticamente excluidas de la agenda, lo que sugiere que estas áreas tienen menor relevancia o impacto en el contexto de los sistemas verdes y la gestión del agua en entornos urbanos o sostenibles. Este contraste subraya la importancia de una selección adecuada de los términos de búsqueda para obtener una visión más precisa del campo de estudio.

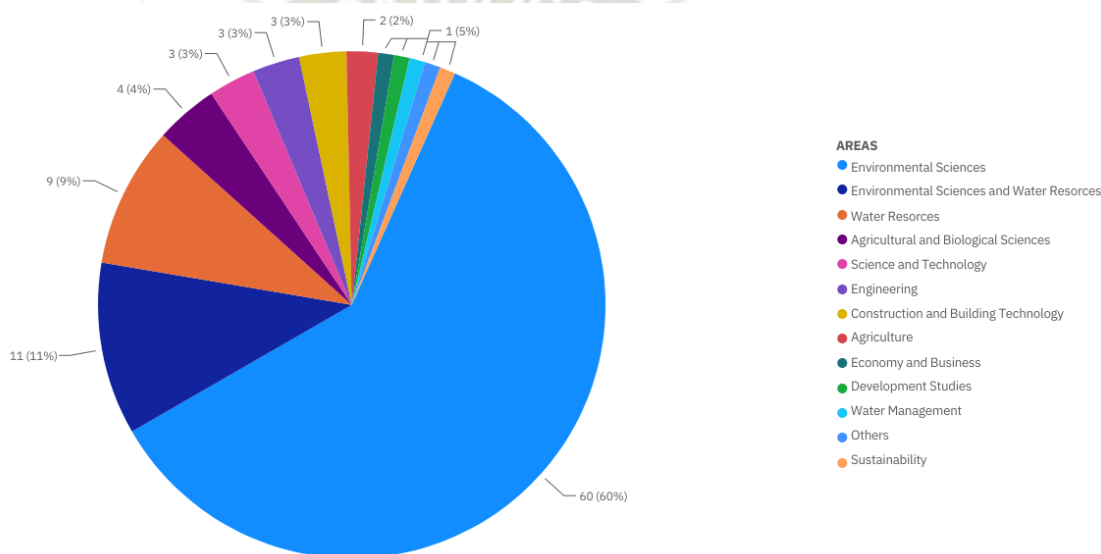


Figura 4: Distribución de artículos en las diferentes áreas de investigación del segundo modelo de búsqueda. Fuente: Propia.

Las ciencias ambientales y los recursos hídricos se destacan como las áreas predominantes en el análisis, representando en conjunto el 71% de los campos de estudio evaluados. Esta fuerte presencia refleja la interconexión y relevancia de ambas disciplinas en la investigación actual, enfatizando su papel crucial en el desarrollo de soluciones sostenibles para la gestión del agua y la preservación del medio ambiente. Sin duda, la revisión reveló información de alta calidad relacionada con la mitigación de inundaciones urbanas. Sin embargo, es importante destacar que el concepto o definición específica de GWS no se menciona explícitamente en ninguno de los artículos analizados. En cambio, este

concepto puede inferirse o interpretarse implícitamente a través del contenido de los estudios. Esto sugiere que, aunque se aborda el tema, la falta de una definición clara y directa podría limitar la comprensión uniforme y la aplicación consistente del término en la investigación sobre sostenibilidad y gestión del agua pluvial en entornos urbanos.

Esta hipótesis se demuestra, en base a las Refs. (Hung & Peng, 2017; Lin et al., 2019; D. Liu et al., 2022; Zaręba et al., 2022), que indican que las herramientas y sistemas necesarios para mitigar los desafíos urbanos relacionados con las inundaciones, la escasez de agua y el cambio climático son las “Ciudades Esponja” a través de la incorporación de sistemas verdes. Se centran en la recolección y reutilización del agua de lluvia, ofreciendo una solución sostenible y eficiente para gestionar los recursos hídricos en entornos vulnerables. La gestión centralizada de aguas pluviales, propuesta por una gran parte de la literatura (Chai et al., 2014; Chai et al., 2011; Coombes, 2018; Deng et al., 2013; Hamdy, 2014; Justin et al., 2018; Saadat Foomani & Malekmohammadi, 2020; Shakya et al., 2019; Webber et al., 2018; Zhang et al., 2017), mediante la implementación de sistemas que controlen la escorrentía, minimicen la erosión, la contaminación y promuevan la reutilización del agua. La adaptación de una infraestructura existente para mejorar la resiliencia al cambio climático, más (Asakawa et al., 2004; Azevedo et al., 2022; Hassan et al., 2024; Li & Burian, 2023; Qin et al., 2013) la implementación de modelos y evaluaciones, como el Storm Water Management (SWMM) y el Real Time Control (RTC), permiten diseñar y mejorar una infraestructura de drenaje, adaptándola a las necesidades futuras y las características locales aun cuando estos modelos no hayan alcanzado el rango esperado. Por otro lado, las Refs. (Pearlmutter et al., 2021; Piazza & Ursino, 2023) denotan sistemas que incluyen vegetación, que no solo mejoran la estética urbana, sino que también aumentan la resiliencia a las inundaciones al absorber agua de forma natural (NbS). Las diversas

estrategias propuestas, como la integración de BGI, herramientas GIS y SUDS, buscan maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos al tiempo que minimizan el impacto ambiental (Allende-Prieto et al., 2018; Alves et al., 2020; Casal-Campos et al., 2018; Chai et al., 2011; Cheng et al., 2016; D'Ambrosio & Longobardi, 2023; De Vleeschauwer et al., 2014; Dong et al., 2017; Jin et al., 2022; Kim et al., 2021; McClymont et al., 2020; Meldrum & Mickovski, 2017; Mugume et al., 2024; Sage et al., 2015; Yao et al., 2023; Zhang et al., 2011; Zhou et al., 2013); además, existe la necesidad de marcos de política y estrategias para enfatizar la gestión eficaz de los recursos hídricos, incluida la valoración del agua verde y las tecnologías que se adaptan a nuevos conceptos para el monitoreo y la conservación del agua en áreas vulnerables (Aldaya et al., 2010; Anom & Sudarno, 2018; Chua et al., 2020; Grammatikopoulou et al., 2020; Hatibu & Rockström, 2005; Hung & Peng, 2017; Jia et al., 2011; Kalantzis et al., 2016; Lee et al., 2018; W. Liu et al., 2022; Liut et al., 2013; Michael et al., 2019; Shang et al., 2021; Tang et al., 2018; Veetil & Mishra, 2016; Wang et al., 2023; Zhang et al., 2013; Zhang et al., 2021). Un concepto que se destaca entre los artículos (Aivazidou et al., 2017; Anjali & Anjali, 2022; Casares et al., 2023; Chen et al., 2024; Cheng, 2003; Fenner et al., 2019; Ghosh et al., 2024; Green et al., 2021; Haghighatafshar et al., 2019; Hoff et al., 2010; Joyce et al., 2017; Liu et al., 2024; Lu & Sun, 2023; Mottaghi et al., 2016; O'Donnell et al., 2020; Wang et al., 2022; Winker et al., 2019; Xu et al., 2019; Yang et al., 2023; Zischg et al., 2018) es la resiliencia urbana, que se logra a través de la integración de infraestructuras verdes, azules y grises desde un enfoque proactivo e innovador. Además de esto, (Hu et al., 2019; Marques et al., 2024) apoyan el criterio de sostenibilidad en la gestión de los ecosistemas urbanos, que no solo controla las inundaciones, sino que también proporciona servicios ecosistémicos vitales como la provisión de hábitat y la regulación de la calidad del agua. En paralelo a estas ideas, los SUDS se destacan como una base más sólida debido a su enfoque multifuncional, que

incluye sistemas como techos verdes, zanjas vegetadas y pavimentos permeables, entre otros, que fortalecen y fomentan una reducción en la carga de la infraestructura de drenaje tradicional y la mejora de la eficiencia hídrica (Archer et al., 2020; Brandão et al., 2017; Ellis, 2013; Ertan & Çelik, 2021; Fraga et al., 2022; Graceson et al., 2013; Gunasekara et al., 2018; Lhamidi et al., 2024; Loc et al., 2017; Mora-Melià et al., 2018; Pappalardo et al., 2017; Pirouz et al., 2021; Rosatto et al., 2010; Schmitter et al., 2016; Seyedashraf et al., 2022; Yang & Zhang, 2021). Finalmente, (dos Santos et al., 2021; Schroeder et al., 2022) resaltan como estos sistemas juegan un papel crucial en la mitigación de inundaciones urbanas al proporcionar herramientas avanzadas para modelar y evaluar el comportamiento del agua en entornos urbanos mediante el uso de marcos híbridos que combinan modelado hidrológico e hidráulico.

A partir del enfoque expuesto en las definiciones del primer modelo de búsqueda, se entiende por “*Green Water Systems*” un enfoque de acuicultura sostenible que utiliza fitoplancton o microalgas para mejorar la calidad del agua y la salud de los organismos acuáticos. Este sistema tiene como objetivo optimizar el medio acuático para potenciar el crecimiento y la supervivencia de diversas especies, ya sea en sistemas de agua verde recirculantes o en tanques enriquecidos con microalgas. Aunque las definiciones relacionadas a lograr la UFR en el ámbito de la sostenibilidad ambiental son limitadas, estas no están estrechamente vinculadas con la mitigación de inundaciones urbanas. Sin embargo, el segundo modelo de búsqueda, que combina los términos “*Green AND Water AND Systems OR System*”, se centra en enfoques de herramientas sostenibles basados en la integración de infraestructuras tradicionales con elementos verdes y la necesidad de implementarlos en un contexto real como los SUDS, destacando un papel importante en la gestión del agua pluvial, la tecnología hidrológica y los conceptos innovadores, todo ello

con el fin de mitigar las inundaciones urbanas y promover prácticas sostenibles en la gestión del agua.

GWS: DEFINICIÓN PROPUESTA

Con base en el enfoque sistemático desarrollado en la sección de Metodología, se concluye que no existe una definición clara y concisa de los GWS dentro de los campos de la gestión de inundaciones urbanas, resiliencia, sostenibilidad, ciencias ambientales y recursos hídricos. Sin embargo, existe una definición más establecida en el contexto de la acuicultura y las ciencias marinas, que diverge hacia un enfoque diferente que no está relacionado con el concepto de resiliencia frente a inundaciones urbanas. La principal brecha identificada en la definición de GWS radica en la ambigüedad del concepto y la falta de una definición clara y estandarizada. Se observa que utilizando las mismas palabras clave, se obtienen diferentes enfoques en la búsqueda bibliográfica, es decir, arrojan resultados divergentes, lo que destaca una brecha significativa en la literatura. Si bien en el campo de la acuicultura el concepto está bien definido y se centra en la mejora de la calidad del agua, su relación con la resiliencia a las inundaciones urbanas es limitada. Mientras tanto, un segundo enfoque se centra en la integración de la infraestructura verde para la gestión del agua en entornos urbanos, lo que es crucial para abordar las inundaciones. Por lo tanto, es esencial definir el concepto de GWS, no sólo en términos de su uso, sino también en relación con su capacidad para mejorar la gestión del agua urbana, con el fin de integrar eficazmente estos enfoques. En consecuencia, la **Tabla 6** presenta los pilares y componentes clave necesarios para desarrollar una definición estandarizada de los GWS en el contexto de la integración de infraestructuras que puedan utilizarse como herramientas para mitigar las inundaciones urbanas.

Tabla 6: Pilares y componentes clave de los GWS para la mitigación de inundaciones urbanas y la gestión sostenible del agua.

ID	Pilar	Descripción	Relevancia
1	Resiliencia Urbana	Mejora la capacidad de las ciudades para resistir y recuperarse ante inundaciones.	La infraestructura verde, como los parques inundables, los techos verdes y los jardines de lluvia, absorben y retienen el agua de lluvia.
2	Ciclo del Agua	Gestión eficiente del ciclo urbano del agua mediante la captación, filtración y reutilización del agua de lluvia, complementada con la evapotranspiración de las plantas.	Las plantas en la infraestructura verde ayudan a regular el ciclo del agua a través de la evapotranspiración, promoviendo también la infiltración de agua.
3	Sistemas de filtración de agua	Sistemas naturales y mecánicos que tratan el agua antes de ser descargada o reutilizada.	La vegetación, los humedales artificiales y los suelos permeables actúan como filtros naturales en las zonas urbanas.
4	SbN	Soluciones basadas en la naturaleza que utilizan procesos ecológicos para gestionar el agua y mitigar las inundaciones.	Las soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de humedales y la creación de espacios verdes, controlan el flujo de agua y mejoran la resiliencia.
5	Gestión de aguas pluviales	Control de escorrentías y caudales pluviales durante eventos de fuertes lluvias.	La infraestructura como canales verdes, biofiltros y tanques de retención mitigan el riesgo de inundaciones.
6	Sostenibilidad	Promueve la sostenibilidad al reducir la demanda de infraestructura gris, utilizando recursos locales y renovables en la gestión del agua.	La infraestructura verde minimiza el impacto ecológico, fomentando soluciones de gestión del agua locales y sostenibles.
7	SUDS	Sistemas de drenaje urbano sostenibles que controlan la escorrentía y promueven la infiltración natural del agua.	Las zanjas de infiltración, los pavimentos permeables y los sistemas de biofiltración son ejemplos clave de infraestructura verde dentro de los SUDS.

Teniendo en cuenta lo anterior, formular una definición de GWS requiere una definición de “Agua Verde”; (García-Colin et al., 2023; Shang et al., 2021) lo definen como agua derivada de la precipitación que se almacena en el suelo y posteriormente es absorbida por las plantas a través de procesos como la evapotranspiración. Este tipo de agua forma parte de un ciclo natural y se diferencia del agua azul (superficial o subterránea) o del agua gris (contaminada). Sin embargo, a partir del análisis sistemático de búsqueda, surgen variables importantes que los investigadores resaltan en sus estudios. La **Figura 5** reúne aquellos términos clave que son fundamentales para una definición concreta y clara de lo que es un GWS.



Figura 5: Variables consideradas para proponer una definición de GWS. Fuente: Propia.

En base a esto, un GWS puede definirse de la siguiente manera: Un GWS es un enfoque de gestión sostenible del agua en entornos urbanos que considera el ciclo natural del agua y combina soluciones basadas en la naturaleza, como sistemas integrados de recolección y filtración de agua verde, con sistemas de drenaje urbano sostenibles. Estos elementos trabajan íntegramente para mejorar la gestión de aguas pluviales, promover herramientas sostenibles y mejorar la resiliencia urbana a las inundaciones, asegurando un equilibrio entre la infraestructura gris, verde y azul. Este método considera parámetros específicos del agua verde para, en última instancia, reutilizar el agua capturada para fines específicos.

Esta definición ayuda a clarificar un término clave en la gestión de inundaciones urbanas. Al integrar conceptos de SUDS, recolección de agua y sistemas de transporte e infiltración de agua pluvial, ya que, proporciona un enfoque más claro, directo e integral para desarrollar infraestructura resiliente en un contexto urbano. Esto ayuda a cerrar la

brecha de conocimiento en el estudio de herramientas sostenibles, promoviendo un marco conceptual sólido y aplicable para la gestión del agua y el ciclo del agua.

Además, el contraste climático y geográfico del Perú, como uno de los países con mayor mega diversidad, presenta un desafío significativo para la implementación de GWS. La diversidad de regiones, que incluyen zonas costeras áridas, bosques tropicales, montañas y ciudades de gran altitud, junto con la infraestructura fragmentada y las limitaciones económicas, dificultan su aplicabilidad. Sin embargo, esta misma diversidad hace que el país sea particularmente vulnerable a las incertidumbres del cambio climático, lo que requiere acciones inmediatas de mitigación y adaptación. La falta de una adecuada adaptación al contexto local puede limitar la aplicabilidad directa de soluciones implementadas en otros países. Además, la excesiva especialización en los enfoques geográficos y conceptuales ha restringido la diversidad de perspectivas, lo que potencialmente ha llevado a resultados generalizados y menos relevantes. Por lo tanto, esta investigación enfatiza la importancia de realizar estudios localizados para evitar soluciones inadecuadas o ineficaces y asegurar que las soluciones propuestas puedan replicarse en otros países con contextos de vulnerabilidad similares.

Existe una necesidad urgente de adaptar los GWS a los contextos latinoamericanos, que enfrentan diversos desafíos climáticos y sociales. La falta de estudios sobre GWS en áreas urbanas con climas tropicales, subtropicales y semiáridos limita su implementación efectiva. La diversidad climática de la región presenta una oportunidad para investigar el desempeño de estos sistemas en áreas con alta variabilidad ambiental. Además, es crucial explorar su aplicabilidad en ciudades de medios ingresos con crecimiento informal y desarrollar mecanismos de gobernanza que promuevan la participación comunitaria y la sostenibilidad a largo plazo. La investigación también debe centrarse en la adaptación de los

GWS en regiones montañosas y amazónicas, donde las condiciones topográficas y climáticas únicas plantean desafíos significativos. Además, se deben analizar los efectos de fenómenos climáticos extremos como El Niño y La Niña, así como la forma en que las variaciones en las precipitaciones y las sequías impactan en el desempeño de estos sistemas. Finalmente, existe un vacío en estudios comparativos sobre la transferencia y escalabilidad de las tecnologías GWS en América Latina, lo que representa un campo prometedor para futuras investigaciones.

CÓDIGOS DE DISEÑO: SUDS

Dado que varios países ya cuentan con lineamientos o estándares para el diseño de SUDS en sus territorios, estos servirán como base para desarrollar una propuesta de GWS utilizando SUDS. En este estudio, los países considerados en la comparación fueron seleccionados porque representan una amplia gama de climas y economías. La **Tabla 7** muestra la comparación de la clasificación climática y económica para cada país que se muestra en la revisión de parámetros de diseño.

Tabla 7: Distribución de los tipos de SUDS en clima y economía en las guías normativas de los países estudiados.

País	Clima (Köppen, 1936)	Economía ((UNDP), 2023)
Reino Unido	Marítima	Desarrollado
Canadá	Continental	Desarrollado
Colombia	Tropical	Desarrollo
El Salvador	Tropical	Desarrollo
Malasia	Tropical	Desarrollo
España	Mediterráneo	Desarrollado

Dentro de estos criterios de clasificación climática y económica, el Perú se catalogaría como un país de clima tropical con una economía en desarrollo. A continuación, se detallan las normas y lineamientos utilizados en esta investigación:

- Reino Unido: The SUDS Manual (C753) (CIRIA, 2015).

- Colombia: EAAB—Norma Técnica de criterios para diseño y construcción de sistemas urbanos de drenaje sostenible (NS-166) (EEAB, 2018).
- El Salvador: Guía Técnica para el diseño de SUDS (Salvador, 2021).
- Canada: Guide de Gestion des eaux pluviales (Ministère de l’Environnement, 2024).
- Malaysia: Urban Stormwater Management Manual (Government of Malasya, 2012).
- España: Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (Ajuntament de Valencia, 2021).

REVISIÓN INTERNACIONAL DE LAS NORMATIVAS SUDS

En la **Tabla 8** se analizan los distintos tipos de SuDS en los países mencionados en la sección de Metodología.

Tabla 8: Distribución de los tipos de SUDS en las guías y/o normativas estudiadas.

Tipologías SUDS	Reino Unido	Colombia	El Salvador	Canadá	Malasia	España
Green roofs	X		X	X		
Ponds	X					
Water butts	X					
Rainwater tank	X	X	X		X	
Filter strips	X		X			
Trenches	X	X	X	X		X
Swales	X	X	X		X	X
Bioretention	X	X	X	X	X	X

Pervious pavement	X	X	X	X	X	X
Geocellular/modular systems	X					
Sand filters	X			X		
Infiltration basins	X	X		X		
Detention basins	X			X		
Ponds	X		X		X	X
Stormwater wetlands	X		X	X	X	X
Reduced lot grading						
Rear yard ponding						
Pervious pipes				X	X	
Oil/grit separators				X		
Filter drains	X			X		X
Trees	X	X				X

Sin embargo, cabe destacar que a pesar de tener una variedad de SUDS, el enfoque se centra en una tipología en particular: las áreas o zonas de bioretención. Según CIRIA (2015), estas áreas son zonas con vegetación que ayudan a filtrar la escorrentía, y consisten en capas de materiales como grava y arena que ayudan a filtrar y tratar el agua. Ofrecen beneficios como reducción de la escorrentía, mejora de la calidad del agua y disminución de carga en infraestructuras de drenaje existente. En base a la investigación realizada por García-Colin et al. (2023), estas áreas pueden almacenar el agua capturada en un reservorio

subterráneo para su futura reutilización. En resumen, estas áreas de bioretención también son un tipo de Sistema de Agua Verde (GWS) debido a su capacidad para tratar y gestionar el agua de lluvia para su reutilización. Por lo tanto, este tipo de SUDS cumple con la definición propuesta líneas arriba. Para ello, en la **Tabla 9** se consideran los siguientes parámetros analizados en la revisión.

Tabla 9: Revisión de los parámetros de diseño de áreas de bioretención en países que las incluyen.

Parámetros de Diseño	Unidades	País					
		Reino Unido	El Salvador	Canadá	Colombia	Malasia	España
Área	ha			1 o menos		1 o menos	
Área drenante	%	5 a 10	5 a 10	5 a 10			
Pendiente	%		< 10	< 5	< 10	< 5	
Distancia al nivel freático	m	1	3	1.2	>1.8	> 0.6	1
Material orgánico	%		5 a 10				
Tiempo para una adecuada capacidad	hrs	24					
Profundidad del agua	m	< 0.15					
Profundidad del sistema	m				< 0.3		< 0.3
Ancho	m						> 0.6

Conductividad	mm/hr	25 o más	> 7	> 13	100–300
Densidad de plantación	plantas/m ²				6 a 10
Velocidad	m/s			< 0.5	

Es evidente la variación de valores en la tabla anterior, lo cual se debe a las diferentes características hidráulicas de la zona en estudio.

APLICACIÓN EN UN CONTEXTO PERUANO

Actualmente, el Perú cuenta con un reglamento de drenaje pluvial, CE.040 Saneamiento (2021); sin embargo, este documento no considera sistemas sostenibles, y menciona como única alternativa los sistemas de drenaje tradicionales. Entre estos sistemas se encuentran las galerías de infiltración, que tienen como objetivo filtrar el agua de manera similar a las áreas de bioretención. Lamentablemente, solo proporciona como único parámetro la velocidad máxima del flujo dentro de este sistema.

Con base en lo anterior, comparando los parámetros de diseño para áreas de bioretención de la **Tabla 9**, se recomiendan los siguientes valores de la **Tabla 10** como parte de la normativa propuesta.

Tabla 10: Parámetros de diseño propuestos.

Parámetros de Diseño	Unidades	Propuesta
Área	ha	1 o menos
Área drenante	%	5 a 10

Distancia al nivel freático	m	> 0.6
Material orgánico	%	5 a 10
Tiempo para una adecuada capacidad	hrs	24
Profundidad del agua	m	< 0.15
Profundidad del sistema	m	< 0.3
Ancho	m	> 0.6
Densidad de plantación	plantas/m ²	6 a 10
Velocidad	m/s	< 0.5

Se consideraron todos los parámetros recomendados por cada norma y guía. La selección de los parámetros se realizó siguiendo los valores comunes de los países estudiados, mientras que para la conductividad y la pendiente se realizó un análisis de las características que deben tener para satisfacer la demanda de cada región. De esta manera, en la **Tabla 11** se presentan las características de cada zona del país en la que se desarrolló la norma/guía de diseño para áreas de bioretención, lo que da una idea de las razones de la elección de dichos parámetros, ya que los patrones de lluvia y el tipo de suelo son diferentes entre regiones.

Tabla 11: Características de cada país estudiado.

País							
Características	Unidades	Reino Unido	El Salvador	Canadá	Colombia	Malasia	España

Precipitación	mm/hr	Moderado (30–80)	Intenso (80–150)	Moderado (30–80)	Moderado a intenso (40–100)	Intenso (100–200)	Moderado (30–80)
Suelo	-	Arcilloso y limoso	Volcánico y arcilloso	Glacial y arcilloso	Arcilloso y limoso	Laterítico y arcilloso	Calizo y arcilloso
Conductividad	mm/hr	Moderado (120–600)	Bajo (12–120)	Bajo (12–120)	Moderado (60–300)	Bajo (12–120)	Moderado a alto (600–1200)

Sin embargo, teniendo en cuenta las regiones naturales del Perú, con sus respectivos patrones de precipitación y suelo, indicadas en la **Tabla 12**, se recomiendan los siguientes valores de conductividad y pendiente en función de sus características, recordando que en zonas con mayor precipitación (p. ej. selva amazónica), se debe disponer de una conductividad alta para que el sistema no falle, así como de una pendiente baja, lo que reduce el riesgo de erosión. En el otro extremo, tenemos la costa peruana, cuya precipitación suele ser baja, por lo que la conductividad no tiene por qué ser tan alta, lo que permite valores bajos a moderados.

Tabla 12: Características y valores recomendados para cada región natural.

Regiones Naturales del Perú				
Características	Unidades			
		Costa	Zonas Altoandinas	Selva Amazónica
Precipitación	mm/año	Bajo (10–50)	Moderado (500–1500)	Intenso (1500–3000)
Suelo	-	Arenoso y limoso	Arcilloso y limoso	Laterítico y arcilloso

Conductividad recomendada	mm/hr	Baja a moderada (12–120)	Moderada (120– 600)	Alta (600–1200)
Pendiente recomendada	%	< 5	< 20	< 5

Según Andrés-Doménech et al. (2021) quienes realizaron un estudio sobre cómo se están implementando los SUDS en España, las barreras utilizadas en su diagnóstico pueden dar una idea de lo que impide la implementación de los parámetros recomendados. Estas barreras se dividen en tres dimensiones (social y gobernanza, marco regulatorio, técnico), donde se encontraron las siguientes barreras aplicables a este contexto: recursos insuficientes, falta de monitoreo y evaluación, un marco institucional descoordinado y falta de voluntad política y pública.

Otro factor a considerar es la sismicidad de Perú, ya que se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico (Masum & Ali Akbar, 2019), lo que lo convierte en una zona altamente sísmica. En cuanto a la factibilidad de replicar los estándares de Malasia en Perú, al ser una zona de bioretención, se puede realizar con materiales alternativos de la zona si no se encuentran los utilizados en Malasia. Sin embargo, la rentabilidad dependerá de la zona en la que se quiera aplicar debido al precio asignado en esa zona.

Adicionalmente, dado que se trata de un GWS y tiene como objetivo reutilizar agua verde, será necesario utilizar un tanque de almacenamiento mediante el método del Balance Hídrico Diario. Las siguientes expresiones desarrolladas por García-Colin et al. (2023) se pueden utilizar para diseñar el tanque, tomando en cuenta la precipitación y la evapotranspiración en el sistema. La eficiencia de suministro durante un período j (EF_j) está representada por una división entre el déficit acumulado diario y la demanda como se muestra en la ecuación (1).

$$EF_j = 1 - \frac{\sum Def_i}{\sum R_i} \quad (1)$$

Donde $\sum Def_i$ es el déficit acumulado y $\sum R_i$ es la suma de las láminas de riego, que puede considerarse con o sin lixiviación según corresponda. A su vez, la cantidad de agua en el tanque se calcula mediante las ecuaciones (2) y (3).

$$Def_i = \begin{cases} 0, & SG_i + SG_{i-1} \geq R_i \\ R_i - SG_i - SG_{i-1}, & SG_i + SG_{i-1} < R_i \end{cases} \quad (2)$$

$$SG_i = \begin{cases} 0, & Gp_i + SG_{i-1} \leq R_i \\ SG_i + SG_{i-1} - R_i, & SG_i + SG_{i-1} > R_i \\ S, & SG_i + SG_{i-1} - R_i \geq S \end{cases} \quad (3)$$

Donde SG_i es la percolación (ofrecida), y R_i es la lámina de riego diaria (demanda), ambas en unidades de mm, SG_{i-1} es la cantidad diaria de agua, y S es la altura propuesta, ambas medidas en mm. Con este procedimiento, podemos determinar la eficiencia de la altura de cada embalse propuesto, lo que permitirá verificar si el sistema será capaz de almacenar agua y liberarla en el momento deseado.

Para asegurar la efectividad de los GWS durante todo el año, es esencial que el método de balance hídrico diario se implemente en combinación con una adecuada planificación de los GWS. Este enfoque permite que los sistemas sean flexibles y se adapten a las condiciones cambiantes, evitando la sobrecarga en la temporada de lluvias y asegurando que el agua almacenada esté disponible durante las sequías.

Como el método del balance hídrico diario tiene en cuenta las entradas y salidas de agua en el sistema, se puede realizar un análisis detallado de las diferencias climáticas y estacionales en la precipitación, lo que permitirá su adaptabilidad a la climatología a lo largo del año. De esta manera, en la época de lluvias, los GWS puede gestionar grandes volúmenes de agua, asegurando que no se produzcan inundaciones y que el agua se retenga o infiltre de

forma controlada, mientras que, en la época seca, el agua almacenada puede utilizarse para mantener la operación del sistema, permitiendo que el GWS se mantenga eficaz y sostenible durante todo el año.

DISCUSIÓN

La discusión en esta investigación está relacionada con las preguntas de investigación: Preguntas basadas en sostenibilidad (PBS) y Preguntas basadas en Códigos (PBC). En base a los métodos utilizados y los resultados obtenidos, se aborda cada una de las preguntas formuladas.

- **PBS-01: ¿Cómo se definen los GWS desarrollados como herramientas sostenibles para mitigar las inundaciones urbanas?**

Los sistemas de agua verde (GWS) abarcan un enfoque integral para la recolección y gestión de agua verde en entornos urbanos. Estos sistemas emplean soluciones basadas en la naturaleza y prácticas de drenaje urbano sostenible. Este método considera parámetros de agua verde para optimizar la captura y reutilización del agua. El objetivo principal de los GWS es mitigar las inundaciones urbanas. Para lograrlo, integran de manera eficiente la infraestructura existente (infraestructura gris) con elementos de infraestructura verde y azul. Esta integración no solo mejora la gestión de aguas pluviales y reduce el riesgo de inundaciones, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental general al promover un entorno urbano más equilibrado y resiliente (UFR).

- **PBS-02: ¿Son los GWS una alternativa viable para combatir las inundaciones pluviales en el Perú?**

El Perú presenta una gran diversidad climática y geográfica. Las zonas costeras y urbanas, como Lima, Arequipa, Cusco y otras regiones del Perú, pueden beneficiarse de los GWS debido a su capacidad para gestionar el agua de lluvia/precipitación y reducir el riesgo de inundaciones en zonas con infraestructura gris limitada. Sin embargo, en regiones con lluvias intensas o terrenos montañosos, la implementación o integración de los GWS puede requerir ajustes técnicos para adaptarse a las condiciones locales. Además, los GWS promueven la sostenibilidad ambiental al integrar la vegetación (áreas verdes) con la infraestructura urbana existente, mejorando la calidad del agua y fomentando la biodiversidad. Destacan su conexión con los SUDS como pilares fundamentales del diseño, al fomentar la creación de espacios verdes que mejoren la calidad de vida en las zonas urbanas sin la necesidad de reemplazar por completo los sistemas existentes, como el drenaje pluvial y los sistemas de alcantarillado. Las SbN se alinean con los principios de las GWS al ofrecer un enfoque más integrado que combina la infraestructura verde, gris y azul con los sistemas de gestión del agua. La **Figura 6** destaca cómo los GWS encajan en la línea de continuidad propuesta para la gestión de inundaciones urbanas.

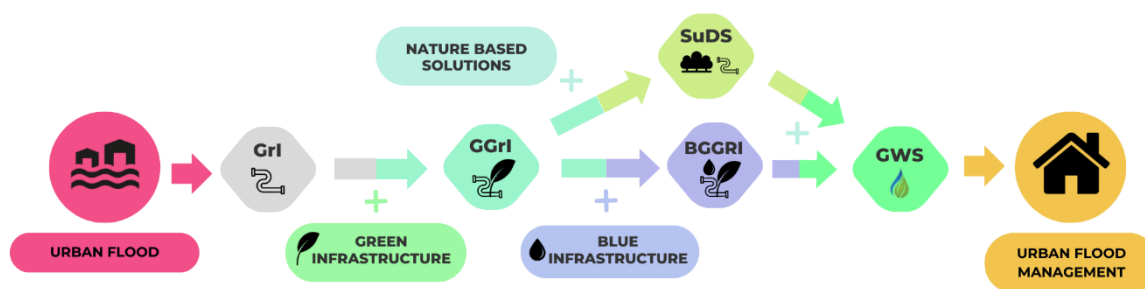


Figura 6: La línea de continuidad de GWS. Fuente: Propia.

En comparación con las estrategias implementadas en Asia, las condiciones hidrológicas en el Perú son significativamente diferentes a las del continente asiático, por lo que se debe desarrollar un enfoque diferente en la construcción de infraestructuras flexibles

capaces de controlar la variabilidad de eventos climáticos extremos, como sistemas de drenaje que mitiguen las lluvias intensas en periodos cortos. En el caso del Perú, estos sistemas deben ajustarse a la naturaleza cíclica e incierta del fenómeno “El Niño”, integrando pronósticos basados en el comportamiento climático regional, lo que fortalecería la capacidad de adaptación al cambio climático y mejoraría la resiliencia ante desastres naturales. Dado el contexto económico y la fragmentación urbana del país, se propone una implementación progresiva de estos sistemas, priorizando las zonas más vulnerables a las inundaciones causadas por “El Niño”, especialmente en las ciudades costeras. Una de las lecciones más importantes de Asia es el desarrollo de sistemas avanzados de monitoreo y alerta temprana, que han sido efectivos para predecir precipitaciones extremas y coordinar la gestión de las lluvias, previniendo desastres. En el Perú, la integración de estos sistemas sería clave para mitigar el impacto de las inundaciones y mejorar significativamente la capacidad de respuesta ante emergencias. Además, China ha implementado el concepto de “Ciudades Esponja”, que aprovechan áreas naturales para captar y almacenar agua. En Perú, la promoción de espacios verdes en las ciudades es fundamental, ya que su escasez aumenta la vulnerabilidad ante eventos extremos. Estas soluciones no solo aliviarían la presión sobre la infraestructura de drenaje existente, sino que también generarían importantes beneficios sociales, mejorando la calidad de vida urbana.

Esta investigación explora las diferencias conceptuales y prácticas en la aplicación de los sistemas de almacenamiento de agua en dos contextos distintos: la acuicultura y la gestión de inundaciones urbanas. En la acuicultura, los sistemas de almacenamiento de agua están vinculados a los sistemas de gestión de la calidad del agua, mientras que en el contexto de las inundaciones urbanas están integrados con las SbN y las herramientas de gestión sostenible de inundaciones. A pesar de estas diferencias, ambos enfoques comparten un

vínculo común: el uso de procesos naturales para la gestión del agua. Por ejemplo, los procesos naturales de filtración, retención y purificación utilizados en la acuicultura podrían aplicarse en la gestión del agua urbana. Un ejemplo es la construcción de humedales y sistemas de retención de agua, que capturan y filtran el agua de lluvia antes de que llegue a los sistemas de drenaje. Además, ciertas tecnologías de acuicultura, como los sistemas de recirculación de agua con biofiltros y unidades de sedimentación, podrían adaptarse para el reciclaje del agua de lluvia en sistemas de bioretención urbanos. Estos sistemas podrían filtrar y reutilizar el agua de lluvia recogida de los tejados o las aceras para fines no potables, como el riego y la limpieza de jardines. Por último, los sistemas de biofiltración en acuicultura, que utilizan bacterias beneficiosas para descomponer los contaminantes y mantener la calidad del agua, podrían aplicarse en sistemas de bioretención urbanos. En estos, la vegetación actuaría como un biofiltro natural, mejorando la calidad del agua que entra al sistema.

Se puede concluir que los GWS pueden ser una herramienta valiosa para combatir las inundaciones urbanas en el Perú, especialmente cuando se adaptan a las condiciones locales y se integran con la infraestructura existente. Según Espinoza Vigil and Carhart (2024), la necesidad y el desafío de implementar infraestructura sostenible y resiliente en un contexto peruano dependerá de una gestión y un enfoque holístico para evitar que operen de forma aislada y se adapten a las necesidades cambiantes de la población en el Perú. Sumado a esto, la efectividad de los GWS dependerá de una planificación y un diseño adecuados, así como de su integración con otras estrategias de gestión del agua.

- **PBC-01: ¿Cuáles son los parámetros y características de diseño de un tipo GWS con aplicabilidad en el Perú?**

Como se puede observar en la sección de **“Resultados”**, los parámetros más importantes a considerar para la tipología de zonas de bioretención son: área, superficie impermeable, pendiente, distancia al nivel freático, material orgánico compostado, tiempo para capacidad adecuada, lámina de agua, profundidad del sistema, ancho, conductividad, densidad de siembra y velocidad. Cada uno de estos criterios de diseño ha sido desarrollado utilizando el Sistema Internacional de Unidades (SI) en cada uno de los países estudiados, por lo que la propuesta para Perú también seguirá estas unidades. Sin embargo, si otra región desea utilizar esta propuesta para desarrollar su propia normativa y utiliza un sistema de unidades diferente, los valores son fácilmente convertibles. También se advierte que la propuesta está pendiente de validación en campo, para su futura implementación.

- **PBC-02: ¿Es posible desarrollar una propuesta de “Código de Diseño” sobre GWS en un contexto urbano en el Perú?**

Si bien esta investigación, presenta una definición estandarizada sobre los GWS mediante el uso de áreas de bioretención, que es una tipología de SUDS, no deja pasar por alto la oportunidad de utilizar los parámetros de diseño de este sistema para desarrollar una normativa de SUDS en Perú. Es importante destacar que Perú ya cuenta con una normativa de drenaje pluvial, sin embargo, carece de parámetros que regulen los SUDS y de manera global los GWS. Por lo tanto, esta investigación puede servir para ampliar el marco regulatorio actual.

En cuanto a la normativa de diseño de SUDS, cabe destacar que existen más documentos a nivel mundial que regulan su diseño. En algunos de los países mencionados en la sección de **“Marco Legal”**, existen diversas guías para cada región dentro del país. Por ejemplo, la normativa recogida de España, este estudio utilizó el documento normativo de

Valencia. Sin embargo, existe otra guía regulatoria en Madrid, que no se incluyó en este estudio porque los parámetros examinados son similares independientemente de la ciudad.

Actualmente, el Perú no cuenta con una normativa que regule los SUDS ni los GWS. Sin embargo, el Reglamento Nacional de Edificaciones OS.010 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006) cuenta con “Galerías Filtrantes” que tienen un uso similar a las zonas de bioretención. Sin embargo, no cuentan con los parámetros definidos que se observaron en esta investigación.

La principal barrera para la implementación radica en la integración, la política y la resistencia al cambio. La falta de coordinación política entre los niveles de gobierno, la ausencia de regulaciones para la infraestructura verde y azul (GBI) o las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), y una cultura arraigada que favorece las soluciones tradicionales (perpetuada incluso en el nivel de educación universitaria, que promueve la infraestructura gris en lugar de la verde) pueden obstaculizar la adopción de sistemas de bioretención. Además, la preferencia por soluciones rápidas y las percepciones de costos también pueden disminuir la implementación de este enfoque innovador. Para superar estos desafíos, será crucial desarrollar regulaciones claras, desarrollar capacidades para profesionales y el público general. Además, de demostrar la efectividad de GBI/SbN a través de proyectos piloto estratégicos. Además, la educación pública y la promoción de beneficios a largo plazo serán clave para garantizar la adopción exitosa de GBI/NbS en las principales ciudades de todo el país.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La transición hacia sistemas de drenaje sostenible es una necesidad urgente en el contexto de la urbanización y cambio climático que enfrenta el Perú. La resiliencia a las inundaciones en áreas urbanas puede mejorar significativamente a partir de la definición propuesta de Sistemas de Agua Verde o Green Water Systems por sus siglas en inglés GWS, su adopción al entorno, ya que ofrecen una solución innovadora y sostenible para la gestión de aguas pluviales, abordando los problemas de inundación y la sobrecarga sobre los sistemas tradicionales de drenaje. Los GWS utilizan soluciones basadas en la naturaleza y prácticas de drenaje sostenibles, optimizando la captura y reutilización del agua al considerar parámetros importantes como la evapotranspiración. En Perú, los GWS son una opción viable para mitigar las inundaciones en áreas urbanas, adaptándose a las condiciones locales específicas y mejorando la gestión de las aguas pluviales. Además, promueven la sostenibilidad al integrar la vegetación con la infraestructura urbana existente, mejorando la calidad del agua y fomentando la biodiversidad. Sin embargo, la eficacia de los GWS dependerá de una planificación adecuada y de su integración con otras estrategias de gestión del agua. Aunque no reemplazan por completo los sistemas de drenaje tradicionales, su combinación con la infraestructura gris y su alineación con las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) ofrece una solución sostenible a las inundaciones urbanas. Por lo tanto, los GWS pueden ser una herramienta valiosa dentro de una estrategia integral para mejorar la resiliencia a las inundaciones. La transición hacia sistemas de drenaje sostenible es un paso para lograr una gestión más eficiente y respetuosa, al implementar GWS se gestiona el agua

de lluvia y se reduce la carga en los sistemas de drenaje urbano tradicionales, de esta manera se realiza la transición a un sistema de drenaje urbano sostenible.

En base a ello, los GWS son definidos como sistemas de infraestructura híbrida que combinan procesos ecológicos y técnicas de drenaje sostenible, con el objetivo de gestionar el agua pluvial de manera integral y adaptativa en áreas urbanas. Estos sistemas están diseñados para mimetizar el ciclo hidrológico natural a través de la incorporación de espacios verdes y elementos como jardines de lluvia, áreas de bioretención y zanjas filtrantes. Esta definición enfatiza la resiliencia urbana y la capacidad de los GWS para reducir el riesgo de inundaciones, preservar los recursos hídricos, y mejorar la biodiversidad en las ciudades. Esta propuesta de definición puede servir como base normativa en Perú, donde aún no se cuenta con una definición clara y precisa de estos sistemas en el ámbito regulatorio.

Además, la investigación establece parámetros de diseño que se adaptan a condiciones climáticas y geográficas específicas del Perú, proporcionando una guía técnica para la implementación efectiva de GWS. Estos parámetros han sido adoptados a partir de las normativas internacionales y ajustados a las necesidades locales, las cuales comprenden: Primero, áreas drenantes, que sugieren un porcentaje del 5% al 10% de la superficie total, adaptando este valor a las condiciones urbanas y de suelo de cada región. Este rango permite maximizar la retención del agua en áreas donde las precipitaciones son frecuentes y de alta intensidad. Segundo, distancia al nivel freático, con un valor mínimo de 0.6 m asegura que los sistemas de bioretención y otros elementos de infiltración no se saturen rápidamente y mantengan su funcionalidad durante periodos de lluvias continuas. Tercero, profundidad del agua, y es que, un sistema con contenido orgánico en el sustrato entre el 5% y 10%, permite una captación y retención efectiva de contaminantes, promoviendo una filtración natural del agua. Finalmente, pendiente y conductividad, especialmente para zonas con precipitaciones

intensas, se requiere una alta conductividad y pendientes reducidas para minimizar la erosión del suelo. En áreas de menor precipitación, como zonas áridas y costeras, puede emplearse una conductividad moderada, lo cual permite un ajuste según el contexto hídrico y la infraestructura disponible.

Es importante destacar los impactos y beneficios potenciales de la implementación de GWS, puesto que ofrecen una ventaja en la gestión del agua y sostenibilidad urbana, al contribuir a la reducción de la escorrentía y mejora de la calidad de vida en áreas urbanas. Su implementación en ciudades como Arequipa, que enfrenta problemas de inundación debido a la ineficiente infraestructura de drenaje, ayudaría a mitigar los efectos de las lluvias intensas y a reducir el impacto de evento climáticos extremos como el fenómeno del Niño. Además de los beneficios ambientales, los GWS aportan valor social al ofrecer espacios verdes que pueden ser utilizados por las comunidades y beneficios económicos al reducir los costos asociados a los daños por inundación y el mantenimiento de infraestructura gris.

Implementar los GWS como parte de la planificación urbana sostenible en el Perú no solo alivia la presión sobre la infraestructura tradicional, sino que también incrementa la resiliencia de las ciudades frente a proyecciones climáticas de mayor frecuencia e intensidad de lluvias. La infraestructura verde complementa los sistemas de drenaje existentes, ayudando a gestionar eficazmente el agua pluvial y promoviendo una mayor adaptabilidad al cambio climático.

Sin embargo, tomar en cuenta ciertas recomendaciones para la implementación de GWS, ya que enfrenta ciertos desafíos específicos en Perú, tales como la falta de regulación y normativas claras, limitaciones en la disponibilidad del financiamiento, y la resistencia al

cambio en la planificación urbana tradicional. Para facilitar la transición hacia una infraestructura de drenaje más sostenible, se propone lo siguiente:

- **Desarrollo de regulaciones normativas locales:** Es fundamental que las autoridades elaboren una normativa específica, que incluya los requisitos de diseño, construcción y mantenimiento de GWS en áreas urbanas. Esto permitirá que los GWS se integren en la planificación urbana, promoviendo su adopción a nivel municipal y regional.
- **Proyectos piloto y estudios de casos locales:** La implementación de proyectos piloto en diversas regiones del país puede demostrar la efectividad de los GWS en el manejo de aguas pluviales. Estos proyectos servirán como modelo para evaluar los beneficios ambientales, económicos y sociales, por ello ayudarían a adaptar los diseños de GWS a distintos contextos climáticos y geográficos.
- **Formación y capacitación técnica:** Se recomienda que instituciones de investigación que desarrollen programas de formación en infraestructura verde y GWS para ingenieros, arquitectos y planificadores urbanos, con el fin de fortalecer la capacidad técnica en este campo. La capacitación de profesionales locales contribuirá a una implementación más efectiva y a largo plazo de estos sistemas.
- **Sensibilización y educación comunitaria:** La participación de la comunidad es esencial para el éxito de los GWS. Campañas de sensibilización pueden destacar los beneficios de estas soluciones para el bienestar urbano, promoviendo una cultura de sostenibilidad y responsabilidad en el uso del agua.

Estas recomendaciones buscan no solo mejorar la infraestructura urbana y reducir los impactos de las inundaciones, sino también crear ciudades más habitables y sostenibles en el largo plazo, alineándose con los objetivos nacionales e internacionales de adaptación y mitigación climática.

Este análisis abre un amplio y necesario campo de investigación, ya que existe un importante vacío en la investigación sobre este tema. En particular, la adaptación de los GWS a climas áridos y zonas de alta montaña, como los que se encuentran en Perú, representa un área crítica y poco explorada debido a la variabilidad climática y la disponibilidad de agua. Es fundamental diseñar sistemas de bioretención y otros elementos de los GWS que sean efectivos en estos contextos. Además, existe la necesidad de investigar la integración de la infraestructura gris con la infraestructura verde, explorando cómo lograr esta transición de manera efectiva y con costos mínimos de implementación. Esto también pone de relieve la falta de investigación interdisciplinaria que incluya economistas, sociólogos y ecólogos, que puedan aportar una perspectiva integral para superar las barreras sociales y económicas en Perú y América Latina, facilitando una implementación más adecuada y sostenible de estos sistemas.

REFERENCIAS

- (UNDP), U. N. D. P. (2023). *Human Development Report 2023: Uncertain Times, Unsettled Lives - Shaping Our Future in a Transforming World* (N/A). (Human Development Report Series, Issue N/A). U. N. D. P. (UNDP).
- Aivazidou, E., Tsolakis, N., Vlachos, D. P., & Iakovou, E. (2017). Water Footprint Mitigation Strategies for Agrifood Products: The Application of System Dynamics in Green Marketing. *Springer Proceedings in Business and Economics*, https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041386897&doi=10.1007%2f978-3-319-33865-1_35&partnerID=40&md5=82d42443628956789e327ae1275e6b3f
- Ajuntament de Valencia. (2021). Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de València. In. Valencia.
- Aldaya, M. M., Allan, J. A., & Hoekstra, A. Y. (2010). Strategic importance of green water in international crop trade [Article]. *Ecological economics*, 69(4), 887-894. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.001>
- Allende-Prieto, C., Méndez-Fernández, B. I., Sañudo-Fontaneda, L. A., & Charlesworth, S. M. (2018). Development of a geospatial data-based methodology for stormwater management in urban areas using freely-available software [Article]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), Article 1703. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081703>
- Alves, A., Vojinovic, Z., Kapelan, Z., Sanchez, A., & Gersonius, B. (2020). Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood

mitigation [Article]. *Science of the Total Environment*, 703, Article 134980.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134980>

Aly, S. M., ElBanna, N. I., & Fathi, M. (2024). Chlorella in aquaculture: challenges, opportunities, and disease prevention for sustainable development [Review]. *Aquaculture International*, 32(2), 1559-1586. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01229-x>

Andrés-Doménech, I., Anta, J., Perales-Momparler, S., & Rodriguez-Hernandez, J. (2021). Sustainable Urban Drainage Systems in Spain: A Diagnosis. *Sustainability*, 13(5), 2791. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2791>

Anil, M. K., Gomathi, P., Sugi, V. V., Raheem, P. K., Raju, B., Gop, A. P., Santhosh, B., Philipose, K. K., Gopakumar, G., & Gopalakrishnan, A. (2019). Captive maturation, breeding and seed production of Pink ear emperor, *Lethrinus lentjan* (Lacepede, 1802) (Family: Lethrinidae) in recirculating aquaculture system (RAS) [Article]. *Aquaculture*, 503, 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.084>

Anil, M. K., Santhosh, B., Prasad, B. O., & Rani, M. G. (2012). Broodstock development and breeding of black-finned anemone fish *Amphiprion nigripes* regan, 1908 under captive conditions [Article]. *Indian Journal of Fisheries*, 59(1), 77-82. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864454044&partnerID=40&md5=19c11d323afa1b1d0bbac9589be80489>

Anjali, D., & Anjali, S. (2022). Mitigation of Urban Flooding using Blue-Green Infrastructure: A Case of Dehradun City, India [Article]. *Disaster Advances*, 15(11), 50-61. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140337576&partnerID=40&md5=6d27e7c697dc6f8a4d33eb32e12bee2b>

- Anom, G., & Sudarno, S. (2018). Analysis of Implementation Green Infrastructure of Bregas Regional Water Supply System. E3S Web of Conferences, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85059652986&doi=10.1051%2fe3sconf%2f20187307014&partnerID=40&md5=4dc6876bda148271b718daeff89068d3>
- Anuraj, A., Suresh Babu, P. P., Loka, J., Ignatius, B., Santhosh, B., Ramudu, K. R., Sonali, S. M., Srinivas Rao, K., Dube, P., Kumbhar, N., Joseph, S., Joseph, I., Gopalakrishnan, A., & Shirdhankar, M. M. (2021). Induced breeding and larval rearing of vermiculated spinefoot, *Siganus vermiculatus* (Valenciennes, 1835) in indoor conditions [Article]. *Aquaculture*, 539, Article 736600. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736600>
- Archer, N. A. L., Bell, R. A., Butcher, A. S., & Bricker, S. H. (2020). Infiltration efficiency and subsurface water processes of a sustainable drainage system and consequences to flood management [Article]. *Journal of Flood Risk Management*, 13(3), Article e12629. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12629>
- Arosio, M., Martina, M. L. V., Creaco, E., & Figueiredo, R. (2020). Indirect impact assessment of pluvial flooding in urban areas using a graph-based approach: The Mexico city case study [Article]. *Water (Switzerland)*, 12(6), Article 1753. <https://doi.org/10.3390/w12061753>
- Asakawa, S., Yoshida, K., & Yabe, K. (2004). Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan [Article]. *Landscape and Urban Planning*, 68(2-3), 167-182. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00158-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00158-0)

Azevedo, F. S., da Silva, G. J. A., da Silveira, J. A. R., & Barros Filho, M. N. M. (2022).

Hydrological simulation of bioretention: analysis of the efficiency of compensatory techniques to mitigate impacts of urbanization [Article]. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 27(6), 1077-1088. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200349>

Brandão, C., Cameira, M. D. R., Valente, F., Cruz de Carvalho, R., & Paço, T. A. (2017).

Wet season hydrological performance of green roofs using native species under Mediterranean climate [Article]. *Ecological Engineering*, 102, 596-611. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.02.025>

Brazeau, R. H., & Edwards, M. A. (2013). Water and energy savings from on-demand and hot water recirculating systems [Article]. *Journal of Green Building*, 8(1), 75-89.

<https://doi.org/10.3992/jgb.8.1.75>

Campos Rimachi, L. (2023, 04/02/2023). Arequipa: reportan alta incidencia de atoros de desagüe en 5 distritos. *EL BÚHO*. <https://elbuho.pe/2023/02/arequipa-reportan-alta-incidencia-de-atoros-de-desague-en-5-distritos-video/>

Casal-Campos, A., Sadr, S. M. K., Fu, G., & Butler, D. (2018). Reliable, Resilient and Sustainable Urban Drainage Systems: An Analysis of Robustness under Deep Uncertainty [Article]. *Environmental Science and Technology*, 52(16), 9008-9021.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01193>

Casares, P. S., DePippo, K., Schofield, R., & Sewell, N. (2023). Combining small-scale sustainable drainage systems with real-time control systems [Article]. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 177(5), 11-19.

<https://doi.org/10.1680/jcien.23.00123>

CENEPRED. (2023, 27/09/2023). Fenómeno El Niño: 14 regiones del Perú serán afectadas por lluvias más intensas en el 2024. *Infobae Perú*.

<https://www.infobae.com/peru/2023/09/25/fenomeno-el-nino-14-regiones-del-peru-seran-afectadas-por-lluvias-mas-intensas-en-el-2024/>

Chai, H. X., Shen, S. B., Hu, X. B., Tan, S. M., & Wu, H. (2014). Effect of baffled water-holding garden system on disposal of rainwater for green building residential districts [Article]. *Desalination and Water Treatment*, 52(13-15), 2717-2723.

<https://doi.org/10.1080/19443994.2013.807057>

Chai, H. X., Wei, Y. H., Xu, H. Y., & He, Q. (2011). Water conservation: Construction and operation of management and technology systems for green campus [Article]. *Environmental Engineering and Management Journal*, 10(7), 931-936.

<https://doi.org/10.30638/eemj.2011.132>

Chakraborty, K., Chakraborty, R. D., Radhakrishnan, E. V., & Vijayan, K. K. (2010). Fatty acid profiles of spiny lobster (*Panulirus homarus*) phyllosoma fed enriched *Artemia* [Article]. *Aquaculture Research*, 41(10), e393-e403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02469.x>

Chen, J., Wang, S., & Wu, R. (2024). Optimization of the integrated green–gray–blue system to deal with urban flood under multi-objective decision-making [Article]. *Water Science and Technology*, 89(2), 434-453. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.411>

Cheng, C. L. (2003). Evaluating water conservation measures for Green Building in Taiwan [Article]. *Building and Environment*, 38(2), 369-379. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00062-8)

- Cheng, C. L., Peng, J. J., Ho, M. C., Liao, W. J., & Chern, S. J. (2016). Evaluation of water efficiency in green building in Taiwan [Article]. *Water (Switzerland)*, 8(6), Article 236. <https://doi.org/10.3390/w8060236>
- Chua, G. X., Oh, K. S., Yoon, L. W., & Tee, L. H. (2020). Lake Water Treatment Using Green Wall System: Effects of Filter Media Ratio and Lake Water Flow Rate on Treatment Performance [Article]. *Water Conservation Science and Engineering*, 5(3-4), 147-158. <https://doi.org/10.1007/s41101-020-00091-9>
- CIRIA. (2015). The SuDS Manual (C753). In (pp. 968). London: British Library Cataloguing.
- Coombes, P. J. (2018). Status of transforming stormwater drainage to a systems approach to urban water cycle management—moving beyond green pilots [Article]. *Australian Journal of Water Resources*, 22(1), 15-28. <https://doi.org/10.1080/13241583.2018.1465376>
- Cruz, P. S., Andalecio, M. N., Bolivar, R. B., & Fitzsimmons, K. (2008). Tilapia-shrimp polyculture in Negros Island, Philippines: A review [Review]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(6), 713-725. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00207.x>
- D'Ambrosio, R., & Longobardi, A. (2023). Adapting drainage networks to the urban development: An assessment of different integrated approach alternatives for a sustainable flood risk mitigation in Northern Italy [Article]. *Sustainable Cities and Society*, 98, Article 104856. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104856>

- de la Pena, M. R. (2001). Use of juvenile instar diaphanosoma celebensis (stingelin) in hatchery rearing of Asian sea bass lates calcarifer (bloch) [Article]. *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 53(3-4), 128-138.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0035737065&partnerID=40&md5=6a84a79f0b6e7348b7f227f800c36515>
- De Vleeschauwer, K., Weustenraad, J., Nolf, C., Wolfs, V., De Meulder, B., Shannon, K., & Willems, P. (2014). Green-blue water in the city: Quantification of impact of source control versus end-of-pipe solutions on sewer and river floods [Article]. *Water Science and Technology*, 70(11), 1825-1837.
<https://doi.org/10.2166/wst.2014.306>
- Deng, Y., Cardin, M. A., Babovic, V., Santhanakrishnan, D., Schmitter, P., & Meshgi, A. (2013). Valuing flexibilities in the design of urban water management systems [Article]. *Water research*, 47(20), 7162-7174.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.09.064>
- Dong, X., Guo, H., & Zeng, S. (2017). Enhancing future resilience in urban drainage system: Green versus grey infrastructure [Article]. *Water research*, 124, 280-289.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.038>
- dos Santos, M. F. N., Barbassa, A. P., Vasconcelos, A. F., & Ometto, A. R. (2021). Stormwater management for highly urbanized areas in the tropics: Life cycle assessment of low impact development practices [Article]. *Journal of Hydrology*, 598, Article 126409. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126409>
- EEAB. (2018). NS-166 Criterio para diseño y construcción de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SuDS). In. Colombia.

- Ellis, J. B. (2013). Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning [Article]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 24-41. <https://doi.org/10.1080/09640568.2011.648752>
- Ertan, S., & Çelik, R. N. (2021). The assessment of urbanization effect and sustainable drainage solutions on flood hazard by gis [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1-19, Article 2293. <https://doi.org/10.3390/su13042293>
- Espinoza Vigil, A. J., & Carhart, N. J. (2024). Local infrastructure governance in Peru: a systems thinking appraisal. *Infrastructure Asset Management*, 11(3), 145-160. <https://doi.org/10.1680/jinam.22.00037>
- Façanha, F. N., Oliveira-Neto, A. R., Figueiredo-Silva, C., & Nunes, A. J. P. (2016). Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system [Article]. *Aquaculture*, 463, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.05.024>
- Fenner, R., O'Donnell, E., Ahilan, S., Dawson, D., Kapetas, L., Krivtsov, V., Ncube, S., & Vercruysse, K. (2019). Achieving urban flood resilience in an uncertain future [Article]. *Water (Switzerland)*, 11(5), Article 1082. <https://doi.org/10.3390/w11051082>
- Forte, J. M., Nogueira, L. F. F., dos Santos Rocha, R., Maggioni, R., & de Sousa, O. V. (2019). Multienzymatic capacity of cultivable intestinal bacteria from captive *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) shrimp reared in green water [Article]. *Aquaculture International*, 27(6), 1813-1824. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00431-0>

- Fraga, J. P. R., Okumura, C. K., Guimarães, L. F., Arruda, R. N., Becker, B. R., de Oliveira, A. K. B., Veról, A. P., & Miguez, M. G. (2022). Cost-benefit analysis of sustainable drainage systems considering ecosystems services benefits: case study of canal do mangue watershed in Rio de Janeiro city, Brazil [Article]. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(2), 695-712. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02221-w>
- García-Colin, J. C., Díaz-Delgado, C., Salinas Tapia, H., Fonseca Ortiz, C. R., Esteller Alberich, M. V., Bâ, K. M., & García Pulido, D. (2023). Design of a Bioretention System with Water Reuse for Urban Agriculture through a Daily Water Balance [Article]. *Water (Switzerland)*, 15(19), Article 3477. <https://doi.org/10.3390/w15193477>
- Gavioli, I. L., de Ortiz, D. O., Bersano, J. G. F., & Vidal, E. A. G. (2022). Connecting polarized light and water turbidity with feeding rates in *Octopus americanus* paralarvae [Article]. *Journal of the World Aquaculture Society*, 53(1), 241-257. <https://doi.org/10.1111/jwas.12824>
- Ghosh, P., Sudarsan, J. S., & Nithiyantham, S. (2024). Nature-Based Disaster Risk Reduction of Floods in Urban Areas [Article]. *Water Resources Management*, 38(6), 1847-1866. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03757-4>
- Glencross, B., Irvin, S., Arnold, S., Blyth, D., Bourne, N., & Preston, N. (2014). Effective use of microbial biomass products to facilitate the complete replacement of fishery resources in diets for the black tiger shrimp, *Penaeus monodon* [Article]. *Aquaculture*, 431, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.02.033>
- Government of Malaysia, D. o. I. a. D. (2012). Urban Stormwater Management Manual for Malaysia. In. Kuala Lumpur.

- Graceson, A., Hare, M., Monaghan, J., & Hall, N. (2013). The water retention capabilities of growing media for green roofs [Article]. *Ecological Engineering*, 61(PA), 328-334. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.09.030>
- Grammatikopoulou, I., Sylla, M., & Zoumides, C. (2020). Economic evaluation of green water in cereal crop production: A production function approach [Article]. *Water Resources and Economics*, 29, Article 100148. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.100148>
- Green, D., O'Donnell, E., Johnson, M., Slater, L., Thorne, C., Zheng, S., Stirling, R., Chan, F. K. S., Li, L., & Boothroyd, R. J. (2021). Green infrastructure: The future of urban flood risk management? *WIREs Water*, 8(6), e1560. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wat2.1560>
- Gunasekara, R., Pecnik, G., Girvan, M., & De La Rosa, T. (2018). Delivering integrated water management benefits: The North West Bicester development, UK [Article]. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water Management*, 171(2), 110-121. <https://doi.org/10.1680/jwama.16.00119>
- Guo, J., Huang, Y., Salze, G., Roy, L. A., & Davis, D. A. (2020). Use of plant-based protein concentrates as replacement for fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under high stocking density and low salinity conditions [Article]. *Aquaculture Nutrition*, 26(2), 225-232. <https://doi.org/10.1111/anu.12982>
- Haghighatafshar, S., Yamanee-Nolin, M., Klinting, A., Roldin, M., Gustafsson, L. G., Aspegren, H., & Jönsson, K. (2019). Hydroeconomic optimization of mesoscale

blue-green stormwater systems at the city level [Article]. *Journal of Hydrology*, 578, Article 124125. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124125>

Hamdy, A. (2014). Transition Towards Green Water Economies: Surrounding Issues and Needed Capacity Development. *Global Environment*, 7(2), 352-380. <https://doi.org/doi:10.3197/ge.2014.070205>

Hassan, W. H., Nile, B. K., & Kadhim, Z. K. (2024). Effect of climate change on the flooding of storm water networks under extreme rainfall events using SWMM simulations: a case study [Article]. *Modeling Earth Systems and Environment*, 10(3), 4129-4161. <https://doi.org/10.1007/s40808-024-01998-1>

Hatibu, N., & Rockström, J. (2005). Green-blue water system innovations for upgrading of smallholder farming systems - A policy framework for development [Article]. *Water Science and Technology*, 51(8), 121-131. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0241>

Hoff, H., Falkenmark, M., Gerten, D., Gordon, L., Karlberg, L., & Rockström, J. (2010). Greening the global water system [Article]. *Journal of Hydrology*, 384(3-4), 177-186. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.06.026>

Hu, H., Tian, Z., Sun, L., Wen, J., Liang, Z., Dong, G., & Liu, J. (2019). Synthesized trade-off analysis of flood control solutions under future deep uncertainty: An application to the central business district of Shanghai [Article]. *Water research*, 166, Article 115067. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115067>

Hung, P., & Peng, K. (2017). Green-energy, water-autonomous greenhouse system: An alternative-technology approach towards sustainable smart-green vertical greening

in smart cities [Article]. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 5(1), 55-70. https://doi.org/10.14246/irspsd.5.1_55

Izquierdo, M., Forster, I., Divakaran, S., Conquest, L., Decamp, O., & Tacon, A. (2006). Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* [Article]. *Aquaculture Nutrition*, 12(3), 192-202. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00385.x>

James, J., Dahl, S., Teichert-Coddington, D., Kelly, A. M., Creel, J. D., Beck, B. H., Butts, I. A. E., & Roy, L. A. (2024). Cohabitation of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultured in low salinity water [Article]. *Aquaculture Reports*, 36, Article 102081. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102081>

Jia, R., Ou, D., Zhang, J., & Fang, S. (2011). The construction and application of green residential community water-saving evaluation system. *Applied Mechanics and Materials*, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80054982762&doi=10.4028%2fwww.scientific.net%2fAMM.71-78.393&partnerID=40&md5=bc9e2e791f994b29bac51016b801b45b>

Jin, M., Lancia, M., Tian, Y., Viaroli, S., Andrews, C., Liu, J., & Zheng, C. (2022). The Role of Aquifers in Sustaining the Sponge City Concept in Chinese High-Density Housing [Article]. *Water (Switzerland)*, 14(6), Article 929. <https://doi.org/10.3390/w14060929>

Joyce, J., Chang, N. B., Harji, R., Ruppert, T., & Imen, S. (2017). Developing a multi-scale modeling system for resilience assessment of green-grey drainage infrastructures

under climate change and sea level rise impact [Article]. *Environmental Modelling and Software*, 90, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.11.026>

Justin, M. G., Bergen, J. M., Emmanuel, M. S., & Roderick, K. G. (2018). Mapping the gap of water and erosion control measures in the rapidly urbanizing Mbezi River catchment of Dar es Salaam [Article]. *Water (Switzerland)*, 10(1), Article 64. <https://doi.org/10.3390/w10010064>

Kalantzis, A., Thatcher, A., & Sheridan, C. (2016). Mental models of a water management system in a green building [Article]. *Applied Ergonomics*, 57, 36-47. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.04.007>

Keys, P. W., & Falkenmark, M. (2018). Green water and African sustainability [Article]. *Food Security*, 10(3), 537-548. <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0790-7>

Khodadad, M., Aguilar-Barajas, I., & Khan, A. Z. (2023). Green Infrastructure for Urban Flood Resilience: A Review of Recent Literature on Bibliometrics, Methodologies, and Typologies. *Water*, 15(3), 523. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/3/523>

Kim, M., Song, K., & Chon, J. (2021). Key coastal landscape patterns for reducing flood vulnerability [Article]. *Science of the Total Environment*, 759, Article 143454. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143454>

Köppen, W. (1936). *Das geographische System der Klimate* (1st edition ed., Vol. N/A). Gebrüder Borntraeger.

Krishnani, K. K., Kathiravan, V., Natarajan, M., Kailasam, M., & Pillai, S. M. (2010). Diversity of sulfur-oxidizing bacteria in greenwater system of coastal aquaculture

[Article]. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 162(5), 1225-1237.

<https://doi.org/10.1007/s12010-009-8886-3>

Lee, J., Bae, K. H., & Younos, T. (2018). Conceptual framework for decentralized green water-infrastructure systems [Article]. *Water and Environment Journal*, 32(1), 112-117. <https://doi.org/10.1111/wej.12305>

Lhamidi, K., El Khattabi, J., Nguyen, H. D., & Aljer, A. (2024). Hydrological Performance Assessment of Low-Impact Development Practices: A Vegetated Swale Case Study [Article]. *Water (Switzerland)*, 16(14), Article 2018. <https://doi.org/10.3390/w16142018>

Li, J., & Burian, S. J. (2023). Evaluating real-time control of stormwater drainage network and green stormwater infrastructure for enhancing flooding resilience under future rainfall projections [Article]. *Resources, Conservation and Recycling*, 198, Article 107123. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107123>

Lin, M., Tang, J., & Liu, M. (2019). Sponge city planning of Dalian based on functional division of natural ecological environment [Article]. *Ekoloji*, 28(107), 3557-3567, Article e107399. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063963627&partnerID=40&md5=6dd172fa019ad7f633b1c63b7431c8df>

Linh, N. K., Khoa, T. N. D., Zainathan, S. C., Musa, N., Musa, N., & Shaharom-Harrison, F. (2017). Development of mud crab crablet, the identification of ciliates and the bioefficacy of leaf extract of *Rhizophora apiculata* as anti-protozoal agent [Article]. *Journal of Sustainability Science and Management*, 12(2), 52-62. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039850334&partnerID=40&md5=2c472667421270c723ccb8d69a72d59a>

- Liu, D., Wang, D., Du, G., Yuan, S., Yu, C., Zhao, M., Fang, L., Fu, Y., Zhang, W., & Liu, H. (2022). Planning of Water-Saving Green Space System Based on GIS Technology and Archydrodata Model [Article]. *Water Resources*, 49(4), 733-742. <https://doi.org/10.1134/S0097807822040121>
- Liu, L., Chun, K. P., & Mijic, A. (2024). A meta-model for understanding ‘green-red loop’ social-water interactions at a global scale [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 468, Article 143064. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143064>
- Liu, W., Liu, X., Yang, H., Ciais, P., & Wada, Y. (2022). Global Water Scarcity Assessment Incorporating Green Water in Crop Production [Article]. *Water Resources Research*, 58(1), Article e2020WR028570. <https://doi.org/10.1029/2020WR028570>
- Liut, D. A., Weems, K. M., & Yen, T. G. (2013). A quasi-three-dimensional finite-volume shallow water model for green water on deck [Article]. *Journal of Ship Research*, 57(3), 125-140. <https://doi.org/10.5957/JOSR.57.3.120004>
- Loc, H. H., Duyen, P. M., Ballatore, T. J., Lan, N. H. M., & Das Gupta, A. (2017). Applicability of sustainable urban drainage systems: an evaluation by multi-criteria analysis [Article]. *Environment Systems and Decisions*, 37(3), 332-343. <https://doi.org/10.1007/s10669-017-9639-4>
- Lu, P., & Sun, Y. (2023). Scenario-based hydrodynamic simulation of adaptive strategies for urban design to improve flood resilience: A case study of the Mingzhu Bay Region, Guangzhou, Greater Bay Area [Article]. *River Research and Applications*, 39(7), 1425-1436. <https://doi.org/10.1002/rra.3913>

- Marques, P., Illyes, E., McCauley, S., Jackson, D. A., Michalakos, D., Ferzoco, I. M. C., Timms, L., Murray, R. L., MacFarlane, Z. S., Duval, T. P., Dolson, R., Din, S., Pebesma, D., Kirkwood, A. E., Turner, N. A., Clayton, J., Horton, K., Boston, C. M., Sapozhnikova, E., . . . Mandrak, N. E. (2024). Ecosystem functions and services in urban stormwater ponds: Co-producing knowledge for better management [Article]. *Ecological Solutions and Evidence*, 5(3), Article e12366. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12366>
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1160-1177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>
- Masum, M., & Ali Akbar, M. (2019). The Pacific Ring of Fire is Working as a Home Country of Geothermal Resources in the World. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 249(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/249/1/012020>
- McClymont, K., Fernandes Cunha, D. G., Maidment, C., Ashagre, B., Vasconcelos, A. F., Batalini de Macedo, M., Nóbrega dos Santos, M. F., Gomes Júnior, M. N., Mendiondo, E. M., Barbassa, A. P., Rajendran, L., & Imani, M. (2020). Towards urban resilience through Sustainable Drainage Systems: A multi-objective optimisation problem [Article]. *Journal of Environmental Management*, 275, Article 111173. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111173>
- Meldrum, A., & Mickovski, S. B. (2017). Development of an independent hydrology audit methodology to support flood risk assessment in the planning process in Scotland

[Article]. *Water and Environment Journal*, 31(4), 559-571.

<https://doi.org/10.1111/wej.12279>

Michael, E., Agajo, J., Osanaiye, O. A., & Oyinbo, A. M. (2019). Design of a green iot based water monitoring system for metropolitan city. 2019 15th International Conference on Electronics, Computer and Computation, ICECCO 2019, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083506550&doi=10.1109%2fICECCO48375.2019.9043294&partnerID=40&md5=b14fc9dc8561af599a2bcba1fac0247c>

Ministère de l'Environnement, d. l. L. c. l. c. c., de la Faune et des Parcs (2024). Guide de Gestion des eaux Pluviales. In. Québec.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). Norma OS.010: Captación y Conducción de agua para consumo humano. In *Obras de Saneamiento*.

Mobini, S., Becker, P., Larsson, R., & Berndtsson, R. (2020). Systemic Inequity in Urban Flood Exposure and Damage Compensation. *Water*, 12(11), 3152. <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/11/3152>

Molnar-Tanaka, K., & Surminski, S. (2024). Nature-based solutions for flood management in Asia and the Pacific. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/f4c7bcbe-en>

Mora-Melià, D., López-Aburto, C. S., Ballesteros-Pérez, P., & Muñoz-Velasco, P. (2018). Viability of green roofs as a flood mitigation element in the central region of Chile [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), Article 1130. <https://doi.org/10.3390/su10041130>

- Morshedi, V., Hamed, S., Pourkhazaei, F., Torfi Mozanzadeh, M., Tamadoni, R., Ebadi, M., Esmaili, A., Azodi, M., & Gisbert, E. (2021). Larval rearing and ontogeny of digestive enzyme activities in yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*, Houttuyn 1782) [Article]. *Comparative Biochemistry and Physiology -Part A : Molecular and Integrative Physiology*, 261, Article 111044. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2021.111044>
- Mottaghi, M., Aspegren, H., & Jönsson, K. (2016). Integrated urban design and open storm drainage in our urban environments: Merging drainage techniques into our city's urban spaces [Article]. *Water Practice and Technology*, 11(1), 118-126. <https://doi.org/10.2166/wpt.2016.016>
- Mugume, S. N., Kibibi, H., Sorensen, J., & Butler, D. (2024). Can Blue-Green Infrastructure enhance resilience in urban drainage systems during failure conditions? *Water Science and Technology*, 89(4), 915-944. <https://doi.org/10.2166/wst.2024.032>
- Noori, F., Morshedi, V., Mozanzadeh, M. T., Hamed, S., Bahabadi, M. N., Jafari, F., Azodi, M., & Agh, N. (2024). Enrichment of live foods with arachidonic acid enhanced stress resistance, digestive enzyme activity, and total antioxidant capacity in yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) larvae [Article]. *Aquaculture International*, 32(4), 3747-3766. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01348-5>
- O'Donnell, E., Thorne, C., Ahilan, S., Arthur, S., Birkinshaw, S., Butler, D., Dawson, D., Everett, G., Fenner, R., Glenis, V., Kapetas, L., Kilsby, C., Krivtsov, V., Lamond, J., Maskrey, S., O'Donnell, G., Potter, K., Vercruysse, K., Vilcan, T., & Wright, N. (2020). The blue-green path to urban flood resilience [Article]. *Blue-Green Systems*, 2(1), 28-45. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.199>

- OMM. (2021, 31/08/2021). Los desastres de índole meteorológica han aumentado en los últimos 50 años y han causado más daños, pero menos muertes. *Latest WMO News*. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-desastres-de-índole-meteorológica-han-aumentado-en-los-últimos-50>
- Ong, Q. M., Fotedar, R., & Ho, T. T. T. (2019). Impact of different rearing systems on survival, growth and quality of mud crab (*Scylla paramamosain*) megalopae reared from early zoeae [Article]. *Aquaculture International*, 27(6), 1673-1687. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00421-2>
- ONU. (2023). Comienza el fenómeno de El Niño. *Noticias ONU*
Mirada global Historias humanas. <https://news.un.org/es/story/2023/07/1522477>
- Papandroulakis, N., Divanach, P., Anastasiadis, P., & Kentouri, M. (2001). The pseudo-green water technique for intensive rearing of sea bream (*Sparus aurata*) larvae [Article]. *Aquaculture International*, 9(3), 205-216. <https://doi.org/10.1023/A:1016813623122>
- Pappalardo, V., La Rosa, D., Campisano, A., & La Greca, P. (2017). The potential of green infrastructure application in urban runoff control for land use planning: A preliminary evaluation from a southern Italy case study [Article]. *Ecosystem Services*, 26, 345-354. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.04.015>
- Pearlmutter, D., Pucher, B., Calheiros, C. S. C., Hoffmann, K. A., Aicher, A., Pinho, P., Stracqualursi, A., Korolova, A., Pobric, A., Galvão, A., Tokuç, A., Bas, B., Theochari, D., Milosevic, D., Giancola, E., Bertino, G., Castellar, J. A. C., Flaszynska, J., Onur, M., . . . Nehls, T. (2021). Closing water cycles in the built

environment through nature-based solutions: The contribution of vertical greening systems and green roofs [Article]. *Water (Switzerland)*, 13(16), Article 2165. <https://doi.org/10.3390/w13162165>

Phuong, N. T., Hai, T. N., Hien, T. T. T., Bui, T. V., Huong, D. T. T., Son, V. N., Morooka, Y., Fukuda, Y., & Wilder, M. N. (2006). Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology [Review]. *Fisheries Science*, 72(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2006.01109.x>

Piazza, P., & Ursino, N. (2023). On the Reason to Implement a Sustainable Urban Drainage Nature-Based Solution to Decrease Flood Threat: A Survey [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), Article 9798. <https://doi.org/10.3390/su15129798>

Pilotto, M. R., Argenta, N., Forte, J. M., Hostins, B., Menezes, F. G. R., Maggioni, R., de Sousa, O. V., Wasielesky, W., Rosa, R. D., & Perazzolo, L. M. (2020). Environmental rearing conditions are key determinants of changes in immune gene expression patterns in shrimp midgut [Article]. *Developmental and Comparative Immunology*, 106, Article 103618. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103618>

Pirouz, B., Palermo, S. A., & Turco, M. (2021). Improving the efficiency of green roofs using atmospheric water harvesting systems (An innovative design) [Article]. *Water (Switzerland)*, 13(4), Article 546. <https://doi.org/10.3390/w13040546>

Qin, H. P., Li, Z. X., & Fu, G. (2013). The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics [Article]. *Journal of Environmental Management*, 129, 577-585. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.026>

- Ranjan, R., Megarajan, S., Xavier, B., Ghosh, S., Santhosh, B., & Gopalakrishnan, A. (2018). Broodstock development, induced breeding and larval rearing of Indian pompano, *Trachinotus mookalee*, (Cuvier, 1832) – A new candidate species for aquaculture [Article]. *Aquaculture*, 495, 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.039>
- Reis, J., Weldon, A., Ito, P., Stites, W., Rhodes, M., & Davis, D. A. (2021). Automated feeding systems for shrimp: Effects of feeding schedules and passive feedback feeding systems [Article]. *Aquaculture*, 541, Article 736800. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736800>
- Rhoads, W. J., Pruden, A., & Edwards, M. A. (2016). Survey of green building water systems reveals elevated water age and water quality concerns [Review]. *Environmental Science: Water Research and Technology*, 2(1), 164-173. <https://doi.org/10.1039/c5ew00221d>
- Rodríguez-Rojas, M. I., Garrido-Jiménez, F. J., Abarca-Álvarez, F. J., & Vallecillos-Siles, M. R. (2024). Advances in the Integration of Sustainable Drainage Systems into Urban Planning: A Case Study [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 16(7), Article 2658. <https://doi.org/10.3390/su16072658>
- Rosatto, H. G., Laureda, D., Perez, D., Barrera, D., Meyer, M., Gamboa, P., Villalba, G., Friedrich, M., Bargiela, M., Rodríguez Plaza, L., Calvo, G., Miranda, M., Iñigo, M., & Quaintenne, E. (2010). Water retention efficiency of green roof systems. 42, 213-219.
- Roustaian, P., Kamarudin, M. S., Omar, H., Saad, C. R., & Ahmad, M. H. (1999). Changes in fatty acid profile during larval development of freshwater prawn *Macrobrachium*

rosenbergii (de Man) [Article]. *Aquaculture Research*, 30(11-12), 815-824.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00403.x>

Ruangrit, K., Whangchai, N., Pekkoh, J., Ruangyuttikarn, W., & Peerapornpisal, Y. (2011).

First report on microcystins contamination in giant freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii) and Nile tilapia (Tilapia nilotica) cultured in earthen ponds [Article]. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(6), 1025-1028.

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-82455172061&partnerID=40&md5=5146f8c7f006cb2ea1b5c952fd650ecf)

[82455172061&partnerID=40&md5=5146f8c7f006cb2ea1b5c952fd650ecf](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-82455172061&partnerID=40&md5=5146f8c7f006cb2ea1b5c952fd650ecf)

Saadat Foomani, M., & Malekmohammadi, B. (2020). Site selection of sustainable urban drainage systems using fuzzy logic and multi-criteria decision-making [Article].

Water and Environment Journal, 34(4), 584-599. <https://doi.org/10.1111/wej.12487>

Sage, J., Berthier, E., & Gromaire, M. C. (2015). Stormwater Management Criteria for On-Site Pollution Control: A Comparative Assessment of International Practices [Article]. *Environmental Management*, 56(1), 66-80.

<https://doi.org/10.1007/s00267-015-0485-1>

Sales, R., Mélo, R. C. S., de Moraes, R. M., da Silva, R. C. S., Cavalli, R. O., do Amaral Ferraz Navarro, D. M., & de Souza Santos, L. P. (2016). Production and use of a flocculated paste of Nannochloropsis oculata for rearing newborn seahorse Hippocampus reidi [Article]. *Algal Research*, 17, 142-149.

<https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.04.024>

Salvador, C. d. A. y. O. d. P. d. Á. M. d. S. (2021). Resumen Ejecutivo de la Guía Técnica para el diseño de SUDS en el AMSS. In.

- Sánchez, D. R., Fox, J. M., Gatlin, D., & Lawrence, A. L. (2012). Dietary effect of squid and fish meals on growth and survival of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the presence or absence of phytoplankton in an indoor tank system [Article]. *Aquaculture Research*, 43(12), 1880-1890. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02997.x>
- Sánchez, D. R., Fox, J. M., Gatlin, D., & Lawrence, A. L. (2014). Dietary effect of fish oil and soybean lecithin on growth and survival of juvenile *Litopenaeus vannamei* in the presence or absence of phytoplankton in an indoor system [Article]. *Aquaculture Research*, 45(8), 1367-1379. <https://doi.org/10.1111/are.12083>
- Saneamiento, M. d. V. C. y. (2021). Modificación de la Norma Técnica OS.060 Drenaje Pluvial Urbano a Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del Reglamento Nacional de Edificaciones. In *Resolución Ministerial N° 126-2021-Vivienda*.
- Schmitt, T. G., & Scheid, C. (2020). Evaluation and communication of pluvial flood risks in urban areas. *WIREs Water*, 7(1), e1401. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wat2.1401>
- Schmitter, P., Goedbloed, A., Galelli, S., & Babovic, V. (2016). Effect of catchment-scale green roof deployment on stormwater generation and reuse in a tropical city [Article]. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142(7), Article 05016002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000643](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000643)
- Schroeder, D. W., Tsegaye, S., Singleton, T. L., & Albrecht, K. K. (2022). GIS-and ICPR-Based Approach to Sustainable Urban Drainage Practices: Case Study of a Development Site in Florida [Article]. *Water (Switzerland)*, 14(10), Article 1557. <https://doi.org/10.3390/w14101557>

SENAHMI. (2023, 27/09/2023). Fenómeno El Niño: 14 regiones del Perú serán afectadas por lluvias más intensas en el 2024. *Infobae Perú*.

<https://www.infobae.com/peru/2023/09/25/fenomeno-el-nino-14-regiones-del-peru-seran-afectadas-por-lluvias-mas-intensas-en-el-2024/>

Seyedashraf, O., Bottacin-Busolin, A., & Harou, J. J. (2022). A design framework for considering spatial equity in sustainable urban drainage infrastructure [Article]. *Sustainable Cities and Society*, 85, Article 103960.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103960>

Shakya, S., Tamaddun, K. A., Stephen, H., & Ahmad, S. (2019). Urban runoff and pollutant reduction by retrofitting green infrastructure in storm water management system. World Environmental and Water Resources Congress 2019: Water, Wastewater, and Stormwater; Urban Water Resources; and Municipal Water Infrastructure - Selected Papers from the World Environmental and Water Resources Congress 2019,

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067286958&doi=10.1061%2F9780784482360.010&partnerID=40&md5=fe5161824940040d33e3467458dc9022>

Shang, K., Zhuo, L., Yang, X., Yue, Z., Zhao, D., & Wu, P. (2021). Emergy analysis of the blue and green water resources in crop production systems [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 319, Article 128666.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128666>

Soltani, R., Pelalak, R., Pishnamazi, M., Marjani, A., Albadarin, A. B., Sarkar, S. M., & Shirazian, S. (2021). A novel and facile green synthesis method to prepare

LDH/MOF nanocomposite for removal of Cd(II) and Pb(II) [Article]. *Scientific Reports*, 11(1), Article 1609. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81095-w>

Tang, Y. T., Chan, F. K. S., O'Donnell, E. C., Griffiths, J., Lau, L., Higgitt, D. L., & Thorne, C. R. (2018). Aligning ancient and modern approaches to sustainable urban water management in China: Ningbo as a “Blue-Green City” in the “Sponge City” campaign [Article]. *Journal of Flood Risk Management*, 11(4), Article e12451. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12451>

Thomas, D., Kailasam, M., Rekha, M. U., Jani Angel, R., Sukumaran, K., Sivaramakrishnan, T., Raja Babu, D., Subburaj, R., Thiagarajan, G., & Vijayan, K. K. (2020). Captive maturation, breeding and seed production of the brackishwater ornamental fish silver moony, *Monodactylus argenteus* (Linnaeus, 1758) [Article]. *Aquaculture Research*, 51(11), 4713-4723. <https://doi.org/10.1111/are.14816>

Thomas, S., & Madhusoodana Kurup, B. (2011). Standardisation of stocking density in the larviculture of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) using modified static green water system [Article]. *Indian Journal of Fisheries*, 58(3), 73-78. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864412518&partnerID=40&md5=3294661e8ee084bd21c304933c6c7253>

van Oorschot, J., Slootweg, M., Remme, R. P., Sprecher, B., & van der Voet, E. (2024). Optimizing green and gray infrastructure planning for sustainable urban development [Article]. *npj Urban Sustainability*, 4(1), Article 41. <https://doi.org/10.1038/s42949-024-00178-5>

- Veettil, A. V., & Mishra, A. K. (2016). Water security assessment using blue and green water footprint concepts [Article]. *Journal of Hydrology*, 542, 589-602.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.09.032>
- Wang, J., Liu, J., Mei, C., Wang, H., & Lu, J. (2022). A multi-objective optimization model for synergistic effect analysis of integrated green-gray-blue drainage system in urban inundation control [Article]. *Journal of Hydrology*, 609, Article 127725.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127725>
- Wang, N., Li, H., Zhang, J., Deng, J., & She, L. (2023). Research on Sustainable Evaluation Model of Sponge City Based on Emergy Analysis [Article]. *Water (Switzerland)*, 15(1), Article 32. <https://doi.org/10.3390/w15010032>
- Webber, J. L., Fu, G., & Butler, D. (2018). Rapid surface water intervention performance comparison for urban planning [Article]. *Water Science and Technology*, 77(8), 2084-2092. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.122>
- Winker, M., Gehrmann, S., Schramm, E., Zimmermann, M., & Rudolph-Cleff, A. (2019). Chapter 21 - Greening and Cooling the City Using Novel Urban Water Systems: A European Perspective. In A. K. Sharma, T. Gardner, & D. Begbie (Eds.), *Approaches to Water Sensitive Urban Design* (pp. 431-454). Woodhead Publishing.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812843-5.00021-6>
- Xu, C., Tang, T., Jia, H., Xu, M., Xu, T., Liu, Z., Long, Y., & Zhang, R. (2019). Benefits of coupled green and grey infrastructure systems: Evidence based on analytic hierarchy process and life cycle costing. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104478.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104478>

- Yang, W., & Zhang, J. (2021). Assessing the performance of gray and green strategies for sustainable urban drainage system development: A multi-criteria decision-making analysis [Article]. *Journal of Cleaner Production*, 293, Article 126191. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126191>
- Yang, Y., Wang, H., Li, Y., Zhang, L., & Zhao, Y. (2023). New green development indicator of water resources system based on an improved water resources ecological footprint and its application [Article]. *Ecological Indicators*, 148, Article 110115. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110115>
- Yao, Y., Li, J., Jiang, Y., & Huang, G. (2023). Evaluating the response and adaptation of urban stormwater systems to changed rainfall with the CMIP6 projections [Article]. *Journal of Environmental Management*, 347, Article 119135. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119135>
- Zaręba, A., Krzemińska, A., Adynkiewicz-Piragas, M., Widawski, K., van der Horst, D., Grijalva, F., & Monreal, R. (2022). Water Oriented City—A ‘5 Scales’ System of Blue and Green Infrastructure in Sponge Cities Supporting the Retention of the Urban Fabric [Article]. *Water (Switzerland)*, 14(24), Article 4070. <https://doi.org/10.3390/w14244070>
- Zhang, B., Xie, G., Xue, K., Wang, J., Xiao, Y., & Zhang, C. (2011). Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing [Article]. *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica*, 31(13), 3839-3845. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79960884806&partnerID=40&md5=a94df2629619ccc4876ce6676cc97b27>

- Zhang, C., Zhao, C., Tian, Y., & He, L. (2013). Ecological effect of water cyclic utilization in green architecture. *Advanced Materials Research*, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878512962&doi=10.4028%2fwww.scientific.net%2fAMR.689.198&partnerID=40&md5=08384b2b4f682a37b131f566e98d3d41>
- Zhang, D., Gersberg, R. M., Ng, W. J., & Tan, S. K. (2017). Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin, Germany [Article]. *Urban Water Journal*, 14(2), 113-124. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2015.1076488>
- Zhang, Z., Paschalis, A., & Mijic, A. (2021). Planning London's green spaces in an integrated water management approach to enhance future resilience in urban stormwater control [Article]. *Journal of Hydrology*, 597, Article 126126. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126126>
- Zhou, Q., Panduro, T. E., Thorsen, B. J., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2013). Adaption to extreme rainfall with open urban drainage system: An integrated hydrological cost-benefit analysis [Article]. *Environmental Management*, 51(3), 586-601. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-0010-8>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>
- Zischg, J., Zeisl, P., Winkler, D., Rauch, W., & Sitzenfrie, R. (2018). On the sensitivity of geospatial low impact development locations to the centralized sewer network [Article]. *Water Science and Technology*, 77(7), 1851-1860. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.060>

ANEXOS

ANEXO 01

COVER LETTER RESPONSE TO REVIEWERS – ROUND 1

Cover Letter and Response to Reviewers Comments

Review 1 – Review of Green Water Systems for Urban Flood Resilience:

Literature and Codes (ID: water-3239531)

6th October 2024

Dear Reviewers.

We would like to thank you all very much for your time reading our paper and providing positive comments but also areas for improvement of the paper. We have considered all points carefully and presented our responses below in red font. We hope this provides sufficient response and we look forward to a positive outcome for the progress of the paper.

Your sincerely,

The Authors.

Response to Reviewer 1 Comments

1. Point-by-point response to Comments and Suggestions for Authors

Comments 1: The Introduction is too long and should be reorganized into an initial general framework and subsections for each analyzed topic.

Response 1: *The authors appreciate the reviewer's comment, and in response, Section 2, titled "Background," has been added to improve the manuscript's organization and to enhance the clarity of the paper's purpose. This section can be found in line 67.*

Comments 2: Section 2 Materials and Methods contains parts related to the results, which should be moved to the relative section

Response 2: *In response to the reviewer's comment, the relevant sections concerning the results have been added to the appropriate section. Consequently, the "Results" section now begins on line 282.*

Comments 3: There are some typos, such as the terms "The research proposes a standardized definition of GWS", repeated twice in lines 18 and 19, and "highest", repeated twice in lines 84 and 85.

Response 3: *The authors have corrected the typographical errors noted in lines 15-21 and 97. We appreciate the reviewer for their thorough examination of our manuscript.*

Response to Reviewer 2 Comments

2. Point-by-point response to Comments and Suggestions for Authors

Comments 1: How do the authors propose integrating lessons from Asia into Peru's flood management strategies, given its unique hydrological conditions influenced by El Niño?

Response 1: *The authors propose the integration of lessons from Asia in Peru in the "Discussion" section that starts with "Compared to the strategies...." on lines 679-698. As a consequence of the valuable comment made by the reviewer, some examples implemented by the Asian continent were mentioned in order to achieve a better understanding and comparison of the hydrological conditions present in both scenarios in the "Results" section that starts with "For example, Molnar-Tanaka and Suminski [67] ..." in lines 364-379.*

Comments 2: What challenges do the authors anticipate in balancing Green Infrastructure (GI) and Nature-Based Solutions (NBS) with existing gray infrastructure in Peru's developing urban areas (Lines 121–133)?

Response 2: *We thank the reviewer for his comment on the challenges in developing urban areas in Peru, regarding the balance between Green Infrastructure (GI) and Nature-Based Solutions (NBS) in contrast to grey infrastructure. The "Background" section, lines 147-159, starting with "In Peru, some...", has been adjusted to address this issue.*

Comments 3: What specific gaps in GWS literature do the authors believe should be explored, particularly for regions with less representation like Latin America.

Response 3: *We appreciate this comment from the reviewer, as it highlights the importance of clarifying the potential scope of research in Latin America. The response to this can be found in the "Results" section, beginning with "There is an urgent..." in lines 530-542.*

Comments 4: How did the authors determine which broader papers were relevant, and did they apply additional filters beyond keywords like "urban," "flood," and "drainage" (Lines 270–272)?

Response 4: *The response to this observation can be found in the "Green Analysis" section, starting with the phrase "The papers retrieved ..." in the specified lines 347-352.*

Comments 5: How do the authors reconcile the concept of GWS between aquaculture and urban flood management, and are there technologies from aquaculture that can be adapted?

Response 5: *The authors address this observation in the "Discussion" section, specifically in lines 699-714, starting with "This article explores...". In this section, they emphasize the significance of the reviewer's comment by proposing how Green Water Systems (GWS),*

from the perspective of aquaculture, can incorporate concepts relevant to flood management in urban environments.

Comments 6: Table 1 indicates that GWS-related research is unevenly distributed across countries (e.g., with significant representation from India, Brazil, and the U.S.). How might this geographic bias in the research affect the applicability of findings to countries like Peru, which have distinct climatic and economic challenges? Do you believe there is a risk of overspecialization in certain regions or disciplines (such as aquaculture), and how would you address this in future research?

Response 6: *The data addressing this observation can be found in the "Results" section, where information has been added to answer the reviewer's question. Starting with "Moreover, the climatic and geographical..." in lines 516-528.*

Comments 7: Could the authors provide more detail on the major gaps in defining GWS for urban flood resilience and the key components needed for a standardized definition (Lines 395–404)?

Response 7: *The authors addressed this observation in the "Results" section, beginning with "The main gap ..." in lines 472-484. Additionally, Table 5 has been included to*

reinforce the idea of a standardized definition. We appreciate the reviewer's insightful comment.

Comments 8: The comparison of SUDS design parameters across multiple countries (Table 5) reveals significant variations in factors such as slope, water depth, and system width. How do these variations reflect the differing environmental conditions and urban infrastructure in each country? For instance, would the system depth or conductivity values recommended for the UK be suitable for Peru's high-altitude Andean cities, which experience different rainfall patterns and drainage challenges? Could you explain how these parameters might need to be adjusted for Peru's diverse topographical and climatic regions?

Response 8: *Two new tables were introduced to complement the variations of some parameters, such as conductivity and slope for each Peru's natural region with an explanation of this process in lines 579-599.*

Comments 9: In Table 7, the authors propose specific design parameters for GWS adapted to Peru. Given that these values are based largely on Malaysian standards, which share certain climate similarities with Peru, what additional factors (e.g., local building codes, economic constraints, cultural practices) do

you anticipate might affect the adoption of these parameters in Peruvian urban areas? For example, would the construction techniques or materials used for bioretention systems in Malaysia (lines 499–503) be feasible or cost-effective in Peru's urban centers like Lima or Arequipa?

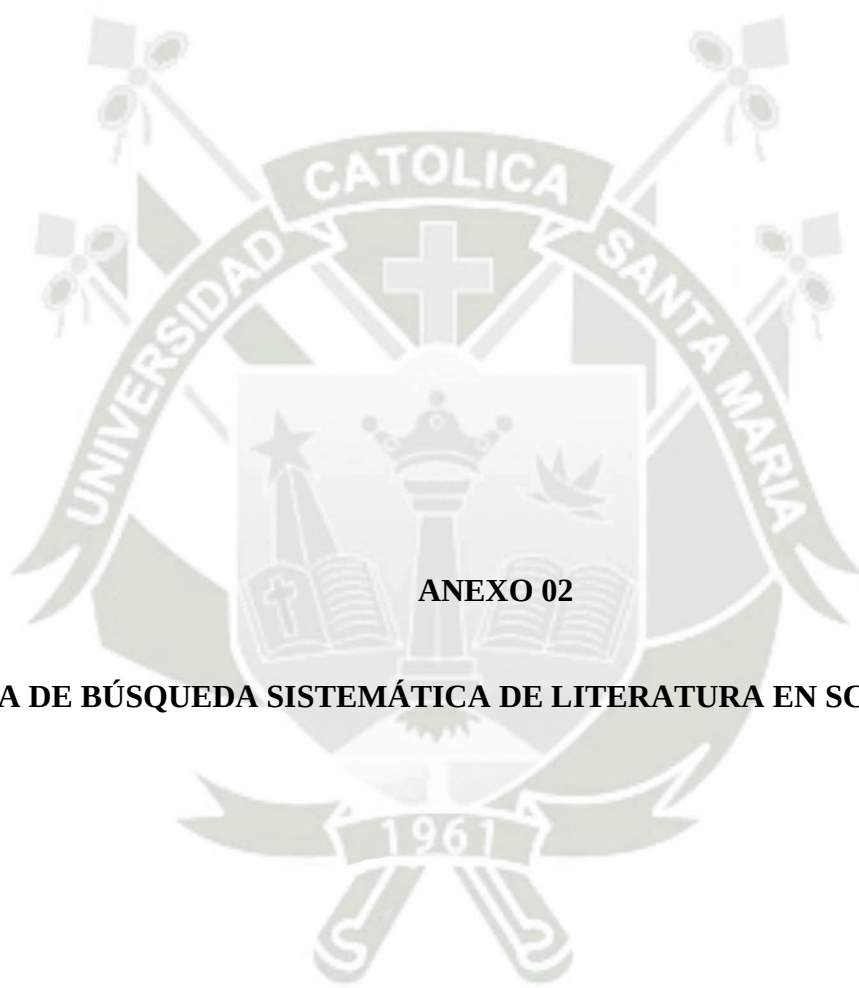
Response 9: *Additional factors that may affect the adoption of the parameters in Peru, along with feasibility and profitability can be found in lines 600–612.*

Comments 10: Lines 504–517: How does the Daily Water Balance method account for seasonal rainfall variations in Peru, and how can it ensure GWS effectiveness year-round?

Response 10: *A detailed explanation was provided regarding the applicability considering Peru's seasonal variations and how effectiveness is ensured throughout the year in lines 631–641.*

Comments 11: Line no. s 534–562: What potential barriers, such as policy or public resistance, do the authors foresee hindering the implementation of GWS in major Peruvian cities?

Response 11: *The barriers have been added in lines 755 – 765.*



ANEXO 02

TABLA DE BÚSQUEDA SISTEMÁTICA DE LITERATURA EN SCOPUS & WoS

ID	TÍTULO	TEMA GENERAL	DESCRIPCIÓN	DOI	PAÍS	AÑO	LÍNEA
1	Benefits of coupled green and grey infrastructure systems: Evidence based on analytic hierarchy process and life cycle costing	RESILIENCIA URBANA	Se interpreta como parte de la infraestructura verde, que se combina con la infraestructura gris para gestionar eficazmente las aguas pluviales urbanas.	https://acortar.link/Updtxf	CHINA	2019	Ciencias Ambientales
2	Delivering integrated water management benefits: The North West Bicester development	SUDS	Se puede interpretar como una parte integral del diseño urbano sensible al agua, que incluye sistemas de drenaje sostenibles (SUDS) para la creación de una eco-ciudad en Oxfordshire, Reino Unido.	https://acortar.link/P89E78	UK	2018	Ciencias Ambientales
3	Achieving urban flood resilience in an uncertain future	RESILIENCIA URBANA	Se interpreta como parte de un enfoque integral que combina infraestructura gris con soluciones verdes y azules para mejorar la resiliencia urbana frente a inundaciones, aprovechando el agua pluvial y proporcionando múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos.	https://acortar.link/0cl1Q1	UK	2019	Ciencias Ambientales
4	Nature-Based Disaster Risk Reduction of Floods in Urban Areas	RESILIENCIA URBANA	Refleja una estrategia holística y proactiva para mejorar la resiliencia y gestionar de manera más efectiva el riesgo de inundaciones en áreas urbanas.	https://acortar.link/5Fp0Xm	INDIA	2024	Ciencias Ambientales
5	On the sensitivity of geospatial low impact development locations to the centralized sewer network	RESILIENCIA URBANA	Se relaciona con la necesidad de adaptar los sistemas de infraestructura urbana para que sean más sostenibles y resilientes.	https://acortar.link/pY53O5	AUSTRIA	2018	Ciencias Ambientales
6	Combining small-scale sustainable drainage systems with real-time control systems	RESILIENCIA URBANA	Se interpreta como un enfoque que combina sistemas de drenaje sostenible modular a pequeña escala con tecnologías de control en tiempo real para mitigar inundaciones en áreas urbanas públicas.	https://acortar.link/vXUgAA	UK	2023	Ciencias Ambientales
7	Development of a geospatial data-based methodology for stormwater management in urban areas using freely-available software	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	El texto indica que la urbanización rápida y el cambio climático están sobrecargando los sistemas de drenaje y las plantas de tratamiento. Propone mejorar la planificación urbana integrando herramientas GIS con diseño de gestión de aguas pluviales.	https://acortar.link/YZcFVg	ESPAÑA	2018	Ciencias Ambientales
8	Green-blue water in the city: Quantification of impact of source control versus end-of-pipe solutions on sewer and river floods	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Cómo la urbanización y el cambio climático afectan los sistemas de agua urbanos, evaluando tres estrategias de adaptación en Turnhout, Bélgica: integración de agua azul-verde, basureros de retención y embalses de control fluvial.	https://acortar.link/0FIIOb	BÉLGICA	2014	Ciencias Ambientales
9	Adaption to extreme rainfall with open urban drainage system: An integrated hydrological cost-benefit analysis	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	La integración de sistemas de drenaje abiertos en áreas recreativas se mostró como la mejor estrategia, seguida por la ampliación de tuberías y las unidades de infiltración locales.	https://acortar.link/iMBGm	DINAMARCA	2013	Ciencias Ambientales
10	Synthesized trade-off analysis of flood control solutions under future deep uncertainty: An application to the central business district of Shanghai	SOSTENIBILIDAD MACRO	Enfoque del texto es desarrollar un marco integrado para evaluar estrategias de mitigación de riesgos de inundación en megaciudades costeras bajo incertidumbre futura, especialmente considerando el cambio climático y factores socioeconómicos.	https://acortar.link/1rKSim	CHINA	2019	Ciencias Ambientales

11	Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	El estudio destaca la importancia de combinar medidas verde-azul-gris para maximizar los beneficios en los espacios urbanos.	https://acortar.link/Q77uAK	HOLANDA	2020	Ciencias Ambientales
12	Ecosystem functions and services in urban stormwater ponds: Co-producing knowledge for better management	SOSTENIBILIDAD	Mejorar el conocimiento sobre las funciones ecosistémicas y los servicios que brindan los estanques de gestión de aguas pluviales urbanas (SWMPs). A través de un taller con investigadores, gestores y estudiantes, se identificaron las principales funciones y servicios de los SWMPs, como el suministro de hábitats y la regulación de la calidad y cantidad del agua.	https://acortar.link/tOhqO	CANADA	2024	Ciencias Ambientales
13	Developing a multi-scale modeling system for resilience assessment of green-grey drainage infrastructures under climate change and sea level rise impact	RESILIENCIA URBANA	Desarrollar una plataforma de modelado multiescalar para evaluar la resiliencia de infraestructuras de drenaje urbano en un área costera, considerando tanto el impacto del cambio climático global como la respuesta local del cuenca.	https://acortar.link/deVhtC	ESTADOS UNIDOS	2017	Ciencias Ambientales
14	Evaluating the response and adaptation of urban stormwater systems to changed rainfall with the CMIP6 projections	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Desarrollar un método cuantitativo para evaluar la resiliencia de los sistemas de drenaje urbano ante las lluvias extremas y el aumento del riesgo de inundaciones debido al cambio climático. Utilizando el área de Xiao Zhai en China como caso de estudio, se analizan las variaciones futuras en la lluvia y se construye un modelo hidrodinámico para evaluar el impacto del cambio climático en el drenaje urbano.	https://acortar.link/g0M36J	CHINA	2023	Ciencias Ambientales
15	Stormwater Management Criteria for On-Site Pollution Control: A Comparative Assessment of International Practices	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Comparar los criterios de gestión de aguas pluviales utilizados en diferentes manuales o directrices para controlar la contaminación, evaluando su idoneidad y su influencia en la selección y diseño de prácticas de gestión.	https://acortar.link/uspxQc	FRANCIA	2015	Ciencias Ambientales
16	Development of an independent hydrology audit methodology to support flood risk assessment in the planning process in Scotland	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Desarrollar y aplicar un servicio de Auditoría Hidrológica Independiente (IHA) para revisar las solicitudes de planificación en cuanto al riesgo de inundaciones. Este servicio busca proporcionar una representación más precisa del impacto de las aguas superficiales de los desarrollos mediante el uso de infraestructuras verdes/azules,	https://acortar.link/IDNch	UK	2017	Ciencias Ambientales
17	Resilient and Sustainable Urban Drainage Systems: An Analysis of Robustness under Deep Uncertainty	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Evalúa la fiabilidad, resiliencia y sostenibilidad de estrategias de drenaje urbano (grises, verdes e híbridas) mediante un enfoque de arrepentimiento. Los resultados muestran que las estrategias sostenibles tienden a ser robustas en fiabilidad y resiliencia, pero no siempre viceversa.	https://acortar.link/EauwKx	UK	2018	Ciencias Ambientales
18	Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin, Germany	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	La gestión de aguas pluviales en Singapur y Berlín, destacando cómo las diferencias en geografía, infraestructura, regulaciones y legislación han llevado a soluciones distintas. Singapur, enfrentando escasez de agua, se centra en un sistema centralizado de drenaje para controlar	https://acortar.link/ztAhTR	SINGAPUR	2017	Ciencias Ambientales

			inundaciones y suministrar agua potable.				
19	Optimization of the integrated green–gray–blue system to deal with urban flood under multi-objective decision-making	RESILIENCIA URBANA	Evaluación para optimizar la disposición de infraestructuras verde–azul–gris (IGGB) en la gestión de aguas pluviales. Utiliza un marco de evaluación que combina indicadores como almacenamiento de aguas pluviales, reducción de caudal máximo y costo del ciclo de vida, junto con el método TOPSIS para analizar siete escenarios de combinación de infraestructuras.	https://acortar.link/jPHwOs	CHINA	2024	Ciencias Ambientales
20	The Role of Aquifers in Sustaining the Sponge City Concept in Chinese High-Density Housing	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Los beneficios de combinar los acuíferos urbanos con las características convencionales del concepto de Ciudad Esponja en China. Utiliza modelos de simulación (MODFLOW y SWMM) para analizar el almacenamiento de aguas pluviales en acuíferos urbanos y su capacidad para manejar lluvias extremas.	https://acortar.link/DvDAT8	CHINA	2022	Ciencias Ambientales
21	Applicability of sustainable urban drainage systems: an evaluation by multi-criteria analysis	SUDS	La aplicabilidad de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) en el centro de Ho Chi Minh City, Vietnam, utilizando un enfoque de análisis multicriterio (MCA). La investigación combina resultados técnicos del modelo de gestión de aguas pluviales y encuestas	https://acortar.link/Jh4YSJ	TAILANDIA	2017	Ciencias Ambientales
22	Stormwater management for highly urbanized areas in the tropics: Life cycle assessment of low impact development practices	TECNOLOGÍA EN HIDROLOGÍA	Estudio utiliza un marco híbrido de modelado hidrológico y evaluación del ciclo de vida (LCA). Los resultados muestran que el escenario Scen.LID ofrece la mejor protección contra inundaciones y menores impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida, mientras que Scen.WELL reduce significativamente el flujo máximo pero tiene más impactos ambientales que Scen.LID.	https://acortar.link/nb7J0X	BRASIL	2021	Ciencias Ambientales
23	Cost-benefit analysis of sustainable drainage systems considering ecosystems services benefits: case study of canal do mangue watershed in Rio de Janeiro city	SUDS	Viabilidad económica de sistemas de drenaje urbano sostenible, como techos verdes y barriles de recolección de agua de lluvia, destacando sus beneficios ambientales y de revitalización urbana.	https://acortar.link/rkAWYb	BRASIL	2022	Ciencias Ambientales
24	A design framework for considering spatial equity in sustainable urban drainage infrastructure	SUDS	Propone un enfoque de diseño para sistemas de drenaje urbano que integra objetivos tradicionales, como fiabilidad y costo-efectividad, con metas sociales, como la reducción de la desigualdad en la distribución de los beneficios de infraestructura.	https://acortar.link/OP TavI	UK	2022	Ciencias Ambientales
25	GIS-and ICPR-Based Approach to Sustainable Urban Drainage Practices: Case Study of a Development Site in Florida	TECNOLOGÍA EN HIDROLOGÍA	Enfoque de modelado hidrológico y hidráulico para evaluar los beneficios de los sistemas de gestión de aguas pluviales basados en infiltración (ISMOs) en ciudades con superficies impermeables que afectan la recarga de aguas subterráneas.	https://acortar.link/nbQaXM	ESTADOS UNIDOS	2022	Ciencias Agrícolas y Biológicas

26	Aligning ancient and modern approaches to sustainable urban water management in China: Ningbo as a “Blue-Green City” in the “Sponge City” campaign	NUEVOS CONCEPTOS	Concepto de “Ciudad Azul-Verde” como un marco integral para la gestión moderna de inundaciones urbanas, destacando cómo este enfoque combina estrategias para reducir el riesgo de inundaciones con beneficios adicionales para la economía, la sociedad y el medio ambiente urbanos.	https://acortar.link/OP6UIJ	CHINA	2018	Ciencias Ambientales
27	Can Blue-Green Infrastructure enhance resilience in urban drainage systems during failure conditions?	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	La efectividad de la Infraestructura Azul-Verde (BGI) para mejorar la resiliencia de los sistemas de drenaje urbano (UDS) frente a las amenazas del cambio climático y la urbanización.	https://acortar.link/2SKjE7	UGANDA	2024	Ciencias Ambientales
28	Sponge city planning of Dalian based on functional division of natural ecological environment	CIUDADES ESPONJA	Propone un método de planificación para ciudades esponja en Dalian, China, dividiendo la ciudad en cuatro áreas funcionales según la ecología natural: espacios verdes, suelos endurecidos, techos verdes y recolección de agua.	https://acortar.link/FUIGwx	CHINA	2019	Ciencias Ambientales
29	Viability of green roofs as a flood mitigation element in the central region of Chile	SUDS	Examina el uso de techos verdes en Chile para mitigar inundaciones en ciudades con sistemas de drenaje obsoletos. Mediante modelado hidrológico y simulaciones, se concluye que, durante lluvias moderadas, techos verdes cubriendo al menos el 50% del área pueden prevenir inundaciones en la mayoría de los sectores analizados.	https://acortar.link/s1TwpU	CHILE	2018	Ciencias Ambientales
30	Hydrological Performance Assessment of Low-Impact Development Practices: A Vegetated Swale Case Study	SUDS	Describe un estudio sobre la gestión integrada de aguas pluviales usando zanjas vegetadas para mitigar inundaciones. Utilizando el modelo EPA SWMM, se evaluó la respuesta hidrológica de zanjas con diferentes superficies y variabilidad de conductividad hidráulica (K).	https://acortar.link/n2syae	FRANCIA	2024	Ciencias Agrícolas y Biológicas
31	Mapping the gap of water and erosion control measures in the rapidly urbanizing Mbezi River catchment of Dar es Salaam	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Gestión de aguas pluviales en la cuenca del río Mbezi en Dar es Salaam, Tanzania. Con un aumento del 41% en la impermeabilidad de la cuenca entre 2003 y 2016, se han producido inundaciones, erosión y contaminación.	https://acortar.link/DYXJ2t	TANZANIA	2018	Ciencias Ambientales
32	Wet season hydrological performance of green roofs using native species under Mediterranean climate	SUDS	Examina el impacto de los techos verdes en la gestión de aguas pluviales en un clima mediterráneo.	https://acortar.link/2AERdJ	PORTUGAL	2017	Ciencias Ambientales
33	The assessment of urbanization effect and sustainable drainage solutions on flood hazard by gis	SUDS	La mitigación del riesgo de inundaciones en la Cuenca del Arroyo Kağıthane en Estambul mediante soluciones de drenaje sostenible, utilizando una plataforma GIS.	https://acortar.link/rWsN6K	TURQUIA	2021	Ciencias Ambientales
34	The water retention capabilities of growing media for green roofs	SUDS	Analiza cómo la composición y la profundidad del sustrato en techos verdes influyen en su capacidad de retención de agua, ayudando a mitigar el riesgo de inundaciones en áreas urbanas.	https://acortar.link/Q0YELr	UK	2013	Ciencias Ambientales
35	Key coastal landscape patterns for reducing flood vulnerability	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Este estudio evaluó la vulnerabilidad a inundaciones de paisajes costeros utilizando tres indicadores: exposición (precipitación), sensibilidad (elevación, pendiente, suelo, drenaje y densidad) y adaptabilidad (uso del suelo urbano).	https://acortar.link/3fhdvm	SUR KOREA	2021	Ciencias Ambientales

36	Rapid surface water intervention performance comparison for urban planning	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Este estudio aborda la gestión de inundaciones en áreas urbanas mediante un marco de evaluación rápida para comparar estrategias de manejo de aguas superficiales con bajo costo de recursos en la etapa inicial de diseño.	https://acortar.link/4hdRhM	UK	2018	Ciencias Ambientales
37	Effect of climate change on the flooding of storm water networks under extreme rainfall events using SWMM simulations: a case study	HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Aplica el modelo SWMM para evaluar la red de drenaje pluvial en Kerbala, Irak, identificando áreas propensas a inundaciones y proyectando su alcance hasta el 2100.	https://acortar.link/Sb7PH	IRAK	2024	Ciencias Agrícolas y Biológicas
38	Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo	HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Analiza la percepción de los corredores fluviales urbanos y su integración en el Plan de Vías Verdes. A través de encuestas y un censo de vegetación, se identificaron cinco factores clave: uso recreativo, participación, naturaleza y paisaje, mantenimiento sanitario y seguridad hídrica.	https://acortar.link/D8rgh3	JAPON	2004	Ciencias Ambientales
39	Adapting drainage networks to the urban development: An assessment of different integrated approach alternatives for a sustainable flood risk mitigation in Northern Italy	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Necesidad de desarrollar infraestructuras urbanas que minimicen el impacto ambiental y mejoren la relación entre ciudadanos y entorno. En el campo de la gestión hídrica, se investigan estrategias integradas como la combinación de Tanques de Retención de Aguas Pluviales y Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).	https://acortar.link/tlh2JX	ITALIA	2023	Ciencias Ambientales
40	On the Reason to Implement a Sustainable Urban Drainage Nature-Based Solution to Decrease Flood Threat: A Survey	NBS	Analizó la distribución de soluciones basadas en la naturaleza (NBS) para mitigar riesgos hidráulicos en la región de Veneto, Italia, mediante entrevistas a técnicos responsables del drenaje urbano.	https://acortar.link/BTDh7r	ITALIA	2023	Ciencias Ambientales
41	Research on Sustainable Evaluation Model of Sponge City Based on Emergy Analysis	NUEVOS CONCEPTOS	Concepto de "ciudad esponja" es una estrategia propuesta por China para gestionar inundaciones urbanas y la contaminación por desbordamiento de redes de drenaje, promoviendo el desarrollo urbano sostenible.	https://acortar.link/cpML0Q	CHINA	2023	Ciencias Agrícolas y Biológicas
42	Integrated urban design and open storm drainage in our urban environments: Merging drainage techniques into our city's urban spaces	RESILIENCIA URBANA	El objetivo es transformar un espacio en un lugar funcional mediante la aplicación de técnicas de drenaje en el diseño urbano, lo que requiere una sólida integración local entre el espacio urbano y las soluciones técnicas.	https://acortar.link/KVqR1C	SUECIA	2016	Ciencias Ambientales
43	The potential of green infrastructure application in urban runoff control for land use planning: A preliminary evaluation from a southern Italy case study	SUDS	Mostraron que los techos verdes fueron más efectivos que los pavimentos permeables en términos de capacidad de regulación del escurrimiento, subrayando la limitada capacidad de regulación del escurrimiento alcanzada con la implementación de SUDS solo en áreas públicas.	https://acortar.link/zjuJDE	ITALIA	2017	Ciencias Ambientales
44	Effect of catchment-scale green roof deployment on stormwater generation and reuse in a tropical city	SUDS	La implementación de techos verdes mejoró la protección contra inundaciones y redujo los costos energéticos del reservorio, aunque también disminuyó el suministro de agua potable.	https://acortar.link/j928dU	SINGAPUR	2016	Ciencias Ambientales

45	Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Los espacios verdes urbanos ayudan a reducir el escurrimiento y mejorar la calidad del agua subterránea, pero pocos estudios han evaluado sus beneficios económicos y ecológicos.	https://acortar.link/GDMu3I	CHINA	2011	Ciencias Ambientales
46	Assessing the performance of gray and green strategies for sustainable urban drainage system development: A multi-criteria decision-making analysis	SUDS	Propone un marco de toma de decisiones basado en múltiples criterios (MCDM) con ocho indicadores cuantificables, que incluyen capacidad de mitigación de inundaciones, control de contaminación, costos de ciclo de vida, costos por daños, función recreativa, proporción de área biótica y consistencia espacial.	https://acortar.link/Kqp5QB	CHINA	2021	Ciencias Ambientales
47	Enhancing future resilience in urban drainage system: Green versus grey infrastructure	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Redefine la resiliencia de los sistemas de drenaje urbano (UDS) al considerar no solo la severidad de las inundaciones, sino también las incertidumbres asociadas al cambio climático y la urbanización.	https://acortar.link/cPWIr0	CHINA	2017	Ciencias Ambientales
48	Site selection of sustainable urban drainage systems using fuzzy logic and multi-criteria decision-making	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Gestión de escorrentías urbanas mediante el enfoque de Desarrollo de Bajo Impacto (LID) y las Mejores Prácticas de Gestión (BMP), con el objetivo de encontrar ubicaciones óptimas para la implementación de sistemas LID en el norte de Teherán, Irán. Se evaluaron tres sistemas: trincheras de infiltración, canales vegetados y bioretención, utilizando criterios como pendiente, uso del suelo y proximidad a corrientes, carreteras, aguas subterráneas y fallas.	https://acortar.link/qKy9Av	IRAN	2020	Ciencias Ambientales
49	Evaluating real-time control of stormwater drainage network and green stormwater infrastructure for enhancing flooding resilience under future rainfall projections	HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Evalúa el rendimiento del control en tiempo real (RTC) para mitigar el impacto del cambio climático en la resiliencia contra inundaciones urbanas. Usando un sistema de drenaje urbano simulado en Salt Lake City, Utah,	https://acortar.link/jjc0Nz	ESTADOS UNIDOS	2023	Ciencias Ambientales
50	Infiltration efficiency and subsurface water processes of a sustainable drainage system and consequences to flood management	SUDS	Compara la infiltración de lluvia en un pavimento permeable de un Sistema de Drenaje Sostenible (SUDS) con un Área Verde adyacente, en relación con los niveles de agua subterránea en ambos lugares.	https://acortar.link/51oznL	UK	2020	Ciencias Ambientales
51	Mitigation of Urban Flooding using Blue-Green Infrastructure: A Case of Dehradun City	RESILIENCIA URBANA	El estudio propone el desarrollo de infraestructura azul-verde para mitigar las inundaciones urbanas.	https://acortar.link/C2E9JD	INDIA	2022	Ciencias Ambientales
52	Towards urban resilience through Sustainable Drainage Systems: A multi-objective optimisation problem	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Aborda la necesidad de incorporar enfoques basados en la resiliencia en la planificación urbana, especialmente en países de ingresos bajos y medianos. Se enfoca en la integración efectiva de soluciones basadas en la naturaleza, como los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS), con otros componentes urbanos.	https://acortar.link/KHsvZn	UK	2020	Ciencias Ambientales
53	Valuing flexibilities in the design of urban water management systems	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Enfoque integrado para valorar inversiones en sistemas de gestión del agua urbana bajo incertidumbre, mejorando el análisis de flujo de caja descontado (DCF) convencional. Este enfoque incorpora flexibilidad en el	https://acortar.link/fdlSbh	SINGAPUR	2013	Ciencias Ambientales

			diseño y gestión de sistemas, permitiendo a los gestores adaptarse a cambios futuros y reducir riesgos.				
54	The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics	HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Proporciona información sobre cómo las técnicas LID pueden mejorar la gestión de inundaciones urbanas bajo distintas características de lluvia.	https://acortar.link/RzKRof	CHINA	2013	Ciencias Ambientales
55	Scenario-based hydrodynamic simulation of adaptive strategies for urban design to improve flood resilience: A case study of the Mingzhu Bay Region	RESILIENCIA URBANA	Propone tres estrategias de diseño urbano adaptativo para mejorar la resiliencia a inundaciones: (a) crear más espacios hundidos y reorganizar las ubicaciones de los registros, (b) añadir más espacio de retención en el sistema de canales y (c) elevar las fundaciones para adecuar la intensidad del desarrollo.	https://acortar.link/PrZEib	CHINA	2023	Ciencias Ambientales
56	Hydrological simulation of bioretention: analysis of the efficiency of compensatory techniques to mitigate impacts of urbanization [Simulação hidrológica de biorretenção: análise de eficiência de técnicas compensatórias para mitigar impactos da urbanização]	HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Para mitigar estos efectos adversos, se propone el uso de prácticas de Desarrollo de Bajo Impacto (LID), como pavimentos permeables, techos verdes y celdas de bioretención.	https://acortar.link/bOByS8	BRASIL	2022	Ciencias Ambientales
57	Conceptual framework for decentralized green water-infrastructure systems	NUEVOS CONCEPTOS	Modelo para un sistema descentralizado de infraestructura verde de agua (DGWIS) basado en un nuevo marco conceptual que optimiza el uso de agua de lluvia capturada, aguas residuales recicladas y recursos energéticos renovables.	https://acortar.link/ctzdsW	ESTADOS UNIDOS	2018	Ciencias ambientales y recursos hídricos
58	Analysis Of Implementation Green Infrastructure Of Bregas Regional Water Supply System	NUEVOS CONCEPTOS	Evalúa la implementación del sistema de suministro de agua potable ecológico (Green WSS) en el Sistema de Abastecimiento de Agua Regional de Bregas en Indonesia.	https://acortar.link/Rb9Ox5	INDONESIA	2018	Ciencias ambientales
59	Water Splitting: From Electrode to Green Energy System	ENERGÍA VERDE	Se han desarrollado varios sistemas de energía verde para producir H ₂ de manera eficiente, como la electrólisis de agua con dos electrodos, dispositivos fotoelectroquímicos, células solares, dispositivos termoelectrónicos, nano generadores triboeléctricos, dispositivos piroeléctricos y dispositivos de cambio de agua-gas.	https://acortar.link/ptvga1	CHINA	2020	Ciencia y Tecnología
60	Green Energy Water-Autonomous Greenhouse System: An Alternative Technology Approach Toward Sustainable Smart-Green Vertical Greening in a Smart City	CIUDADES ESPONJA	Ciudades inteligentes pueden lograr una mayor sostenibilidad y bienestar humano mediante la integración de ajardinamiento vertical y tecnologías innovadoras. Destaca que el ajardinamiento vertical convencional enfrenta desafíos como la vulnerabilidad a desastres climáticos y la ineficiencia en el uso de recursos.	https://acortar.link/va1VfP	TAIWAN	2018	Ciencia y Tecnología
61	Greening the global water system	RESILIENCIA URBANA	El comercio de agua virtual, basado en agua verde, será crucial en el futuro para cerrar la brecha hídrica, debido a las desigualdades en la disponibilidad de agua impulsadas por el cambio climático y otros factores.	https://acortar.link/jv0pNC	ALEMANIA	2010	Recursos Hídricos

62	Closing Water Cycles in the Built Environment through Nature-Based Solutions: The Contribution of Vertical Greening Systems and Green Roofs	NBS	Propone un nuevo enfoque para cerrar los ciclos de agua en las ciudades mediante la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (NBS_u), centradas en elementos de la vegetación vertical y techos verdes.	https://acortar.link/Q5klfw	ISRAEL	2021	Gestión del agua
63	Green-energy, water-autonomous greenhouse system: an alternative-technology approach towards sustainable smart-green vertical greening in smart cities	NUEVOS CONCEPTOS	Propone que las ciudades inteligentes pueden avanzar hacia una mayor sostenibilidad y bienestar humano a través de enfoques "más verdes" y "más inteligentes", con un enfoque particular en el "greening vertical" o vegetación vertical.	https://acortar.link/uVQTTW	TAIWAN	2017	Sostenibilidad
64	Emergy analysis of the blue and green water resources in crop production systems	NUEVOS CONCEPTOS	Análisis de emergía diferenciando el agua azul (superficial y subterránea) y el agua verde (lluvia) en la producción de granos en China, entre 2001 y 2016. Se estimaron tres indicadores: la entrada de emergía del recurso hídrico (WEI), la relación de contribución del recurso hídrico (WECR) y la eficiencia de uso del recurso hídrico (WEUE) para arroz, trigo, maíz y soja en cada provincia.	https://acortar.link/nDgc4u	CHINA	2021	Ciencia y Tecnología
65	Water retention efficiency of green roof systems	SUDS	Presentar los primeros resultados de un estudio sobre la eficiencia de retención de agua en techos verdes, que puede ayudar a mitigar inundaciones repentinas en áreas urbanas al reducir el flujo superficial y aliviar la sobrecarga de las redes de drenaje.	https://acortar.link/0ombQK	ARGENTINA	2010	Agricultura
66	The construction and application of green residential community water-saving evaluation system	NUEVOS CONCEPTOS	Describir la creación de un sistema de evaluación de desempeño en ahorro de agua para comunidades residenciales verdes. Se construyó este sistema de índices de evaluación utilizando el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para determinar el peso de cada factor de influencia.	https://acortar.link/jCYcuh	CHINA	2011	Tecnología de la construcción y edificación
67	Mental models of a water management system in a green building	NUEVOS CONCEPTOS	Comparar los modelos mentales de los usuarios con el modelo de diseño de expertos de un sistema de gestión del agua en un edificio ecológico. El sistema incluye un humedal construido y un estanque de recolección de agua de lluvia para reciclar el agua dentro del edificio y sus alrededores.	https://acortar.link/rhJKOH	SUDÁFRICA	2016	Ingeniería
68	New green development indicator of water resources system based on an improved water resources ecological footprint and its application	RESILIENCIA URBANA	Evaluar el desarrollo verde del sistema de recursos hídricos, lo cual es crucial para formular políticas de desarrollo económico y social de alta calidad a nivel regional.	https://acortar.link/JImeuB	CHINA	2023	Ciencias Ambientales
69	Improving the Efficiency of Green Roofs Using Atmospheric Water Harvesting Systems (An Innovative Design)	SUDS	Mejorar la eficiencia de los techos verdes convencionales, que requieren riego y pueden poner presión sobre los recursos hídricos en períodos secos.	https://acortar.link/4tAhl0	ITALIA	2021	Ciencias ambientales y recursos hídricos
70	Global Water Scarcity Assessment Incorporating Green Water in Crop Production	NUEVOS CONCEPTOS	Presentar un índice de escasez de agua agrícola (WSIAW) que combina explícitamente el "agua verde" (humedad del suelo) y el "agua azul" (superficial y subterránea) para evaluar mejor la escasez de agua en la agricultura.	https://acortar.link/3hO6fA	CHINA	2022	Ciencias ambientales y recursos hídricos

71	DESIGN OF A GREEN IOT BASED WATER MONITORING SYSTEM FOR METROPOLITAN CITY.	NUEVOS CONCEPTOS	Diseño de un sistema de monitoreo de agua basado en IoT para reducir la pérdida de datos en áreas con suministro eléctrico inestable, como Tunga Minna, en Nigeria	https://acortar.link/tOCOWD	NIGERIA	2019	Ingeniería
72	Greening and Cooling the City Using Novel Urban Water Systems: A European Perspective	RESILIENCIA URBANA	Introducen las innovaciones en los sistemas urbanos de agua, conocidas como diseño urbano sensible al agua (WSUD), que abordan la gestión de todos los flujos de agua en la ciudad. Aunque tradicionalmente el enfoque WSUD se ha centrado en la gestión de aguas pluviales, el texto sugiere que también debería integrar activamente las aguas residuales, ya que esto aporta beneficios adicionales.	https://acortar.link/hM1Tw2	ALEMANIA	2019	Ciencias ambientales y recursos hídricos
73	Green-blue water system innovations for upgrading of smallholder farming systems -: a policy framework for development	NUEVOS CONCEPTOS	Argumenta la necesidad de marcos políticos, estratégicos y programáticos que faciliten la gestión integrada de la tierra, el agua y los mercados, proponiendo un mecanismo de intercambio de alimentos basado en el principio del comercio de agua virtual para absorber el excedente de producción en años de buenas lluvias, promoviendo así la creación de riqueza en las áreas semiáridas.	https://acortar.link/dOJxmC	KENIA	2005	Ciencias ambientales y recursos hídricos
74	A meta-model for understanding 'green-red loop' social-water interactions at a global scale	RESILIENCIA URBANA	Desarrollar y evaluar un meta-modelo de gestión de agua en sistemas socio-ambientales (SYWM) para comprender y gestionar las interacciones entre el agua y otros sistemas socioambientales, conocidos como 'bucles verdes' y 'bucles rojos'.	https://acortar.link/Qd7xa5	UK	2024	Ciencias Ambientales
75	Water Footprint Mitigation Strategies for Agrifood Products: The Application of System Dynamics in Green Marketing	RESILIENCIA URBANA	analiza cómo las políticas de mitigación de la huella hídrica afectan la imagen verde de las empresas y la escasez regional de agua, destacando que estas políticas tienen un impacto significativo en la imagen de la empresa en mercados sensibles al medio ambiente, lo que aumenta la participación en el mercado y la rentabilidad de los interesados en la cadena de suministro agroalimentaria.	https://acortar.link/Z6jCi	GRECIA	2017	Economía y negocios
76	Transition Towards Green Water Economies: Surrounding Issues and Needed Capacity Development	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Destacar la importancia de la gestión de los recursos hídricos como un instrumento clave para el desarrollo de una economía verde.	https://acortar.link/J7sfoc	ITALIA	2014	Ciencias Ambientales
77	Evaluation of Water Efficiency in Green Building in Taiwan	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Presentar un proceso de cálculo para estimar el volumen de agua ahorrado por edificios certificados como verdes en Taiwán, utilizando un sistema de evaluación de edificios verdes que considera la eficiencia en el uso del agua.	https://acortar.link/GITewd	TAIWAN	2016	Ciencias ambientales y recursos hídricos
78	Planning of Water-Saving Green Space System Based on GIS Technology and Archydrodata Model	CIUDADES ESPONJA	Planificando un sistema de espacios verdes ahorradores de agua que utilicen recursos de lluvia.	https://acortar.link/9FsUIw	CHINA	2022	Recursos Hídricos
79	Water security assessment using blue and green water footprint concepts	NUEVOS CONCEPTOS	Describe un marco de modelado integrado para evaluar la seguridad hídrica usando huellas de agua azul y	https://acortar.link/HHP1aX	ESTADOS UNIDOS	2016	Recursos Hídricos

			verde, considerando factores climáticos y antropogénicos.				
80	Aligning ancient and modern approaches to sustainable urban water management in China: Ningbo as a "Blue-Green City" in the "Sponge City" campaign	NUEVOS CONCEPTOS	Importancia de estrategias integradas para la gestión de inundaciones urbanas que no solo reduzcan el riesgo, sino que también ofrezcan beneficios adicionales. El concepto de "Ciudad Azul-Verde" proporciona un marco para esto.	https://acortar.link/JQBLOS	CHINA	2018	Ciencias Ambientales
81	The blue-green path to urban flood resilience	RESILIENCIA URBANA	Transformar la gestión del agua urbana para lograr resiliencia frente a inundaciones mediante la integración de infraestructuras azul-verde (BG) con las grises tradicionales.	https://acortar.link/Mn2CfO	UK	2020	Ciencias ambientales y recursos hídricos
82	Hydroeconomic optimization of mesoscale blue-green stormwater systems at the city level	RESILIENCIA URBANA	Concepto de modelado híbrido diseñado para ayudar a las ciudades y autoridades de servicios de agua a planificar soluciones sostenibles a largo plazo en un clima cambiante e incierto.	https://acortar.link/4UOdbd	Suecia	2019	Recursos Hídricos
83	Green infrastructure: The future of urban flood risk management?	RESILIENCIA URBANA	El artículo ofrece una perspectiva internacional sobre el uso actual de la GI para mitigar inundaciones urbanas, destacando que su optimización junto a la infraestructura gris puede proporcionar una solución holística que aumente la resiliencia ante inundaciones.	https://acortar.link/uuT7KN	UK	2021	Ciencias ambientales y recursos hídricos
84	Planning London's green spaces in an integrated water management approach to enhance future resilience in urban stormwater control	NUEVOS CONCEPTOS	Importancia de la vegetación en la infraestructura verde urbana para mitigar inundaciones y cómo su efectividad depende de las respuestas de las plantas a las condiciones meteorológicas.	https://acortar.link/xJyVEV	UK	2021	Recursos Hídricos
85	WATER CONSERVATION: CONSTRUCTION AND OPERATION OF MANAGEMENT AND TECHNOLOGY SYSTEMS FOR GREEN CAMPUS	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Principales medidas incluyen mejorar los sistemas de gestión del agua, popularizar implementos y tecnologías de conservación, aumentar el uso de recursos hídricos no tradicionales como el agua reciclada y de lluvia, y utilizar tecnologías de riego que podrían incrementar la tasa de ahorro de agua en un 20% y la utilización de recursos no tradicionales en un 10%.	https://acortar.link/6IsrGa	CHINA	2011	Ciencias Ambientales
86	Urban Runoff and Pollutant Reduction by Retrofitting Green Infrastructure in Storm Water Management System	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Cómo la construcción de superficies impermeables aumenta la escorrentía superficial y crea problemas como erosión, inundaciones y aumento de contaminantes. Propone soluciones mediante la actualización del sistema de manejo de aguas pluviales utilizando infraestructuras verdes, como pavimentos permeables y cisternas de lluvia.	https://acortar.link/zqYUEI	ESTADOS UNIDOS	2019	Recursos Hídricos
87	A multi-objective optimization model for synergistic effect analysis of integrated green-gray-blue drainage system in urban inundation control	RESILIENCIA URBANA	Aborda el creciente riesgo de inundaciones urbanas y destaca el potencial del sistema de drenaje integrado verde-gris-azul (IGGB). Este sistema combina la resiliencia y sostenibilidad de la infraestructura verde y azul con la fiabilidad de la infraestructura gris para el manejo de aguas pluviales.	https://acortar.link/SzCvwk	CHINA	2022	Recursos Hídricos

88	Economic evaluation of green water in cereal crop production: A production function approach	NUEVOS CONCEPTOS	Valoración económica del agua verde, que es la humedad del suelo derivada de la precipitación y crucial para la agricultura de secano.	https://acortar.link/4RqjVX	REPÚBLICA CHECA	2020	Ciencias ambientales y recursos hídricos
89	Effect of baffled water-holding garden system on disposal of rainwater for green building residential districts	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Describe un sistema de jardines con capacidad de retención de agua diseñado para gestionar el agua de lluvia en áreas residenciales de edificios verdes, abordando la contaminación por escorrentía urbana.	https://acortar.link/mGeQhX	CHINA	2014	Recursos Hídricos
90	Lake Water Treatment Using Green Wall System: Effects of Filter Media Ratio and Lake Water Flow Rate on Treatment Performance	NUEVOS CONCEPTOS	Explora el uso de muros verdes como alternativa para el tratamiento de aguas lacustres contaminadas. Se investigó la eficiencia de varios medios filtrantes, con énfasis en mezclas de coir y perlita.	https://acortar.link/ffWRFw	MALASIA	2020	Ciencias ambientales y recursos hídricos
91	Ecological Effect of Water Cyclic Utilization in Green Architecture	NUEVOS CONCEPTOS	El objetivo de la tesis es proponer un diseño ecológico para la recolección, almacenamiento y reutilización del agua de lluvia, promoviendo un equilibrio en el ecosistema urbano y considerando el clima regional para un uso sostenible del agua.	https://acortar.link/G9SH8W	CHINA	2013	Tecnología de la construcción y edificación
92	A Quasi-three-dimensional Finite-volume Shallow Water Model for Green Water on Deck	NUEVOS CONCEPTOS	Presenta un modelo hidrodinámico cuasi-tridimensional para simular fenómenos en aguas someras. Basado en un enfoque de volúmenes finitos, el método resuelve ecuaciones de aguas someras en el dominio del tiempo, considerando las no linealidades de las ecuaciones. Esta metodología permite calcular los efectos del "green water" (agua verde) sobre diversas plataformas con movimientos de seis grados de libertad.	https://acortar.link/oFEK3h	ESTADOS UNIDOS	2013	Ingeniería
93	Strategic importance of green water in international crop trade	NUEVOS CONCEPTOS	El comercio de agua verde es crucial para la seguridad hídrica y alimentaria en países con escasez de agua, aunque está limitado por factores como la tecnología, la productividad del suelo y del agua de riego, el desarrollo socioeconómico, las políticas alimentarias nacionales y los acuerdos comerciales internacionales.	https://acortar.link/MoO17d	HOLANDA	2010	Ciencias Ambientales
94	Evaluating water conservation measures for Green Building in Taiwan	RESILIENCIA URBANA	Presenta el sistema de evaluación de Edificios Verdes en Taiwán, donde la conservación del agua es una de las siete categorías prioritarias. Se introduce un índice de conservación del agua que utiliza una metodología cuantitativa y un estudio de caso.	https://acortar.link/pE2Wns	TAIWAN	2003	Tecnología de la construcción y edificación
95	Status of transforming stormwater drainage to a systems approach to urban water cycle management - moving beyond green pilots	GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES	Resalta la necesidad de replantear la gestión del drenaje pluvial urbano en Australia, integrándola al ciclo completo del agua en las ciudades.	https://acortar.link/W2hErI	AUSTRALIA	2018	Recursos Hídricos
96	Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning	SUDS	Se propone un enfoque ampliado basado en la introducción de sistemas SUDS vegetativos micro y meso dentro de un marco más amplio de infraestructura verde (GI) para abordar de manera efectiva los problemas del agua superficial en el sitio y en la cuenca urbana.	https://acortar.link/T1RGwS	UK	2013	Estudios de Desarrollo

97	Water Oriented City-A '5 Scales' System of Blue and Green Infrastructure in Sponge Cities Supporting the Retention of the Urban Fabric	CIUDADES ESPONJA	Incorporación de soluciones hidro-ingenieriles en la estructura urbana para permitir la infiltración y retención del agua en diferentes escalas de planificación espacial.	https://acortar.link/ELVGEr	POLONIA	2022	Ciencias ambientales y recursos hídricos
98	Water retention efficiency of green roof systems in "extensive" and "intensive" type covers	SUDS	Capacidad de retención de agua de los techos verdes y su potencial para mitigar inundaciones repentinas causadas por la sobrecarga de las redes de drenaje urbano.	https://acortar.link/jwFvpe	ARGENTINA	2013	Agricultura
99	WATER CONSERVATION: CONSTRUCTION AND OPERATION OF MANAGEMENT AND TECHNOLOGY SYSTEMS FOR GREEN CAMPUS	NECESIDAD HERRAMIENTAS SOSTENIBLES	Describir el enfoque del gobierno chino en la construcción de campus verdes, específicamente en lo relacionado con la conservación del agua, en respuesta al aumento de la matrícula universitaria en China.	https://acortar.link/saKXGd	CHINA	2011	Ciencias Ambientales



ID	TÍTULO	TEMA GENERAL	DESCRIPCIÓN	DOI	PAÍS	AÑO	LÍNEA
1	Enrichment of live foods with arachidonic acid enhanced stress resistance, digestive enzyme activity, and total antioxidant capacity in yellowfin seabream (<i>Acanthopagrus latus</i>) larvae	Acuicultura	Es un método acuícola que usa fitoplancton para mejorar el entorno y la nutrición de larvas de peces. En el estudio, se utilizó este sistema junto con alimentos enriquecidos con ácido araquidónico (AA) para evaluar su efecto en el desarrollo de larvas de " <i>Acanthopagrus latus</i> ".	https://acortar.link/bTOpxd	IRÁN	2024	CRÍA DE LARVAS PECES
2	Cohabitation of red swamp crayfish (<i>Procambarus clarkii</i>) and Pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) cultured in low salinity water	Agricultura	Se refiere a un método de cultivo acuático que utiliza agua enriquecida con fitoplancton. Se comparó con un sistema de agua clara para evaluar la cohabitación de camarones y cangrejos de río. Los resultados mostraron que la supervivencia de los camarones fue significativamente mayor en el sistema de agua verde, indicando un entorno más favorable para ambas especies.	https://acortar.link/0606pU	ESTADOS UNIDOS	2024	CRÍA DE CAMARONES
3	Chlorella in aquaculture: challenges, opportunities, and disease prevention for sustainable development	Acuicultura	Utiliza microalgas como <i>Chlorella</i> para mejorar la calidad del agua y la salud de los animales acuáticos, aumentando su crecimiento y supervivencia.	https://acortar.link/zTD7r3	EGIPTO	2024	CALIDAD DE ECOSISTEMA
4	Connecting polarized light and water turbidity with feeding rates in <i>Octopus americanus</i> paralarvae	Ciencia Marina	Implica el uso de turbidez controlada del agua mediante microalgas para estudiar su efecto en la alimentación de paralarvas de pulpo. Aunque no se encontraron diferencias significativas, la alta turbidez pudo afectar la natación y, por ende, la alimentación de las paralarvas.	https://acortar.link/pDEsA7	BRASIL	2022	CRÍA DE LARVAS PULPO
5	A novel and facile green synthesis method to prepare LDH/MOF nanocomposite for removal of Cd(II) and Pb(II)	Farmacia	Se refiere a un método ecológico para sintetizar un nanocompuesto adsorbente utilizado en la eliminación de metales pesados del agua. Este enfoque reduce el uso de solventes tóxicos, haciendo el proceso más sostenible y efectivo para la remoción de contaminantes como el cadmio y el plomo.	https://acortar.link/kNH7tM	IRÁN	2021	QUÍMICO
6	Larval rearing and ontogeny of digestive enzyme activities in yellowfin seabream (<i>Acanthopagrus latus</i> , Houttuyn 1782)	Ciencia Marina	Se refiere al uso de agua enriquecida con " <i>Nannochloropsis oculata</i> " para criar larvas de " <i>Acanthopagrus latus</i> ", mejorando su crecimiento y desarrollo digestivo durante su primer mes de vida.	https://acortar.link/2vNljP	IRÁN	2021	CRÍA DE LARVAS PECES
7	Automated feeding systems for shrimp: Effects of feeding schedules and passive feedback feeding systems	Acuicultura	Se refiere a un sistema acuícola de recirculación con agua verde que se usó para probar distintas estrategias de alimentación para camarones. Los resultados mostraron que aumentar el número de comidas mejora el crecimiento, y el sistema de alimentación acústica "AQ1" obtuvo el mejor rendimiento.	https://acortar.link/B5QcCU	ESTADOS UNIDOS	2021	CRÍA DE CAMARONES
8	Induced breeding and larval rearing of vermiculated spinefoot, <i>Siganus vermiculatus</i> (Valenciennes, 1835) in indoor conditions	Ciencia Marina	Se refiere al uso de agua enriquecida con microalgas, específicamente " <i>Nannochloropsis salina</i> " e " <i>Isochrysis galbana</i> ", para incubar huevos y criar larvas de " <i>Siganus vermiculatus</i> ". Este método proporciona un ambiente nutritivo y	https://acortar.link/r2CMxt	INDIA	2021	CRÍA DE LARVAS PECES

			favorable para el desarrollo de las larvas, mejorando su supervivencia y crecimiento durante la cría en cautividad.				
9	Captive maturation, breeding and seed production of the brackishwater ornamental fish silver moony, <i>Monodactylus argenteus</i> (Linnaeus, 1758)	Acuicultura	Se refiere a un método de cría de larvas de <i>Monodactylus argenteus</i> en tanques utilizando agua enriquecida con microalgas. Este sistema proporciona un entorno nutritivo y adecuado para el desarrollo y la supervivencia de las larvas, facilitando su crianza en cautividad y promoviendo la producción a gran escala de esta especie ornamental.	https://acortar.link/sZbUYQ	INDIA	2020	CRÍA DE LARVAS PECES
10	Environmental rearing conditions are key determinants of changes in immune gene expression patterns in shrimp midgut	Ciencia Marina	Se refiere a un sistema intensivo de cultivo de camarones al aire libre, donde los camarones son criados en un ambiente más tradicional en comparación con el sistema BioFloc Technology (BFT). En este contexto, GWS mostró menores niveles de expresión de genes inmunológicos en el intestino de los camarones <i>Litopenaeus vannamei</i> .	https://acortar.link/eAnjC0	BRASIL	2020	CRÍA DE CAMARONES
11	Use of plant-based protein concentrates as replacement for fishmeal in practical diets for the Pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) reared under high stocking density and low salinity conditions	Agricultura	Se refiere a un entorno de cultivo al aire libre para camarones en el que se evaluó el impacto de reemplazar la harina de pescado con concentrados de proteínas vegetales en su dieta.	https://acortar.link/KuNXQW	ESTADOS UNIDOS	2020	CRÍA DE CAMARONES
12	Multienzymatic capacity of cultivable intestinal bacteria from captive <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) shrimp reared in green water	Ciencia Marina	Se refiere a un entorno acuático donde se crían camarones y se estudia el equilibrio entre la población bacteriana gastrointestinal y el ambiente. El sistema de agua verde es importante para la salud de los camarones, especialmente en presencia del virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV).	https://acortar.link/CbtzyY	BRASIL	2019	CRÍA DE CAMARONES
13	Impact of different rearing systems on survival, growth and quality of mud crab (<i>Scylla paramamosain</i>) megalopae reared from early zoeae	Ciencia Marina	se refiere a un sistema de cría utilizado para cultivar larvas de cangrejo de fango (<i>Scylla paramamosain</i>) desde el estado de zoea hasta megalopa. Este estudio comparó varios sistemas de cría y encontró que el sistema de agua verde proporcionó la mayor tasa de supervivencia de las megalopas en comparación con otros sistemas, como el agua clara, el agua recirculante y el sistema de biofloc.	https://acortar.link/3l7Cte	AUSTRALIA	2019	CRÍA DE LARVAS CANGREJO
14	Captive maturation, breeding and seed production of Pink ear emperor, <i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede, 1802) (Family: Lethrinidae) in recirculating aquaculture system (RAS)	Ciencia Marina	Se refiere a un método de cría utilizado para la crianza de larvas del pez emperador de orejas rosadas (<i>Lethrinus lentjan</i>). Este sistema emplea agua verde, que contiene microalgas, para proporcionar un entorno adecuado para el desarrollo de las larvas.	https://acortar.link/GBK26f	INDIA	2019	CRÍA DE LARVAS PECES

15	Broodstock development, induced breeding and larval rearing of Indian pompano, <i>Trachinotus mookalee</i> , (Cuvier, 1832) – A new candidate species for aquaculture	Acuicultura	Se refiere a un método utilizado durante la crianza de larvas del pompano indio (<i>Trachinotus mookalee</i>) en un entorno controlado. En este sistema, el agua verde se usa para criar las larvas en tanques de fibra de vidrio reforzada (FRP) con capacidad de 2 toneladas. El agua verde, que contiene microalgas, proporciona un ambiente enriquecido que favorece el desarrollo de las larvas recién nacidas, ayudando en la alimentación y en la estabilización del entorno acuático.	https://acortar.link/LDJTel	INDIA	2018	CRÍA DE LARVAS PECES
16	Green water and African sustainability	Sostenibilidad Ambiental	Se refiere a la gestión del agua verde, que abarca la evaporación y precipitación utilizadas principalmente en la agricultura. En África subsahariana, donde se prevé un gran aumento poblacional, la gestión eficiente de esta agua es crucial para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El enfoque principal es que la gestión del agua verde a nivel de paisaje es clave para influir en diversas escalas temporales y espaciales, destacando la urgencia de sistemas resilientes ante el cambio climático.	https://acortar.link/ABv8Wn	SUECIA	2018	GESTIÓN DE AGUA VERDE
17	Development of mud crab crablet, the identification of ciliates and the bioefficacy of leaf extract of <i>Rhizophora apiculata</i> as anti-protozoal agent	Ciencia Marina	Se refiere a la utilización de un sistema con agua verde en la cría de larvas de cangrejo (<i>Scylla paramamosain</i>). Este sistema se activa para proporcionar una fuente abundante de alimento natural.	https://acortar.link/SiEfyD	MALASIA	2017	CRÍA DE LARVAS CANGREJO
18	Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of <i>Litopenaeus vannamei</i> reared in a green-water system	Ecología Química	Favorece el crecimiento de camarones juveniles al proporcionar un ambiente natural que ayuda en la nutrición. Se evaluó el efecto de la densidad de cultivo y el contenido de metionina en la dieta sobre el rendimiento de los camarones.	https://acortar.link/zyDq9A	BRASIL	2016	CRÍA DE CAMARONES
19	Production and use of a flocculated paste of <i>Nannochloropsis oculata</i> for rearing newborn seahorse <i>Hippocampus reidi</i>	Ecología Química	Es ventajoso para criar caballitos de mar juveniles en comparación con el sistema de agua clara. Aunque el cultivo de microalgas frescas puede ser costoso, se evaluó la viabilidad de reemplazarlas con pastas de microalgas producidas a partir de <i>Nannochloropsis oculata</i> .	https://acortar.link/mOXk1T	BRASIL	2016	CRÍA DE CABALLOS DE MAR
20	Survey of green building water systems reveals elevated water age and water quality concerns	Sostenibilidad Ambiental	Los sistemas de agua verde en edificios sostenibles pueden tener consecuencias inesperadas en la salud pública y la estética. Se encontró que el agua en estos sistemas puede permanecer estancada durante períodos prolongados (de días a meses), lo que disminuye los niveles de cloro y aumenta la presencia de patógenos.	https://acortar.link/OXByGW	ESTADOS UNIDOS	2016	CONSECUENCIAS DE EDIFICIOS VERDES
21	Effective use of microbial biomass products to facilitate the complete replacement of fishery resources in	Ciencia Marina	Efectivo para mejorar el rendimiento del camarón negro tigre (<i>Penaeus monodon</i>) en comparación con el sistema de agua clara.	https://acortar.link/ZIqS9A	AUSTRALIA	2014	CRÍA DE CAMARONES

	diets for the black tiger shrimp, <i>Penaeus monodon</i>						
22	Dietary effect of fish oil and soybean lecithin on growth and survival of juvenile <i>Litopenaeus vannamei</i> in the presence or absence of phytoplankton in an indoor system	Acuicultura	Mejora el crecimiento de camarones <i>L. vannamei</i> en comparación con el sistema de agua clara. El uso de 4% de lecitina de soya en las dietas también aumentó el peso de los camarones.	https://acortar.link/NyxR8c	PERÚ	2014	CRÍA DE CAMARONES
23	Water and energy savings from on-demand and hot water recirculating systems	Sostenibilidad Ambiental	Estos se refieren a sistemas de calefacción de agua como la recirculación de agua caliente y los sistemas instantáneos de agua caliente que prometen ahorros en energía y agua.	https://acortar.link/b6Ioaf	ESTADOS UNIDOS	2013	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN DE AGUA ELÉCTRICO-VERDES
24	Dietary effect of squid and fish meals on growth and survival of Pacific white shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> in the presence or absence of phytoplankton in an indoor tank system	Acuicultura	Comparación sobre el crecimiento y la supervivencia de camarones <i>Litopenaeus vannamei</i> en sistemas de agua clara y agua verde, el último con microalgas.	https://acortar.link/iljsbV	PERÚ	2012	CRÍA DE CAMARONES
25	Broodstock development and breeding of black-finned anemone fish <i>Amphiprion nigripes</i> regan, 1908 under captive conditions	Ciencia Marina	Se detalla la cría comercial del pez anémona de aletas negras (<i>Amphiprion nigripes</i>) en sistemas de agua verde, que usan microalgas para alimentar las larvas.	https://acortar.link/zlnYu7	INDIA	2012	CRÍA DE CAMARONES
26	First report on microcystins contamination in giant freshwater prawn (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) and Nile tilapia (<i>Tilapia nilotica</i>) cultured in earthen ponds	Ciencia Marina	Se revela que los sistemas de agua verde utilizados en Acuicultura, como estanques para camarones de agua dulce y tilapias, se observó una alta incidencia de cianobacterias tóxicas, como <i>Microcystis aeruginosa</i> , que producen microcistinas.	https://acortar.link/nLjNHf	TAILANDIA	2011	CRÍA DE CAMARONES
27	Standardisation of stocking density in the larviculture of <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man 1879) using modified static green water system	Acuicultura	Se refiere a un método de cultivo larval en acuicultura, específicamente utilizado en la producción de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , un tipo de camarón de agua dulce. Es un sistema estático que se caracteriza por no realizar intercambios de agua ni la eliminación de desechos durante el período de crianza.	https://acortar.link/HHSIQa	INDIA	2011	CRÍA DE CAMARONES
28	Diversity of sulfur-oxidizing bacteria in greenwater system of coastal aquaculture	Acuicultura	Se refiere a un sistema utilizado en la acuicultura costera, particularmente en la cría de camarones, donde se emplea agua verde que contiene bacterias beneficiosas, en este caso, bacterias oxidantes de azufre (SOB, por sus siglas en inglés).	https://acortar.link/HsKDZ8	INDIA	2010	CRÍA DE CAMARONES
29	Fatty acid profiles of spiny lobster (<i>Panulirus homarus</i>) phyllosoma fed enriched <i>Artemia</i>	Ciencia Marina	Método de cultivo acuático en el que se utiliza agua que contiene microalgas, en este caso, <i>Nannochloropsis salina</i> . Este sistema se emplea para criar larvas de langosta espinosa (<i>Panulirus homarus</i>) y tiene como objetivo mejorar la composición de ácidos grasos esenciales en las larvas al manipular el contenido de ácidos grasos en su alimento vivo, como la artemia enriquecida.	https://acortar.link/DsfrY	INDIA	2010	CRÍA DE LARVAS LANGOSTA

30	Tilapia-shrimp polyculture in Negros Island, Philippines: A review	Acuicultura	Tecnología de cultivo acuícola utilizada en la cría de camarones, que incorpora el uso de tilapia como biomanipulador junto con probióticos. Este sistema es ampliamente utilizado por los productores de camarones en la Isla de Negros, Filipinas, para controlar enfermedades bacterianas luminosas causadas por <i>Vibrio harveyi</i> .	https://acortar.link/TXQh3a	FILIPINAS	2008	CRÍA DE CAMARONES
31	Effect of green and clear water and lipid source on survival, growth and biochemical composition of Pacific white shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i>	Acuicultura	Se refiere a un método de cultivo acuático en el que los camarones, específicamente el camarón blanco del Pacífico (<i>Litopenaeus vannamei</i>), se crían en un ambiente que incluye organismos alimenticios naturales producidos endógenamente. Estos organismos, presentes en el sistema de agua verde, contribuyen a un mejor rendimiento de los camarones en comparación con los criados en un sistema de "agua clara" que no contiene estos organismos.	https://acortar.link/Uq05Sw	ESPAÑA	2006	CRÍA DE CAMARONES
32	Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology	Ciencia Marina	se refiere a una tecnología acuícola utilizada en la cría de larvas del langostino gigante de agua dulce (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) en Vietnam, particularmente en sistemas estancados de agua verde.	https://acortar.link/iYtUEr	VIET NAM	2006	CRÍA DE LARVAS LANGOSTA
33	The pseudo-green water technique for intensive rearing of sea bream (<i>Sparus aurata</i>) larvae	Acuicultura	Se refiere a una tecnología específica utilizada para la cría de larvas de dorada (<i>Sparus aurata</i>) en acuicultura, denominada aquí como "pseudo green water". Este sistema implica la adición diaria de fitoplancton en los tanques de cría durante el primer mes de desarrollo de las larvas.	https://acortar.link/k5IYe6	GRECIA	2001	CRÍA DE LARVAS PECES
34	Use of juvenile instar diaphanosoma celebensis (stingelin) in hatchery rearing of Asian sea bass <i>Lates calcarifer</i> (bloch)	Acuicultura	Se refiere a un sistema estático de cría de larvas de robalo (<i>Lates calcarifer</i>) en el que el agua está enriquecida con organismos como el cladóceros de agua salobre <i>Diaphanosoma celebensis</i> .	https://acortar.link/BASdc	FILIPINAS	2001	CRÍA DE LARVAS PECES
35	Changes in fatty acid profile during larval development of freshwater prawn <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (de Man)	Agrotecnología	Hace referencia a un sistema de cultivo utilizado para criar larvas del langostino gigante de agua dulce (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) bajo condiciones de criadero. Específicamente, el estudio se centra en un sistema de "agua verde estática modificada", en el cual no se introduce agua verde al inicio del período de cultivo.	https://acortar.link/FsFkM4	MALASIA	1999	CRÍA DE LARVAS LANGOSTA