

METODOLOGÍAS DE LA PROTECCIÓN UTILIZADAS PARA AVANZAR EN EL OBJETIVO 6 META 6.6 DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Karen Viviana León Torres

ABSTRACT

Este estudio realiza una revisión sistemática de la literatura para evaluar si estas estrategias realmente contribuyen a la sostenibilidad ambiental y a la protección de los ecosistemas relacionados a el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (Agua limpia y saneamiento) más específicamente a la meta 6.6 (De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos). Al recopilar y analizar estudios previos, este enfoque permite identificar si las estrategias actuales son adecuadas o si existen vacíos en la evidencia que requieren más investigación. En resumen, la revisión busca validar las acciones de conservación y sugerir mejoras para garantizar la protección efectiva de los ecosistemas acuáticos.

This study conducts a systematic literature review to assess whether these strategies actually contribute to environmental sustainability and ecosystem protection related to Sustainable Development Goal 6 (Clean water and sanitation) more specifically target 6.6 (By 2020, protect and restore water-related ecosystems, including forests, mountains, wetlands, rivers, aquifers and lakes). By collecting and analysing previous studies, this approach allows to identify whether current strategies are adequate or whether there are gaps in the evidence that require further research. In summary, the review seeks to validate conservation actions and suggest improvements to ensure the effective protection of aquatic ecosystems.

Keywords: Sustainable development, Sustainable development goals, SDG 6, water.

Received: mes/dia/ano

Accepted: mes/dia/ano

DOI: <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v4.n00.pe0>

1 INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible del agua y la conservación de ecosistemas son importantes para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y promover un desarrollo equitativo y sostenible a nivel global. Varios estudios tratan la conexión entre estos elementos en diferentes contextos.

1.1. *Desarrollo sostenible*

El desarrollo sostenible ha sido un concepto en constante evolución, moldeado por momentos históricos que han influido en su importancia actual. La noción de un "futuro común" destaca la urgencia de una colaboración global, como lo destacó el informe Brundtland, que hizo énfasis en la importancia de la cooperación internacional para asegurar un futuro más justo y equilibrado. En 2015, las Naciones Unidas lanzaron la Agenda 2030 con el fin de mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, reconociendo que esto solo será posible si los recursos naturales se tratan de manera responsable y equitativa (Dickens et al., 2020).

El desarrollo sostenible no solo implica la protección del medio ambiente, sino también el uso eficiente de los recursos para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras. Desde la Cumbre de Río en 1992, la comunidad internacional ha reconocido que el progreso económico y social debe ir de la mano con la preservación del entorno natural, ya que este es la base sobre la que se sostienen todas las actividades humanas. La correcta gestión de los recursos naturales se ha convertido en un pilar esencial para garantizar que el desarrollo sea duradero y no solo un esfuerzo temporal (Mujtaba et al., 2024).

Además, el desarrollo sostenible va más allá de las políticas y las cifras, abarcando una visión más humana que busca reducir las desigualdades y promover una distribución justa de los beneficios del desarrollo. Esto implica que las personas más vulnerables tengan acceso a oportunidades equitativas, y que los avances no sean solo para unos pocos. La innovación, el trabajo conjunto y una transformación en los patrones de consumo y producción son fundamentales para construir un futuro en el que todas las personas puedan prosperar sin poner en peligro el planeta que comparten (Eyzaguirre et al., 2023).

1.2. *Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) nacieron en el año 2000 como un compromiso global con el fin de mejorar la vida de las personas más vulnerables del mundo. Con metas claras y ambiciosas, estos objetivos se enfocaron en combatir problemas críticos como la pobreza extrema, el acceso limitado a la educación y la desigualdad de género, especialmente en los países del hemisferio sur, donde estos desafíos eran más evidentes. Aunque en su inicio los ODM se centraron en cuestiones sociales, como la mejora de la salud y la reducción de la mortalidad infantil, también abordaron temas ambientales, como el acceso al agua potable y al saneamiento.

Uno de los objetivos más destacados fue el ODM 7C, cuyo propósito era proporcionar acceso sostenible al agua potable y al saneamiento para el año 2015. En un principio, solo se incluyó el agua potable, pero en 2002 se incorporó el saneamiento, reconociendo su papel crucial para la salud y el bienestar general. Durante los 15 años de implementación de los ODM, se lograron avances significativos: muchas más personas, en particular en zonas rurales, obtuvieron acceso a agua limpia y a sistemas de saneamiento seguros, lo que redujo enfermedades y mejoró notablemente las condiciones de vida (Mujtaba et al., 2024).

Los ODM representaron un momento clave en la historia del desarrollo global, ya que por primera vez se establecieron metas medibles y claras para enfrentar los problemas del mundo. Este enfoque permitió monitorear el progreso y coordinar esfuerzos internacionales para lograr mejoras reales en la vida de millones de personas. Sin embargo, a lo largo del tiempo, el contexto global evolucionó. El cambio climático y la degradación ambiental comenzaron a tener un impacto cada vez más visible, lo que generó una nueva urgencia por proteger el medio ambiente. Aunque los ODM se centraron en aliviar la pobreza y mejorar la salud, la creciente preocupación por la sostenibilidad y la protección ambiental empezó a ganar terreno en la agenda global.

Al concluir el período de los ODM en 2015, se reconoció que, si bien se habían logrado avances significativos, el mundo necesitaba una agenda más amplia. Surgieron entonces los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que ampliaron el enfoque de los ODM al integrar plenamente los desafíos

ambientales y sociales. Estos nuevos objetivos buscan abordar de manera conjunta la pobreza, el cambio climático y la sostenibilidad, garantizando un desarrollo equilibrado y justo para las generaciones presentes y futuras (Wiegleb & Bruns, 2018).

1.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas dio un paso trascendental al lanzar la Agenda 2030, un plan global compuesto por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo propósito es enfrentar los grandes desafíos contemporáneos: desde la erradicación de la pobreza hasta la protección del medio ambiente y la promoción de sociedades equitativas y pacíficas. Estos objetivos no solo son metas abstractas en un documento, sino que representan la esperanza de un futuro mejor, destacando la interconexión entre el bienestar humano, la naturaleza y el desarrollo económico (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

Uno de los principios fundamentales de los ODS es su enfoque integral, lo que significa que el avance en un objetivo afecta inevitablemente a los demás. Por ejemplo, el acceso universal al agua potable, reflejado en el ODS 6, es esencial para combatir la pobreza, garantizar la salud pública y proteger los ecosistemas. No obstante, este objetivo enfrenta serios desafíos, ya que muchos países aún luchan por garantizar el acceso al agua limpia y al saneamiento adecuado para todos sus ciudadanos (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

La Agenda 2030 también pone un fuerte énfasis en la sostenibilidad a largo plazo, con un enfoque en las generaciones futuras. El ODS 14, que se enfoca en la conservación y el uso sostenible de los océanos y los recursos marinos, subraya la importancia de proteger los ecosistemas naturales. Estos sistemas, como los ríos, mares y bosques, no solo sostienen la vida, sino que también actúan como reguladores esenciales del equilibrio ambiental del planeta. Sin ellos, el futuro de la humanidad estaría en peligro (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

La implementación de los ODS es una tarea que requiere la colaboración de múltiples sectores. Los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado deben coordinar sus esfuerzos para evitar que los avances en un área comprometan los progresos en otras. Sin embargo, muchos países se enfrentan al desafío de integrar los ODS en sus prioridades nacionales, ya que a menudo las urgencias del corto plazo prevalecen sobre las necesidades a largo plazo (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

La investigación científica y los datos concretos son fundamentales en este proceso, ya que permiten evaluar los progresos alcanzados y ajustar las políticas para garantizar que las metas sean específicas, medibles y alcanzables. Un ejemplo destacado se encuentra en Pakistán, donde se han impulsado iniciativas para mejorar la gestión del agua. Sin embargo, aún persisten desafíos significativos relacionados con la gobernanza del recurso y la equidad en su distribución (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

Lo que realmente define a los ODS es su interdependencia. Cada objetivo está vinculado a los demás, y el éxito en un área puede impulsar avances en otra. La Agenda 2030 hace un llamado a todas las partes interesadas, no solo a los gobiernos, sino también a la sociedad en su conjunto, a actuar de manera colaborativa y responsable. No se trata simplemente de cumplir metas numéricas, sino de construir un mundo más justo, equitativo y sostenible para todos (Aguayo Lopes da Silva et al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

Finalmente, los ODS ofrecen una oportunidad única para reorientar el rumbo del desarrollo global. Estos objetivos recuerdan que cada acción cuenta y que el futuro del planeta está en manos de la humanidad. Para que esta visión se haga realidad, es esencial un compromiso continuo, reconociendo que el bienestar de las personas, el medio ambiente y la economía son componentes inseparables de un sistema global interdependiente (Aguayo Lopes da Silva et

al., 2024; Dickens et al., 2020; Grazule et al., 2022; Katila et al., 2020; Mujtaba et al., 2024; Wiegant et al., 2024; Yang et al., 2023).

1.4. Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) de las Naciones Unidas busca asegurar que todas las personas tengan acceso a agua potable y saneamiento, promoviendo al mismo tiempo una gestión sostenible de los recursos hídricos. Este objetivo es fundamental, no solo para el bienestar humano, sino también para la preservación de los ecosistemas que dependen del agua. El ODS 6 se convierte, por tanto, en un pilar esencial para el éxito de la mayoría de los otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que sin agua limpia y un saneamiento adecuado, el avance en áreas como la salud, la educación y la lucha contra la pobreza se ve gravemente afectado (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

Este compromiso global forma parte de la Agenda 2030, una ambiciosa estrategia internacional que pone el agua en el centro del desarrollo sostenible. Desde la década de 1970, la comunidad internacional ha reconocido la importancia de abordar los problemas relacionados con el agua, y en 1992, los "Principios de Dublín" subrayaron la necesidad de gestionar el ciclo del agua de manera integral, incluyendo aspectos como la cantidad disponible, la calidad del recurso y la protección de los ecosistemas acuáticos (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

Para muchas personas, el agua potable y el saneamiento son derechos fundamentales. El ODS 6 aborda directamente estas necesidades, pero también va más allá, extendiéndose a la mejora de la calidad del agua, la reducción de la contaminación y el uso eficiente de los recursos hídricos. Dentro de sus metas, se incluye la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua, un enfoque que subraya la importancia de la sostenibilidad en la gestión de este recurso tan vital (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

El acceso al agua y al saneamiento, aunque básico, sigue siendo un desafío para millones de personas en el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada día mueren 14 personas debido a enfermedades provocadas por agua contaminada. Estas cifras alarmantes resaltan la urgencia de tomar medidas más efectivas, porque sin una acción decidida, el mundo podría no

alcanzar en 2030 la meta de asegurar agua y saneamiento para todos (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

El ODS 6 también tiene una dimensión global, pues reconoce que muchas cuencas y cuerpos de agua cruzan fronteras, lo que exige una cooperación internacional sólida para garantizar su manejo adecuado. Además, destaca la necesidad de crear indicadores precisos para medir el progreso en cada una de sus metas, porque si no se cuenta con indicadores fiables, evaluar los avances y saber si se están cumpliendo los objetivos se vuelve un desafío aún mayor (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

En definitiva, este objetivo no solo busca resolver problemas inmediatos como el acceso al agua potable y el saneamiento, sino que también propone una visión más amplia que abarca la calidad del agua, la eficiencia en su uso, la protección de los ecosistemas y la participación de comunidades y gobiernos. Este enfoque integral es esencial para asegurar que tanto las personas como el planeta tengan un futuro sostenible (Grazule et al., 2022; Mujtaba et al., 2024).

1.5. Problemática

El cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) enfrenta varios desafíos significativos que complican el acceso universal al agua potable y al saneamiento, a pesar de que estos son derechos humanos fundamentales. Uno de los obstáculos más destacados es la falta de conocimiento y conciencia sobre la importancia de estos servicios esenciales. Muchas comunidades, especialmente en áreas rurales o en países en desarrollo, carecen de la información necesaria para gestionar adecuadamente los recursos hídricos. Este desconocimiento se traduce en prácticas insostenibles que afectan tanto la salud pública como la calidad de los ecosistemas acuáticos. Las personas a menudo no están informadas sobre cómo prevenir la contaminación de fuentes de agua, la importancia de un saneamiento seguro y la necesidad de utilizar los recursos de manera eficiente (Wiegant et al., 2024).

Además, la cooperación entre gobiernos a nivel local y global es crucial para abordar esta problemática. La creación y cumplimiento de políticas nacionales e internacionales son fundamentales para asegurar una gestión integral del agua. Sin embargo, a menudo existen brechas significativas en la colaboración entre diferentes niveles de gobierno, lo que dificulta la

implementación de estrategias efectivas. La falta de alineación entre las políticas locales y las iniciativas globales puede llevar a esfuerzos fragmentados, donde las soluciones propuestas no se adaptan a las realidades y necesidades específicas de las comunidades (Vörösmarty et al., 2018).

Otro desafío importante es la insuficiencia de financiamiento. Lograr el ODS 6 requiere inversiones sustanciales en infraestructura para garantizar el acceso a servicios de agua potable y saneamiento, así como en tecnologías que mejoren la eficiencia del uso del agua y el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, muchos países carecen de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo estas inversiones. La financiación internacional para proyectos de agua y saneamiento también es limitada, y a menudo se distribuye de manera desigual, dejando a las comunidades más vulnerables sin los medios para acceder a servicios básicos. La falta de recursos financieros no solo impacta la construcción de nuevas infraestructuras, sino también el mantenimiento y la modernización de las existentes. Sin inversiones sostenidas, los avances logrados en algunas regiones podrían revertirse, dificultando aún más el cumplimiento del ODS 6 para 2030 (Mugagga & Nabaasa, 2016; Mujtaba et al., 2024).

Asimismo, la contaminación de los ecosistemas acuáticos representa una problemática crucial que afecta la calidad del agua disponible. La agricultura intensiva, la industrialización y la falta de un saneamiento adecuado contribuyen a la contaminación de ríos, lagos y acuíferos, comprometiendo no solo la salud humana, sino también la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas. El deterioro de estos ecosistemas tiene un impacto directo en la disponibilidad de agua potable y en la capacidad de los recursos hídricos para sustentar la vida (Hakimdavar et al., 2020).

El cambio climático también se rige como un desafío adicional que exacerba la situación del agua. Las alteraciones en los patrones de precipitación, el aumento de la temperatura y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos afectan tanto la cantidad como la calidad del agua disponible. Las sequías prolongadas y las inundaciones repentinas pueden dañar las infraestructuras de agua y saneamiento, y crear una mayor presión sobre los

recursos hídricos, lo que dificulta aún más el cumplimiento del ODS 6 (Aguayo Lopes da Silva et al., 2023).

En este contexto, la innovación y el uso de tecnologías emergentes se presentan como herramientas prometedoras para enfrentar estos desafíos. La motivación de la comunidad científica para desarrollar nuevas soluciones y mejorar las existentes es fundamental para transformar la gestión del agua. Sin embargo, es necesario que esta innovación se traduzca en políticas efectivas y en la cooperación entre sectores, para garantizar que las tecnologías lleguen a quienes más las necesitan y se implementen de manera adecuada en las comunidades (Kundu et al., 2024).

El impacto del Proyecto de Desarrollo Integrado de Cuencas Hidrográficas (IWDP) en la región de Shivalik, India, donde se ha logrado reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida mediante una gestión eficiente de los recursos hídricos. Esto resalta la importancia de una planificación estratégica en la gestión del agua (Grazule et al., 2022).

En Letonia, Randin et al (2020) analiza cómo los servicios ecosistémicos del río Svete contribuyen a la consecución de varios ODS, enfatizando la necesidad de prácticas de gestión sostenible para asegurar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas. A nivel global, se evalúa el estado de los ecosistemas y recursos naturales, evidenciando que los actuales indicadores de sostenibilidad son insuficientes y que se requiere un monitoreo más eficaz para alcanzar los ODS (Dickens et al., 2020).

En el contexto del Himalaya central, se identifica que la pobreza ecológica, caracterizada por la deforestación y la erosión del suelo, es un desafío significativo, lo que resalta la necesidad de gestionar los recursos naturales de manera sostenible para mitigar estos problemas (Samal et al., 2003). De manera similar, se analiza la relación entre los ecosistemas alpinos y el desarrollo sostenible en las montañas Qilian de China, subrayando la importancia de conservar estos ecosistemas frente al cambio climático (Yang et al., 2023).

La pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto considerable en la gestión de residuos en Fiji, provocando un aumento en la generación de residuos médicos y personales, lo que ha intensificado la contaminación ambiental. Este

contexto pone de manifiesto la urgencia de implementar prácticas sostenibles en la gestión de residuos (Chand et al., 2021).

En India, la silvicultura se presenta como un factor clave en la consecución de varios ODS, destacando la necesidad de manejar los bosques de manera sostenible para fomentar la salud y el bienestar de las comunidades locales (Dandabathula et al., 2021). La tenencia de la tierra también se identifica como un aspecto crítico en la gestión de recursos naturales, especialmente en la reducción de la pobreza y la mejora de la sostenibilidad (Katila et al., 2020).

Por otro lado, la gobernanza emerge como un elemento esencial para la implementación efectiva de los ODS. Se propone la creación de mecanismos de coordinación y la participación de diversos actores en este proceso (Wiegant et al., 2024).

Estos estudios reflejan la complejidad de los desafíos ambientales y sociales que enfrentamos, destacando la necesidad de enfoques integrados y colaborativos que aborden la gestión del agua, la conservación de ecosistemas y el desarrollo sostenible de manera conjunta, promoviendo así un futuro más equitativo y sostenible para todos.

Para abordar la creciente preocupación por la degradación de los ecosistemas acuáticos y sus áreas adyacentes, esta investigación se propone estudiar las estrategias utilizadas para su preservación y conservación, abarcando bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos, en consonancia con el ODS 6, meta 6.6. El objetivo principal es realizar un metaanálisis que evalúe el avance de las estrategias de conservación implementadas en estos ecosistemas, con el fin de mitigar los impactos negativos de la actividad humana y promover la sostenibilidad ambiental. Así mismo, se buscará analizar los resultados obtenidos del metaanálisis para identificar los principales factores de degradación y las amenazas que enfrentan los ecosistemas acuáticos y sus áreas adyacentes, contribuyendo así a una comprensión más profunda de los desafíos que deben ser abordados para su adecuada gestión y conservación.

2 METODOLOGÍA

Con base en las preguntas de investigación, se utilizó el método "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses" (PRISMA)

para realizar una revisión sistemática de la literatura con el fin de analizar si las estrategias de conservación de los ecosistemas acuáticos están realmente apoyadas por una base sólida de evidencia. El objetivo es asegurar un análisis detallado y riguroso de la literatura existente. Este enfoque es esencial para determinar si una práctica cuenta con un respaldo sólido y verificable. En este contexto, la metodología aplicada ayudará a evaluar si dichas estrategias contribuyen de manera efectiva a la sostenibilidad ambiental y la protección de los recursos hídricos.

La revisión sistemática proporciona respuestas claras a preguntas de investigación específicas. En el caso de la conservación de ecosistemas acuáticos, es fundamental que las estrategias empleadas estén debidamente apoyadas por evidencia científica, ya que, de lo contrario, se corre el riesgo de aplicar prácticas que podrían ser ineficaces o resultar en un uso inadecuado de los recursos. Este tipo de revisión se basa en la recopilación y análisis de estudios previos, utilizando diversos enfoques como estrategias de conservación y políticas de protección. Este proceso también permite identificar lagunas en la evidencia disponible, lo que sugiere la necesidad de futuras investigaciones para mejorar la eficacia de las estrategias de conservación de los ecosistemas acuáticos.

El proceso comenzó con la formulación de las preguntas de investigación, que guiaron todo el estudio. En el ámbito de la conservación de ecosistemas acuáticos, se aplicó el enfoque PICOC (Población, Intervención, Comparación, Resultado, Contexto) para estructurar la cadena de búsqueda. Posteriormente, se formularon las preguntas identificando palabras clave pertinentes para localizar investigaciones previas que abordaran la conservación de ecosistemas acuáticos.

2.1. Formulación de preguntas.

En este estudio, las preguntas de investigación se desarrollaron empleando el enfoque PICOC. Se definieron los siguientes elementos: la Población, correspondiente al ODS 6 (Agua limpia y saneamiento); la Intervención, vinculada a la Meta 6.6, que busca proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos; la Comparación, referida al ODM 7 (Garantizar la

sostenibilidad del medio ambiente); los Resultados, enfocados en los avances de investigación sobre las estrategias del ODS 6, Meta 6.6; y el Contexto, relacionado con investigaciones sobre el ODS 6.

Las preguntas finales formuladas fueron: “¿Cuáles son las metodologías de protección implementadas para conservar y restaurar ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos, desde la declaración de la Agenda 2030?”; “¿Qué tipos de ecosistemas y estrategias se han aplicado para la conservación del agua, la biodiversidad, el bienestar humano y el desarrollo sostenible?”; y “¿Qué tipo de investigaciones se utilizan para proteger los ecosistemas relacionados con el agua?”. A partir de estas tres preguntas generales, se formularon 17 preguntas específicas con el fin de evaluar la evolución o el impacto de las estrategias en relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.

2.2. Identificación de fuente.

En la segunda etapa, tras la formulación de preguntas, se emplearon dos métodos: la búsqueda en "bases de datos" y el uso de "operadores booleanos". La búsqueda en bases de datos consistió en utilizar palabras clave para identificar y recuperar artículos relevantes en relación con las preguntas de investigación. Las palabras clave seleccionadas fueron: “Aquifers, Forests, Lakes, SDG 6: Clean Water and Sanitation, Sustainable Development, Water”.

El enfoque de los operadores booleanos también se utilizó para combinar términos de búsqueda de manera que amplíen y limiten los resultados de la búsqueda. Por ejemplo, si se utilizan las palabras clave "ecosistemas acuáticos" en la búsqueda de artículos, se amplía la búsqueda al devolver casi todos los artículos relacionados con el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el uso de palabras clave combinadas como “forest” AND “sdg” OR “sdgs” OR “sustainable AND development” limita los resultados de la búsqueda al devolver principalmente artículos centrados en la sostenibilidad. Los operadores booleanos fueron eficaces para la búsqueda limitando los resultados a términos específicos concordantes a el tema de investigación, en este caso los ecosistemas acuáticos de la meta 6.6. Los operadores booleanos también se pueden utilizar para limitar las bases de datos o revistas de donde deben provenir los resultados. Los operadores booleanos desempeñaron un papel importante al

limitar los resultados de la búsqueda a criterios específicos de inclusión y exclusión.

2.3. Selección y evaluación de fuentes.

La selección de artículos siguió un proceso en dos fases principales. Primero, se revisaron los resúmenes de los estudios. Un buen resumen debía incluir tres elementos esenciales: los antecedentes del estudio, los métodos empleados y los resultados o hallazgos obtenidos. Esta revisión proporcionó una visión clara del propósito de cada investigación, las metodologías aplicadas para la recolección y análisis de datos, y los resultados más destacados. En la segunda fase, se evaluó si los artículos cumplían con los criterios de inclusión y exclusión definidos. Los criterios de inclusión requerían que los estudios estuvieran relacionados con el Objetivo de Desarrollo del Milenio 7 o el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, fueran revisados por pares, y estuvieran escritos en inglés o español. En cuanto a los criterios de exclusión, se descartaron las actas de conferencias y los estudios que trataran otros objetivos de desarrollo.

Para organizar y seleccionar los resultados más relevantes, se utilizó el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). De un total de 75 artículos obtenidos, 24 provenían de Science Direct, 24 de Scopus y 27 de Web of Science. Sin embargo, no todos los artículos cumplían con los criterios establecidos. Finalmente, se seleccionaron 40 estudios que se consideraron adecuados, relevantes y precisos para responder las preguntas de investigación planteadas.

Se observó que la mayor cantidad de artículos fue extraída de Web of Science, representando un 36% del total. En segundo lugar, con un 32% cada una, se ubicaron de manera equitativa las plataformas Scopus y Science Direct. Como se mencionó anteriormente, de Web of Science se seleccionaron 27 artículos, pero solo 20 fueron aceptados. En el caso de Scopus, se seleccionaron 24 artículos, de los cuales únicamente 11 fueron aceptados. Por último, de Science Direct se seleccionaron 24 artículos, pero solo 9 lograron ser aceptados.

2.4. Análisis de datos.

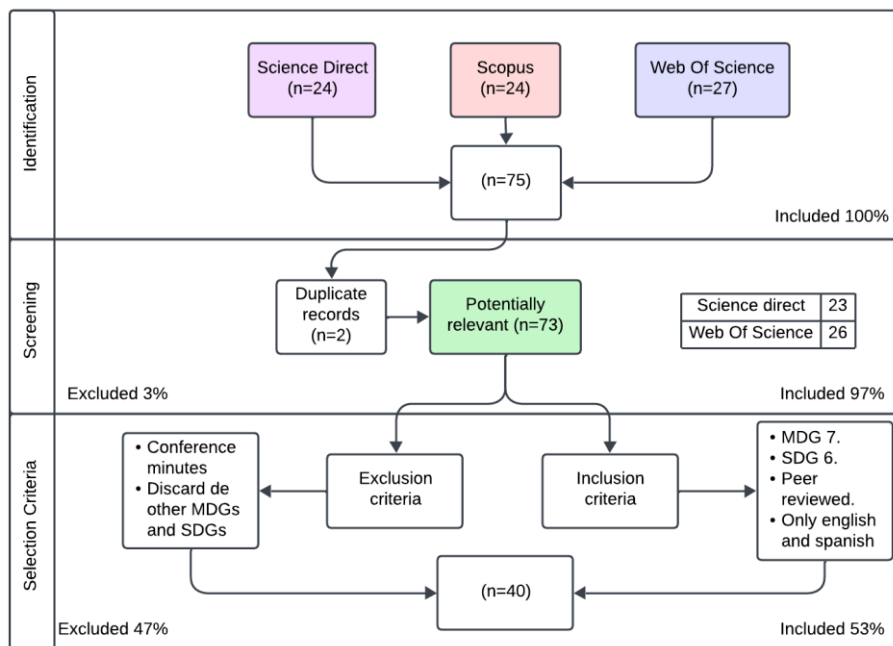


Ilustración 1. Diagrama de flujo de la metodología.

La ilustración 1 muestra el diagrama de flujo de la metodología para la selección de artículos. El análisis de datos se llevó a cabo siguiendo un proceso metódico que comenzó con un número inicial de 75 artículos. Después de una cuidadosa revisión, se seleccionaron 40 artículos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Esta revisión minuciosa permitió filtrar aquellos artículos que no se alineaban con los objetivos del estudio.

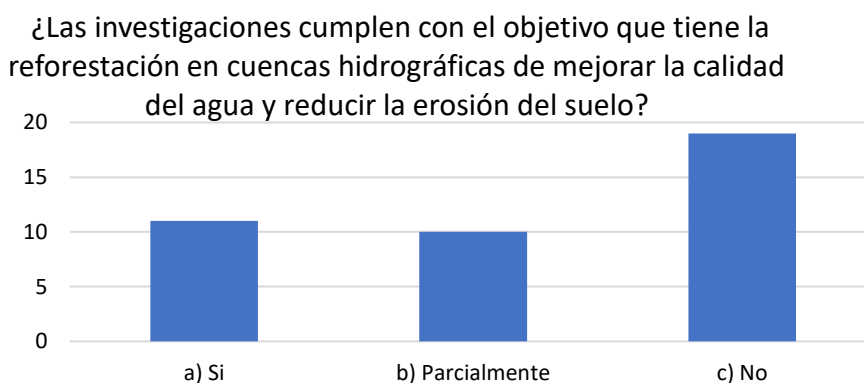
Una vez confirmados los 40 artículos elegibles, se procedió a responder las 17 preguntas específicas formuladas anteriormente. En este paso, se examinó cada artículo en busca de información relevante, destacando los aspectos más significativos que se encontraban en su contenido. Este enfoque no solo facilitó la recolección de datos, sino que también ayudó a sintetizar la información de manera útil para el análisis final.

Además, se asignó un valor a cada artículo en función de su importancia para el estudio. Aquellos artículos considerados esenciales para la investigación recibieron un valor de 1, mientras que los que se consideraron parcialmente importantes fueron calificados con 0.5, y los que no tenían relevancia se clasificaron con un valor de 0. Esta metodología de valoración permitió priorizar la información y garantizar que el análisis final se centrara en los artículos que realmente contribuían al entendimiento del impacto de las estrategias en

relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.

3 RESULTADOS

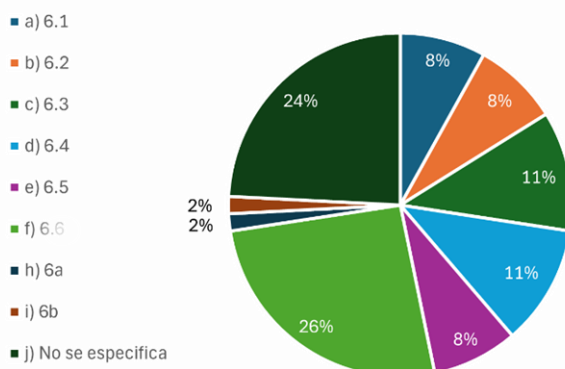
De acuerdo con las tres preguntas de investigación generales, los resultados de la revisión se estructuraron en tres secciones, cada una conectada de manera directa con las preguntas planteadas y los datos que se obtuvieron. La primera pregunta evalúa si la reforestación de cuencas hidrográficas cumple con su objetivo de mejorar la calidad del agua y reducir la erosión del suelo. Como se observa en la gráfica 1, la mayoría de las respuestas, con 19 artículo, indican que no se ha alcanzado dicho objetivo. Por otro lado, 11 artículos afirman que, si se cumple, mientras que 10 artículos, muestran el cumplimiento parcial.



Gráfica 1. Resultados cumplimiento objetivo reforestación en cuencas.

La quinta pregunta, pretende clasificar en que meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, se alinea el artículo. Según la gráfica 2. En primer lugar, la meta 6.6, con el 26% de artículos alineados, lo que equivale a 16 artículos. El segundo lugar lo ocupa la opción que indica que no se especifica una meta, con 24% equivalente a 15 artículos. El tercer lugar, lo ocupan las metas 6.3. y 6.4. con siete artículos, lo que representa un 11%. El cuarto lugar lo ocupan las metas 6.1., 6.2. y 6.5. con el 8%, equivalente a cinco artículos. Finalmente, el cuarto lugar lo ocupan las metas 6a y 6b con un artículo, equivalente al 2%. En cuarto lugar, las metas 6.1, 6.2 y 6.5 cuentan con un 8%, equivalente a cinco artículos. Finalmente, las metas 6a y 6b ocupan el último lugar con un artículo, lo que representa el 2%.

¿En qué meta del ODS 6 se alinea el artículo?



Gráfica 2. Cantidad de metas ODS 6 mencionadas en los artículos.

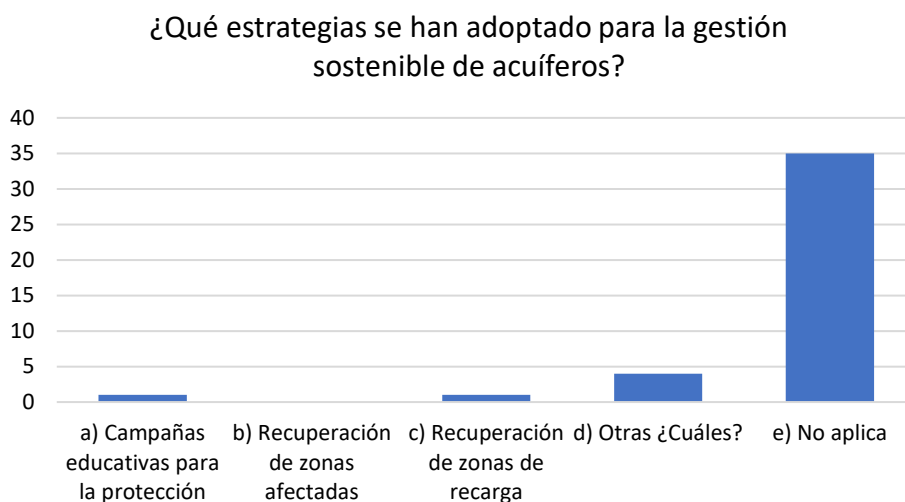
La pregunta nueve, cuestiona la mención de el Objetivo de Desarrollo de Milenio número 7, para lo que se evidencia en la tabla 1, que siete artículos indican dentro del desarrollo de estos la existencia en diferentes contextos.

Tabla 1. ODM 7

Mención de los ODM	Autor
No especifica cuál ODM, pero relaciona las palabras "recursos hídricos" "agua" "saneamiento".	(Ait-Kadi, 2016)
El ODS 6 es predecesor del ODM 7, lo relaciona con la meta 7. C.	(Amezaga et al., n.d.)
Analiza el cambio de los ODM a los ODS en términos de paradigmas de gobernanza y dinámicas de cambio de políticas sobre el agua. La meta del ODM 7 logró proporcionar agua potable segura pero no logró la meta de instalaciones de saneamiento básicas.	(Wiegleb & Bruns, 2018)
A partir de los ODM se crean unos nuevos objetivos que integran los desafíos económicos, sociales y ambientales.	(Aguayo Lopes da Silva et al., 2023)
A partir de los ODM se adoptan nuevos y más prometedores ODS y destaca que los recursos hídricos africanos son un recurso principal para garantizar el desarrollo socioeconómico.	(Mugagga & Nabaasa, 2016)
Los ODS consideran explícitamente el papel fundamental de las ciudades en el avance de desarrollo sostenible. En comparación con los ODM, los ODS apuntan a equilibrar la inclusión social, el desarrollo económico y la protección del medio ambiente.	(Huang et al., 2023)
Los ODS son el resultado de esfuerzos y tratados realizados desde la Convención de la Tierra en Río de Janeiro (ONU, 1992) para lograr el cumplimiento de los ODM.	(Eyzaguirre et al., 2023)

3.1 Metodologías de protección para ecosistemas relacionados con el agua.

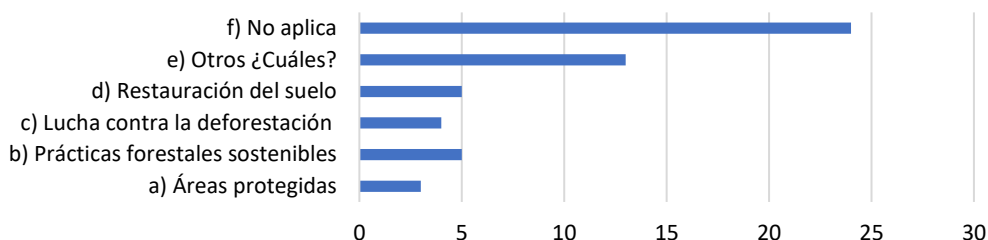
La sexta pregunta específica se refiere a las estrategias que se han implementado para la gestión sostenible de acuíferos, esta pregunta permitía la selección de varias opciones de respuesta y los resultados indican que de los 40 artículos revisados, el 87,5% de estos no mencionaban estrategias relacionadas a los acuíferos, lo que quiere decir que hay lagunas y poca investigación de estos sistemas acuáticos; en la gráfica 3 se observa que las estrategias que se han implementado han sido campañas educativas para la protección y recuperación de zonas de recarga. Con respecto a la opción “otras” se encontraron estrategias como: seguimiento progresivo de calidad y cantidad de agua subterránea dentro de los acuíferos (Hakimdavar et al., 2020), sistemas de apoyo a las políticas, planes de financiación y reducción de riesgo de desastres (Mujtaba et al., 2024), monitoreo de eventos de estrés, leyes que regulen la perforación en zonas de bajos acuíferos, adopción de técnicas de tratamiento de aguas residuales para recarga de acuíferos (Dadebo et al., 2023).



Gráfica 3. Estrategias gestión sostenible para acuíferos

En la séptima pregunta se buscaba conocer los enfoques empleados para proteger los bosques en relación con el recurso hídrico. Según la gráfica 4, la opción más seleccionada fue 'No aplica', con 24 artículos, lo que representa el 45%. En segundo lugar, se encuentra 'Otros', con 13 selecciones, equivalente al 24%. Luego, con 5 selecciones cada una (9%), están 'Prácticas forestales sostenibles' y 'Restauración del suelo'. En cuarto lugar, aparece 'Lucha contra la deforestación', con 4 selecciones (7%), y finalmente 'Áreas protegidas', con 3 selecciones, equivalente al 6%.

¿Cuáles son los diferentes enfoques que se utilizan para la protección de los bosques que se mencionan con relación al recurso hídrico



Gráfica 4. Enfoques protección bosques

Referente a la respuesta que implica mencionar otros enfoques, los resultados de esta respuesta, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Otros enfoques protección de bosques.

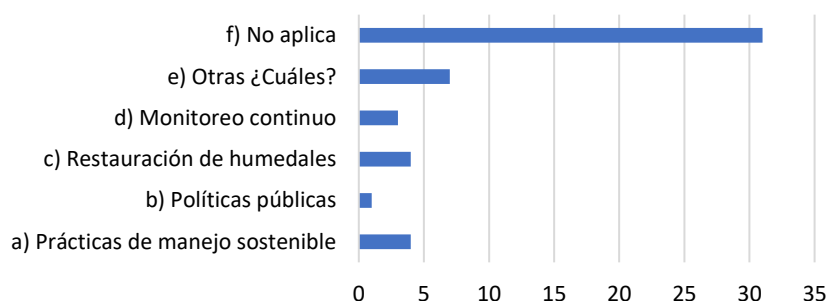
Otros enfoques protección de bosques	Autor
<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de bosques como soluciones ecológicas • Cobertizos protegidos por bosques para proporcionar agua. • Reforestación 	(Vörösmarty et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas forestales, pueden conservar el agua. • Impacto del cambio climático • Políticas y mejoras de gestión • Medidas para mejorar la degradación de la tierra • Gestión forestal sostenible • Papel que desempeñan los bosques en las medidas de mitigación del cambio climático • Turismo forestal 	(Ma et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> • Los bosques pueden reducir la frecuencia con la que se produce un pico de inundación • Bosques sustentan a 1600 millones de personas y ayudan a proporcionar beneficios adicionales como aire y agua limpios • Reforestar tierras agrícolas, reemplazar plantaciones de árboles exóticos por bosques nativos e implementar otros escenarios para mantener la disponibilidad y calidad del agua • Los bosques desempeñan un papel importante en la regulación de flujos de agua dulce del mundo • Los árboles son altamente resilientes y adaptables que optimizan el uso del agua 	(Amezaga et al., n.d.)

<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de mapas para aplicaciones de monitoreo y gestión forestal a gran escala. • Mapas de mapeos de bosques • Identificación de distribución de bosques. • Los bosques son importantes en la economía de Myanmar. 	<p>(Biswas et al., 2020)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Sector forestal contribuye a la sostenibilidad, actor clave en la lucha del cambio climático • Análisis de casos de reforestación en la República de Corea • Soluciones innovadoras para los mercados forestales de bajos ingresos • Los bosques son un mecanismo importante para apoyar la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. • El nivel de suministro de servicios ecosistémicos forestales es la clave para respaldar los ODS 	<p>(Aguayo Lopes da Silva et al., 2023)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Forestación de las cuencas • Programas de forestación apoyados por la asistencia gubernamental a gran escala • Bosques desempeñan un papel importante en el aumento de la precipitación. • Incentivar a mujeres y escuelas sobre plantación forestal, asesorados por técnicas de apoyo y protección a la plantación 	<p>(Ahmad S Rawat & Rai, 1990)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Devolución de tierras agrícolas a bosques, conversión de pastizales en bosques 	<p>(Wang, 2020)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Bosques proporcionan bienes y servicios. • La mayor parte de los ingresos provienen de los bosques alrededor del pueblo • Los bosques son importantes en la protección del suelo y del agua. • Plantación de <i>Pinus massoniana</i> que cumple función protectora del suelo y sirve como leña 	<p>(Zaizhi & Haishui, 2004)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Plan de protección ecológica de montañas. 	<p>(Yang et al., 2023)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Los bosques pueden vincularse directamente con el agua, los alimentos y la energía a través de diversos procesos, como la regulación de la escorrentía, la prevención del viento y el polvo y el cultivo de madera. • Proyectos de conservación y restauración de los bosques 	<p>(J. Zhang et al., 2022)</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Bosques controlan el clima regional, incluidas las precipitaciones. • Plantación de árboles podría reducir el cambio climático, la desertificación y la erosión del suelo. Ayuda a limpiar el aire mediante la absorción de gases contaminantes y el filtrado de partículas, regulan los ciclos del agua y proporcionar alimentos y diversidad a los ecosistemas. 	(Wan Mahari et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Protección de manejo de áreas forestales, por medio de derechos de extracción, uso, tenencia y planes de gestión. 	(Katila et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • La Gestión Forestal Conjunta (JFM) de la India es una estrategia exitosa para detener la degradación forestal y promover el desarrollo socioeconómico. 	(Dandabathula et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades locales cooperarán con los departamentos forestales en la protección y regeneración foresta 	
<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de bosques. 	(Wiegant et al., 2024)

Respecto a los humedales, la octava pregunta específica trataba sobre las estrategias que se han implementado para la protección de estos ecosistemas y su importancia para la calidad del agua, por lo cual los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 5, en la cual se observa que para el 77,5% (31 artículos) no se tenía información de estrategias relacionadas a este tipo de ecosistema, la siguiente opción más reiterada fue “otras” y estas se encuentran en la tabla 3, las opciones de prácticas de manejo sostenible y restauración de humedales fueron escogidas 4 veces, la opción de políticas públicas fue escogida 1 vez y la opción de monitoreo continuo fue escogida 3 veces.

¿Qué estrategias se han implementado para la protección de los humedales y su importancia para la calidad del agua y la biodiversidad?



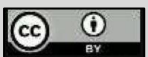
Gráfica 5. Estrategias protección humedales.

Tabla 3. Otras estrategias protección humedales.

Otras estrategias para la protección de humedales	Autor
<ul style="list-style-type: none"> • Eliminan la contaminación humana 	(Vörösmarty et al., 2018)



<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de humedales • Sistema de observación global de humedales (GWOS) • Servicio de Observación de Humedales por Satélite (SWOS) • Desarrollar, ampliar y restaurar áreas de humedales 	
<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los flujos y la buena calidad del agua • Reforestar áreas agrícolas, reemplazar plantaciones de especies arbóreas exóticas y monocultivos con una gama más amplia de árboles nativos • Eliminar plantaciones existentes o evitar nuevas plantaciones 	(Amezaga et al., n.d.)
<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos por satélite para rastrear los cambios • Se cartografiaban usando datos de Landsat y Sentinel • Iniciativa GEO-Wetlands que tiene por objeto fortalecer la coordinación de las observaciones mundiales de humedales. 	(Hakimdavar et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Buen Índice de Desempeño Ambiental (EPI) indica que un país es consciente del crecimiento y evita actividades que dañan los humedales. • Mejorar el Índice de Desarrollo Humano (IDH) podría proteger los humedales y mitigar su pérdida. • Valor irremplazable de los humedales para fomentar la salud ambiental, la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las sociedades humanas. • El Índice de Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDGI) pasa a ser una posible palanca para la conservación de los humedales 	(Kundu et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Normas de conservación y gestión de humedales. 	(Dandabathula et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el número de Sitios Ramsar e implementar un marco conceptual para la gestión adaptativa. • La conservación está vinculada a la gestión con la toma de decisiones por parte de las comunidades locales. • Realizar estudios para comprender la relación entre los proyectos de recuperación y restauración frente a los “contratos” con sesgo de corrupción en los proyectos REDD+ • Marco conceptual para la evaluación de los ODS en relación con el ecosistema de manglares para cumplir con el Plan Estratégico de los Sitios Ramsar y la Agenda 2030 en función de sus servicios ecosistémicos a fin de abordar las amenazas identificadas. • Se debe prestar atención a los objetivos de bajo desempeño en los países que albergan manglares debido a la función de filtrado que realizan los árboles en este ecosistema. • Turismo sostenible, a través de acciones en educación y economía creativa. • Programa Ocean Literacy con el fin de construir ciencia en torno a los ecosistemas marino-costeros como los manglares. 	(Eyzaguirre et al., 2023)



La pregunta número once se planteó con la intención es saber sobre los desafíos en cuanto a la protección de lagos. La gráfica 6, permite observa que la respuesta más seleccionada fue “no aplica” con 30 selecciones. En segundo lugar, se encuentra la respuesta “otros”, con 7 selecciones. De manera consiguiente, la respuesta “contaminación, con 5 selecciones. En cuarto lugar, se encuentra la respuesta “inadecuado plan de gestión”, con una selección. Finalmente, la respuesta “especies invasoras, no fue seleccionada.



Gráfica 6. Desafíos protección lagos.

Para la respuesta “otros”, se recibieron las siguientes respuestas. Presencia de cianotoxinas producidas por algas en el lago Erie, Especies migratorias, Agricultura descontrolada, deforestación, vertidos ilegales, El lago Guaíba necesita un tratamiento avanzado. No hay un fuerte plan de monitoreo en funcionamiento, ni cobro por el uso del agua, Pesca indiscriminada, Aves migratorias, Periodos de conservación del agua, Los lagos se están volviendo cada vez más eutróficos y la calidad de sus aguas se está deteriorando continuamente, La problemática se basa en darle cumplimiento a el artículo 51A de la Constitución de la India que habla sobre protección de cuerpos de agua.

La pregunta específica número 16 se refería a los ríos y que metodologías de protección se pueden aplicar para mejorar la calidad del agua de estos ecosistemas, la gráfica 7 muestra los resultados según los artículos revisados, el 82,5% no mencionaban metodologías que aplicaran a los ríos, la opción “otras” fue la segunda opción de mayor elección y en esta incluye metodologías como: espacios verdes a lo largo de ríos, herramientas para que las empresas creen conciencia y comprensión de riesgos hídricos (Vörösmarty et al., 2018),

introducción de franjas de protección forestales a lo largo de zonas ribereñas (Amezaga et al., n.d.), metodología de monitoreo de seguimiento ambiental de las Naciones Unidas y se cartografían usando datos disponibles, seguimiento progresivo cantidad de agua (descarga) (Hakimdavar et al., 2020), Planes y marcos de calidad del agua, control de permisos de extracción y emisión (Zaneti et al., 2023); las opciones de monitoreo y construcción de barreras y presas fueron seleccionadas dos veces respectivamente; las opciones de restauración de zonas ribereñas y ciencia ciudadana fueron seleccionadas una vez y el control de especies invasoras no fue seleccionado.

¿Qué metodologías de protección de los ríos se pueden aplicar para restaurar los caudales naturales de los ríos, mejorar la calidad del agua y proteger estos hábitats?



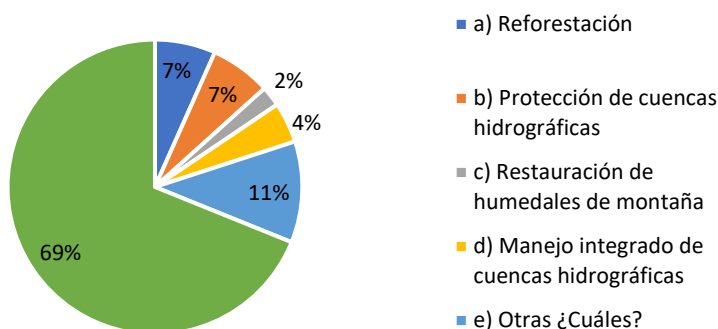
Gráfica 7. Metodologías protección ríos.

La pregunta diecisiete pretende conocer que practicas sostenibles contribuyen a conservar los recursos hídricos en las montañas. Como lo muestra la gráfica 8, la respuesta más seleccionada fue “No aplica”, con 31 artículos que equivalen al 69%. En segundo lugar, se encuentra la respuesta que hace referencia a mencionar otras prácticas que no se encuentren en las opciones, esta tiene cinco selecciones que equivalen al 11%. De manera consiguiente, se encuentran dos respuestas con 3 selecciones, equivalente al 7%, que fueron “protección de cuencas hidrográficas” y “reforestación”. En cuarta posición, se encuentra la respuesta “manejo integrado de cuencas hidrográficas” con dos selecciones equivalentes al 4%. Finalmente se tiene la respuesta “restauración de humedales de montaña” con una selección, equivalente al 2%.

Para la respuesta otros, se encontró que existían otras prácticas sostenibles como los bosques nubosos que interceptan la niebla y las gotas de nubes, esto podría aumentar los rendimientos anuales. Por otro lado, el programa del Hombre y la Biosfera de la UNESCO, título 6: Impacto de las

actividades humanas en los ecosistemas de montaña y tundra para la gestión y el desarrollo sostenible de los ecosistemas de montaña. Y finalmente el devolver las tierras agrícolas al bosque para mejorar el entorno ecológico, transferir mano de obra para reducir la presión demográfica, controlar el crecimiento de la población.

¿Qué prácticas sostenibles contribuyen a la conservación de recursos hídricos en las montañas?



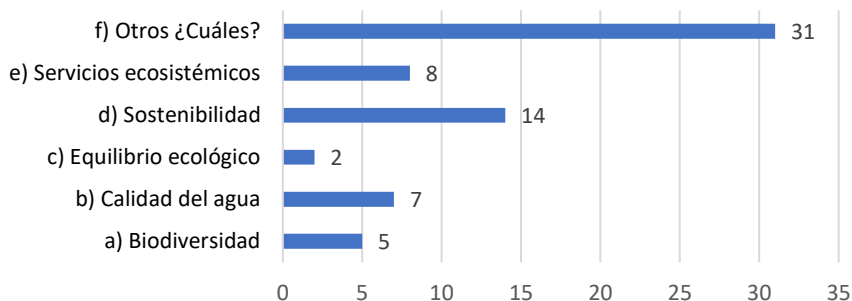
Gráfica 8. Prácticas sostenibles protección montañas.

3.2 Estrategias que se han aplicado para la conservación de ecosistemas acuáticos

La segunda pregunta de investigación está relacionada con las estrategias que se han implementado en los diferentes tipos de ecosistemas acuáticos relacionados con la meta 6.6 en pro de la conservación del agua, biodiversidad, el bienestar humano y el desarrollo sostenible, para lo cual las preguntas específicas que ayudan a responder a esta pregunta de investigación se muestran a continuación.

La gráfica 9 muestra los resultados para la segunda pregunta referida a los criterios que se tienen en cuenta para la implementación de las metodologías de protección de los ecosistemas acuáticos relacionados con la meta, esta pregunta permitía la selección de varias respuestas, en caso de que los artículos cumplieran con varias opciones de respuesta, de esta gráfica se puede concluir que el principal criterio para la implementación de estrategias corresponde a la sostenibilidad, y el criterio menos recurrente fue equilibrio ecológico. Además, se observa que para 31 artículos se seleccionó la opción “Otros”, estos criterios se encuentran en la tabla 4.

¿El artículo menciona que criterios se tienen en cuenta en el desarrollo y la implementación de metodologías de protección de los ecosistemas relacionados con el agua?



Gráfica 9. Criterios implementación metodologías de protección.

Tabla 4. Otros criterios implementación metodologías de protección.

Otros criterios	Autor
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo socioeconómico, impacto social 	(Ait-Kadi, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> Acciones para proteger y restaurar ecosistemas naturales Medición, valoración, toma de decisiones y gobernanza Redes de vigilancia, programas para desarrollar capacidad técnica 	(Vörösmarty et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> Silvicultura incluye desarrollo y utilización racional de los bosques Los bosques tienen el efecto de cultivar y purificar el agua 	(Ma et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo económico, bienestar social y medio ambiente ecológico. 	(WANG et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> Precipitación, avances tecnológicos, caudal ecológico. 	(Ge & Wang, 2024)
<ul style="list-style-type: none"> Datos de extensión de las aguas superficiales en los países de estudio para presentación de informes del indicador 6.6.1 de los ODS Global Mangrove Watch y Alianza Mundial de Manglares: contribuciones a las iniciativas de seguimiento y asociación de manglares existentes 	(Hakimdavar et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> ODS 6 es una oportunidad para dirigir las trayectorias de desarrollo hacia un mundo con seguridad hídrica mediante la gobernanza global del agua. 	(Wiegleb & Bruns, 2018)
<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento económico sostenible en términos de recursos naturales, económicos, sociales y ambientales. Globalizar acciones de desarrollo sostenible. El uso racional y la gestión responsable de los recursos hídricos puede asegurar el desarrollo sostenible de un país o región. 	(Florin & Frone, n.d.)

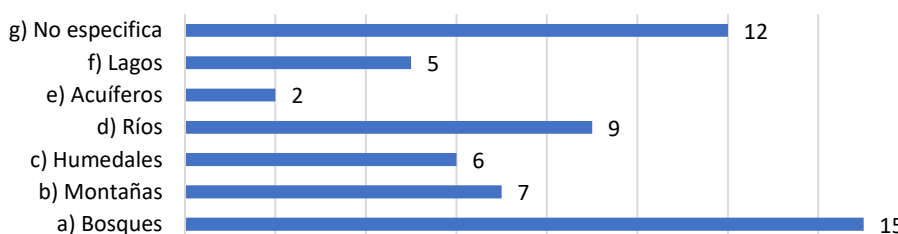


<ul style="list-style-type: none"> • El sector forestal contribuye a la sostenibilidad, actor clave en la lucha contra el cambio climático y el fortalecimiento de las iniciativas sostenibles. • El sector forestal puede contribuir a reducir las emisiones, mejorar los sumideros de carbono y proporcionar un flujo continuo de servicios ecosistémicos. 	(Aguayo Lopes da Silva et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias ambientales y de sostenibilidad. 	(Aguayo Lopes da Silva et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • La gestión adecuada de los sistemas de suministro de agua promueve la extracción sostenible de agua de fuentes subterráneas y superficiales. 	(Dadebo et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Clima, procesos de perturbación, presiones antropogénicas, variables de recursos, topografía. 	(Randin et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente social, factor económico. 	(Grazule et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores para protección de los recursos naturales. 	(Dickens et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo sostenible 	(Peng et al., 2013)
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de instalaciones hidroeléctricas puede alterar ecosistemas acuáticos e influir en la biodiversidad. 	(J. Zhang et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de sostenibilidad, expansión urbana, contaminación, pérdida del hábitat natural. • Crear sinergias con múltiples objetivos. • Protección de ecosistemas y el medio ambiente ejercen impactos sistémicos positivos. 	(Huang et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Servicios ecosistémicos incluyen el suministro de pescado, madera y plantas medicinales, apoyo a la agricultura, secuestro de carbono, regulación de la calidad del agua y del aire, regulación climática, estabilización de costas, mitigación de inundaciones, mantenimiento del hábitat, tratamiento de residuos y utilización para actividades culturales y recreativas. • Humedales son ecosistemas cruciales para la conservación y la gestión sostenible, dada su rica biodiversidad, además desempeñan un papel central en el logro de varios ODS. • Integrar estrategias de conservación de los humedales en los ODS ofrece un camino hacia la consecución de la sostenibilidad ambiental, y al bienestar a largo plazo de los ecosistemas y los medios de vida humanos 	(Kundu et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Los criterios se basan en abarcar la mayor cantidad de ecosistemas forestales posibles, junto con su relación con cuerpos de agua como lo son los ríos. 	(Dandabathula et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de cumplimiento de criterios ambientales y de la elección de criterios para la presentación de informes. 	(Wiegant et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Los bosques de manglares son humedales altamente productivos y brindan servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar de las comunidades 	(Eyzaguirre et al., 2023)

<p>humanas por la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos que proporciona.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La conservación y la gestión sostenible son importantes para los humedales de manglares esenciales del desarrollo sostenible. La gestión está vinculada a la conservación con acciones locales de las comunidades y para la toma de decisiones que incluye su participación; la gestión del ecosistema de manglares con un enfoque en el desarrollo sostenible debe abordarse con modelos de gestión basados en la colaboración que aborden las dimensiones de gobernanza 	
--	--

Además, se cuantificaron los tipos de ecosistemas en los que se han implementado metodologías de protección para conservar los ecosistemas acuáticos relacionados con la meta 6.6 del ODS 6, para esta tercera pregunta específica se podía escoger múltiples opciones puesto que algunos artículos trataban más de dos ecosistemas. La gráfica 10 muestra que los bosques son los ecosistemas en los que más se han implementado metodologías de protección, mientras que los acuíferos son los ecosistemas en los que menos se han implementado metodologías de protección.

¿En qué tipos de ecosistemas se han implementado metodologías de protección para conservar los ecosistemas acuáticos?

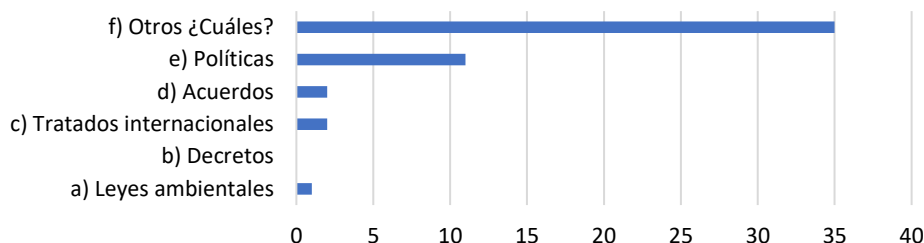


Gráfica 10. Tipos de ecosistemas en los que se implementaron metodologías de protección.

Otro aspecto que tuvo relevancia dentro de la revisión fue la implementación de políticas nacionales e internacionales que se han desarrollado para proteger los ecosistemas relacionados con el agua, esta pregunta corresponde a la cuarta pregunta específica; en el gráfico 11 se observa que la opción “otros” fue la que tuvo mayor selección con un total de 35 artículos, en la tabla 5 se especifican las que no estaban como opción dentro de esta pregunta. Igual que en las anteriores preguntas, se tenía la opción de escoger varias respuestas, seguido de la opción “otras”, las políticas son las más

implementadas, pues se obtuvo un resultado de 11 selecciones, y la opción con menos selección fue la de decretos con 0 implementados.

¿Qué políticas nacionales e internacionales se han desarrollado para proteger los ecosistemas relacionados con el agua desde la declaración de la Agenda 2030?



Gráfica 11. Políticas para proteger ecosistemas acuáticos.

Tabla 5. Otras políticas.

Otras políticas	Autor
<ul style="list-style-type: none"> Estrategias integradas de la gestión del agua 	(Ait-Kadi, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> Intervenciones relacionadas con el agua Políticas sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos Estudios de casos Informes mundiales Colaboración internacional 14 de 108 países establecieron la meta de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) 	(Vörösmarty et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> Cooperación nacional en investigación, acuerdo de París 	(Ma et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> Interés del público y los gobiernos en las consultas posteriores a Río+20 Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) Iniciativa Mundial de Datos sobre el agua; la iniciativa de gobernanza del agua de la OCDE, iniciativa sobre financiación de infraestructura hídrica convocada por la OCDE y el motor de innovación en el Agua. 	(Amezaga et al., n.d.)
<ul style="list-style-type: none"> Maynmar: Plan Maestro Forestal Nacional->30% superficie del país para cobertura forestal permanente y 10% superficie total del país áreas protegidas. Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones de la Deforestación y la Degradación Forestal (Programa ONU-REDD). 	(Biswas et al., 2020)

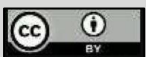


<ul style="list-style-type: none"> • Conocer la distribución del tipo de bosque para formular políticas de alivio de la pobreza. • Acuerdos institucionales y de políticas principales: el Plan Maestro Forestal Nacional, las Estrategias y el Plan de Acción Nacional sobre Biodiversidad (NBSAP), la hoja de ruta de preparación para REDD+, la Estrategia y el Plan de Acción Nacional REDD+ y la recientemente actualizada Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) para el sector forestal. • El Gobierno de Myanmar adoptó el Plan de Desarrollo Sostenible de Myanmar (MSDP) 	
<ul style="list-style-type: none"> • Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, colaboraciones con varios países. 	(Hakimdavar et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Gobernanza mundial del agua para desarrollar normas comunes y comprensión de la gestión del agua. • Rio+20: por primera vez se reconoció la importancia de los ecosistemas para el desarrollo sostenible. • Seguimiento interinstitucional de las Naciones Unidas iniciativa GEMI, responsable de medir el progreso en la agenda ODS 6 	(Wiegleb & Bruns, 2018)
<ul style="list-style-type: none"> • Rumania ha adoptado el acervo medioambiental de la Unión Europea. • Programa Operativo de Grandes Infraestructuras destaca el Plan director del Agua Regional y su conformidad con los planes Hidrográficos de Cuenca. 	(Florin & Frone, n.d.)
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio documental para acceder a perspectivas internacionales sobre el nexo bosque-agua. • Global Reporting Initiative (GRI). 	(Aguayo Lopes da Silva et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución n° 91 de noviembre de 2008, del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) establece directrices nacionales sobre calidad del agua. 	(Zaneti et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Financiación del sector, fomentar la investigación, promover el patrimonio cultural, construir países políticamente estables, cooperación entre países, políticas sostenibles 	(Mugagga & Nabaasa, 2016)
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un plan de gestión sostenible del suministro de agua con la participación de diferentes actores que promuevan regulaciones y políticas armonizadas 	(Dadebo et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Reunión regional del Hombre y la Biosfera celebrada en Katmandú. • Se necesitan directrices para la gestión de los recursos naturales en el Himalaya. • Formar comité popular para cada área de captación • Evaluación de impacto ambiental 	(Ahmad S Rawat & Rai, 1990)
<ul style="list-style-type: none"> • Políticas para mejorar la gestión en bosques. 	(Zaizhi & Haishui, 2004)
<ul style="list-style-type: none"> • Política de no pastoreo. 	(Yang et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> • Plan de desarrollo para la Gran Bahía de Guangdong-Hong Kong-Macao: aborda la conservación y protección de los recursos hídricos. 	(Huang et al., 2023)



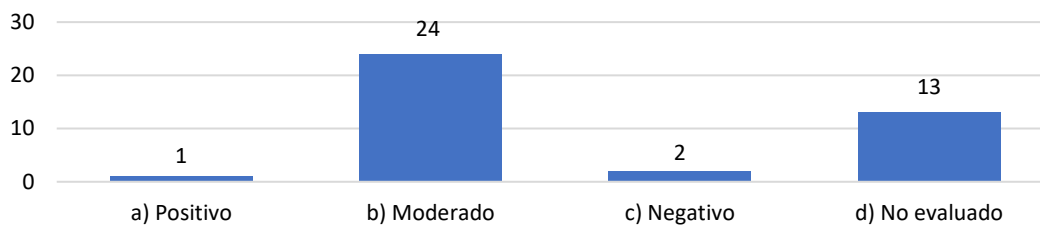
<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas y políticas de desarrollo sustentable en todo el mundo. • Programa de Conservación de Bosques Naturales (NFCP), en 1998 para alcanzar varios objetivos como la restauración de bosques naturales en áreas ecológicamente sensibles, plantación de bosques para la protección del suelo y el agua y la producción de madera, la protección de los bosques naturales existentes contra la tala excesiva, y el mantenimiento de una política de uso múltiple en los bosques naturales. 	(Wan Mahari et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar las políticas innovadoras, las asociaciones colaborativas y la participación comunitaria para preservar y restaurar los ecosistemas de humedales. • Necesidad de colaboración global inclusiva para abordar desafíos de la degradación de la salud de los humedales de manera efectiva. • Los enfoques locales para la gestión de los recursos de humedales en los países en desarrollo a menudo enfrentan limitaciones, lo que resalta la importancia de las estrategias centradas en los impulsores. 	(Kundu et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Constitución de la India, implementa cómo el desarrollo sostenible está siendo apoyado por varias políticas, leyes, actos y reglas que han llevado a la sostenibilidad económica y ecológica. 	(Dandabathula et al., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Políticas alineadas a la agenda 2030, Políticas de crecimiento económico, Políticas públicas. 	(Wiegant et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Convención de Ramsar, uno de los primeros acuerdos internacionales diseñados para conservar y promover el uso sostenible de los humedales, incluidos los bosques de manglares • Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024. • El conocimiento de los servicios ecosistémicos, incluido el bienestar humano, base para la formulación de políticas para la conservación y gestión de los recursos de los bosques de manglares. • La interfaz ciencia-política a través del diálogo es la base para hacer cumplir la Agenda 2030 y la implementación de procesos de conservación y gestión de humedales. 	(Eyzaguirre et al., 2023)

La treceava pregunta específica correspondía al impacto social y económico de las metodologías de protección implementadas en los diferentes ecosistemas acuáticos, los resultados obtenidos indican que en su mayoría (24 artículos) que se genera un impacto moderado en el que se contemplaban mejoras visibles, pero con algunos desafíos persistentes como se observa en la gráfica 12, tan solo 1 con impacto positivo y mejoras significativas, 2 con impacto negativo debido al deterioro de las condiciones de vida o impactos



económicos adversos y 13 en los que no se evaluaba estos impactos debido a la falta de datos o estudios sobre el impacto social y económico.

¿Cuál ha sido el impacto social y económico de las metodologías de protección implementadas en diferentes ecosistemas acuáticos desde la declaración de la Agenda 2030?



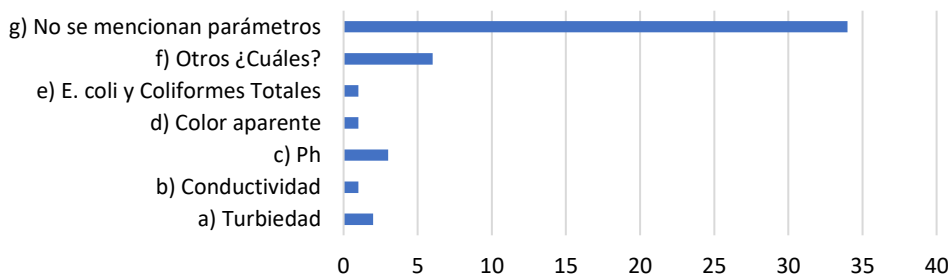
Gráfica 12. Impacto social y económico de las metodologías de protección.

3.3. Investigaciones para protección de ecosistemas acuáticos.

La décima pregunta, intenta conocer los parámetros fisicoquímicos que se miden para evaluar la calidad del agua. De acuerdo con la gráfica 13, como resultado se tiene que, 34 artículos no mencionan parámetros. Para el resto de respuesta, se debe tener en cuenta que esta pregunta permitía elegir más de una opción de respuesta si consideran que varias son pertinentes. Se tiene entonces, tres artículos que mencionan el Ph, dos que mencionan la turbiedad, uno que mencionaba el color aparente, uno para E. Coli y coliformes totales y finalmente, uno para conductividad.

Con respecto a la respuesta que indicaba otros parámetros, se permitía especificar a cuáles se refería, y se obtuvieron los siguientes parámetros: Clorofila, solidos suspendidos totales, nitrógeno, fósforo, oxígeno disuelto, materia inorgánica particulada suspendida (SPIM) y la clorofila (chl), presencia de nitratos en alta concentración en aguas subterráneas, demanda bioquímica de oxígeno en ríos, fosfato en los ríos, materiales que afectan el color del agua: concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST), temperatura, precipitación, caudal ecológico.

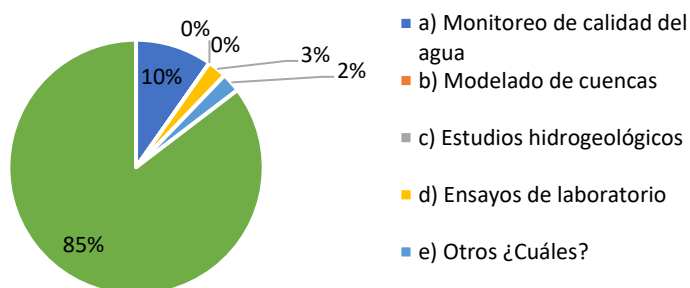
Dentro de las investigaciones que se relacionan con el ODS 6 meta 6.6 se mencionan si existen parámetros fisicoquímicos que se miden para evaluar la calidad del agua?



Gráfica 13. Parámetros fisicoquímicos calidad del agua.

En la pregunta doce se buscaba identificar qué método se utiliza para analizar la composición química y biológica del agua para detectar contaminantes. Como se muestra en la gráfica 14 La respuesta más frecuente fue 'no aplica', seleccionada en 35 artículos, lo que representa el 85%. En segundo lugar, con 4 selecciones, se encontró 'monitoreo de calidad del agua'. En tercer lugar, con una selección cada uno (equivalente al 3%), estuvieron 'ensayos de laboratorio' y 'otros'. No se seleccionaron las opciones 'modelado de cuencas' ni 'estudios hidrogeológicos'. En cuanto a la opción 'otros', se detalló que el método empleado fue la toma de mediciones en campo.

¿En las investigaciones a través de qué método se analiza la composición química y biológica del agua para detectar contaminantes?

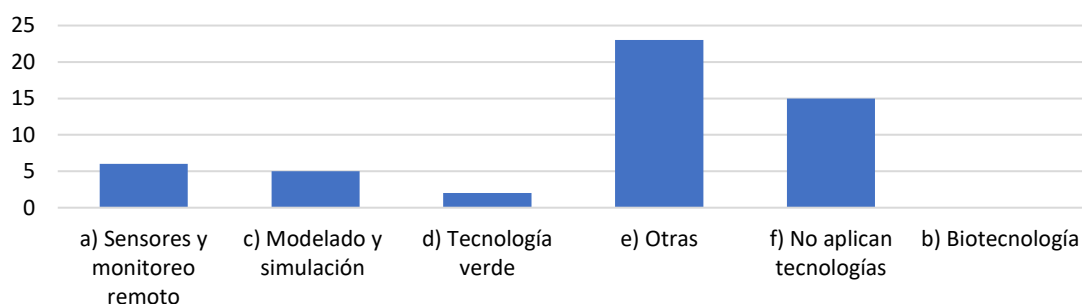


Gráfica 14. Métodos para evaluar la composición química contra contaminantes.

En la pregunta catorce se indagaba sobre qué tecnologías y herramientas se utilizaron para proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos. Según la gráfica 15, la opción más seleccionada fue 'Otras', con 23 artículos. Le sigue 'No

aplica', con 15 artículos. En tercer lugar, se encontró 'Sensores y monitoreo remoto', seleccionada en 6 artículos, seguida de 'Modelado y simulación', con 5 artículos. En quinto lugar, aparece 'Tecnología verde', mencionada en 2 artículos. La única respuesta que no fue seleccionada fue 'Biotecnología'.

¿Qué tecnologías y herramientas innovadoras se han utilizado en la protección y restauración de ecosistemas acuáticos?



Gráfica 15. Tecnologías y herramientas innovadoras para protección ecosistemas acuáticos.

Tabla 6. Otras tecnologías y herramientas.

Otras tecnologías y herramientas	Autor
<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo ambiental utilizando sistemas de detección ambiental, datos y simulación por computadora de vanguardia Tecnologías de desarrollo de bajo impacto (LID) Sistemas de monitoreo a través de teledetección 	(Vörösmarty et al., 2018)
<ul style="list-style-type: none"> Teledetección, modelados, monitoreos. 	(Ma et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> Programa conjunto de monitoreo OMS/UNICEF 	(Amezaga et al., n.d.)
<ul style="list-style-type: none"> Mapeo de tipos de bosques con fuentes de datos satelitales Landsat mapeo de cobertura terrestre Sentinels permite avanzar en las aplicaciones de mapeo forestal. Random Forest es un algoritmo de aprendizaje para clasificar conjuntos de datos multiclase Métodos de análisis estadístico: análisis discriminante y regresión logística Algoritmo de Bosque aleatorio Datos digitales de los inventarios forestales de distrito (DFI) 	(Biswas et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> Google Earth Engine para llenar vacíos para datos de observación de la tierra. Landsat, Datos del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS). Datos de MOD44W C6.0, Análisis y descubrimiento global de tierras (GLAD) Aguas superficiales y Explorador mundial de aguas superficiales (GSWE) para mapear la extensión de aguas superficiales. 	(Hakimdavar et al., 2020)



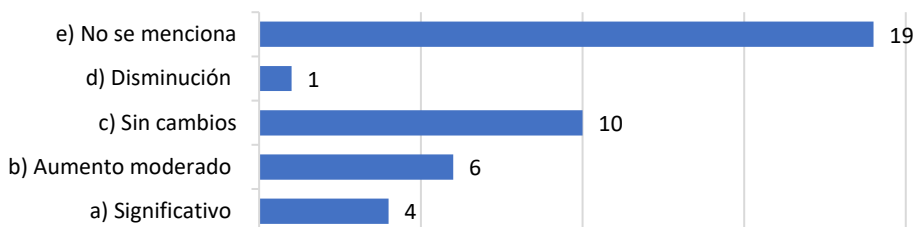
<ul style="list-style-type: none"> Se utilizan datos de países en desarrollo sobre pobreza nacional, mortalidad infantil y niveles de estrés hídrico 	(Liu, 2021)
<ul style="list-style-type: none"> Mapeo de experiencias de diálogos múltiples sobre agua, alimentos, bosques y paisajes, datos de teledetección Datos de MODIS, Landsat y Sentinel SIG y Python 3.6 para diseñar un método de monitoreo de tendencias forestales en Suiza Software Q-GIS Metodologías y herramientas para identificar cobertura forestal y aguas superficiales. Observaciones de la tierra (EOs), Índice de Acceso Rural (RAI), Google Earth Engine (GEE) 	(Aguayo Lopes da Silva et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> Herramientas de gestión para apoyar la toma de decisiones en la GIRH 	(Zaneti et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> EPANET: estado en tiempo real del sistema de distribución de agua Google Earth ArcView GIS 	(Dadebo et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> Tecnología en cuencas hidrográficas. 	(Shaheen et al., n.d.)
<ul style="list-style-type: none"> Modelos de teledetección 	(Randin et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> Landsat TM5 y satélite ambiental en China Base científica para la construcción y protección ecológica con el enfoque en la protección de los recursos hídricos 	(Wang, 2020)
<ul style="list-style-type: none"> Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB 2020) 	(Dickens et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> Datos de teledetección y procesamiento de datos 	(Yang et al., 2023)
<ul style="list-style-type: none"> Método de dinámica de sistemas: incluye modelos de población y capacidad poblacional de la cuenca hidrográfica, modelo dinámico del sistema poblacional, modelo dinámico del sistema agrícola Software Venism: calcula el valor total de la producción agrícola anual. 	(Peng et al., 2013)
<ul style="list-style-type: none"> La profundidad de Secchi (Zsd), medida de claridad del agua de bajo costo y fácil de usar, es un indicador de primer orden de la calidad del agua y la salud del ecosistema. Nuevo modelo mecanicista de estimación de la claridad del agua a partir de datos de teledetección. Enfoques de aprendizaje automático como: el bosque aleatorio (RF), la red neuronal artificial (ANN) y la máquina de vectores de soporte (SVM). 	(Shen et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> Compostaje, La lombricultura, El biofertilizante, El polipit, La politrinchera, El polihouse 	(Samal et al., 2003)
<ul style="list-style-type: none"> Panel Vector Autoregressive Model (PVAR): Datos en el desempeño ODS 2, 6, 7, 8, 12, 15 	(J. Zhang et al., 2022)
<ul style="list-style-type: none"> Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN). 	(Huang et al., 2023)

<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de impacto cruzado y técnicas de análisis de redes para examinar las interacciones sistémicas de los ODS, identificaron la meta 6.6. • Modelo Impulsor-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR) para identificar problemas de sostenibilidad y contextualizar los ODS. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Navegador de Internet para la plantación de árboles: Ecosia que consiste en promover proyectos globales de plantación de árboles. 	(Wan Mahari et al., 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • Método de Pearson para calcular la correlación de factores socio ecológicos y económicos. • Mapas de uso y cobertura del suelo (LULC) para detección de áreas cambiantes, imágenes satelitales para clasificación, tendencia del cambio de uso del suelo utilizando datos de imágenes Landsat Thematic Mapper (TM), tasa de cambios o movimiento de la línea de costa se determinó utilizando el Sistema de Análisis Digital de Línea de Costa (DSAS), para la precisión de la clasificación general y por categoría, se utilizó una matriz de confusión o error, se crearon mapas de transformación de humedales utilizando NDWI y NDBI para rastrear los cambios en el humedal a lo largo del tiempo, Utilizando el mapa estratégico Evaluación Ambiental (EAE), se ha estimado la extensión del desarrollo urbano sobre el humedal, El estado eco hidrológico (EHS) del humedal se modeló utilizando una variedad de técnicas de aprendizaje automático (ML), Para la elaboración de los mapas se utilizó la metodología de procesamiento y los algoritmos utilizados por el servicio de observación de humedales Horizonte 2020 a partir de satélite 	(Kundu et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia y aplicabilidad de tecnologías para los diferentes ecosistemas. 	(Wiegant et al., 2024)
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, entrevistas, grupos focales e indicadores sociales, indicadores económicos e indicadores políticos. • La ciencia ciudadana, junto con técnicas como la Inteligencia Artificial, vínculo fundamental para reducir las brechas de información. • Global Mangrove Watch (GMW) es una plataforma en línea que proporciona datos de teledetección y herramientas para monitorear los manglares. 	(Eyzaguirre et al., 2023)

Para la pregunta quince, se pretendía saber cómo había evolucionado el uso de tecnologías y herramientas innovadoras para proteger ecosistemas acuáticos. Como lo indica la gráfica 16, la respuesta con más selección corresponde a “No se menciona” con 19 selecciones. En segundo lugar, “sin cambios” con 10 selecciones. De manera consiguiente, “aumento moderado”

con 6 selecciones. En cuarto lugar, “significativo”, con 4 selecciones. Finalmente, con una selección, la respuesta “disminución”.

¿Cómo ha evolucionado el uso de tecnologías y herramientas innovadoras en la protección de ecosistemas acuáticos desde la declaración de la Agenda 2030?



Gráfica 16. Evolución uso de tecnologías y herramientas.

4 DISCUSIÓN

A lo largo de la revisión se destaca la importancia del uso de los recursos hídricos para las actividades cotidianas que desarrollamos. La nueva agenda de desarrollo de las Naciones Unidas (ONU) reconoce plenamente la importancia de gestionar el agua para el desarrollo sostenible (Ait-Kadi, 2016), en relación con (Florin & Frone, n.d.) menciona que el uso racional y la gestión responsable de los recursos hídricos pueden asegurar el desarrollo sostenible de un país o región. La disponibilidad de recursos hídricos renovables y confiables son la clave para la seguridad hídrica humana (Vörösmarty et al., 2018), la escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial (Amezaga et al., n.d.). (Liu, 2021) menciona que el estrés hídrico es "la relación entre la extracción total de agua dulce por todos los sectores principales y los recursos totales de agua dulce renovables" además que este es un indicador negativo de la disponibilidad de agua y está vinculado positivamente con la pobreza nacional en los países en desarrollo.

Se reconocieron tres factores que conectan las diferentes perspectivas de los autores, iniciando por el deficiente apoyo financiero que no solamente afecta el cumplimiento del ODS 6 como lo expresa (Q. Zhang et al., 2019) indicando que las comunidades de bajos se esfuerzan por lograr el acceso universal a servicios adecuados; además los países de bajos ingresos tienen dificultades para alcanzar las metas relacionadas con el suministro de agua (Dadebo et al., 2023). En la mayoría de los países, la financiación para la



protección de los ecosistemas destinados a servicios e infraestructuras hídricas no es ni suficiente ni sostenible (Vörösmarty et al., 2018). Las redes de monitoreo que representan la base mundial de recursos hídricos y sus entornos de apoyo continúan deteriorándose, en particular como respuesta a la reducción de la financiación y el apoyo operativo (Vörösmarty et al., 2018). Por otro lado (Shaheen et al., n.d.) indica la existencia de un programa con 100% de asistencia financiera por parte del gobierno del Himalaya que beneficio a 1700 familias, lo cual muestra la importancia del apoyo financiero para el cumplimiento de los ODS.

Seguido de la importancia de la implementación de tecnologías como (Yu et al., 2022) menciona el uso de Amazon Web Service para ayudar a calcular como usar el agua de manera más eficiente, en concordancia con (Hakimdavar et al., 2020) que nombra la necesidad de más ciencia y análisis sintetizados de los conjuntos de datos globales existentes para cumplir con los ambiciosos objetivos de presentación de informes establecidos por el ODS 6.

Y como último factor hacer realidad la visión de los ODS es, en primer lugar y, sobre todo, responsabilidad de los países, los gobiernos nacionales y las partes interesadas (Ait-Kadi, 2016), esto es importante ya que, para garantizar el éxito, sería necesario contar con la participación de un conjunto diverso de partes interesadas, desde el mundo académico, el gobierno, el sector privado y la sociedad civil (Vörösmarty et al., 2018). Contar con el respaldo de los entes gubernamentales podría traer beneficios como en China, que le dio gran importancia a un proyecto integral de remediación, conservación y restauración de ecosistemas alpinos (Yang et al., 2023). El Programa Namami Gange (Misión Limpiar el Ganges) es una misión integrada y un proyecto emblemático del Gobierno de la India, que ha logrado el éxito en la consecución de sus objetivos duales de reducción efectiva de la contaminación y conservación y rehabilitación del Ganges (Dandabathula et al., 2021), lo que es una evidencia adicional de los beneficios del apoyo gubernamental. Existen circunstancias de extrema importancia por parte de los gobiernos como el ver más allá de la tendencia global al informar sobre el progreso en los logros de las metas de los ODS (Mondal et al., 2020), de igual manera la recopilación de datos sobre recursos naturales necesarios para hacer posible una evaluación de la



sostenibilidad a nivel nacional o mundial (Dickens et al., 2020). La falta de información sobre el progreso y las tendencias de un conjunto de objetivos podría debilitar la participación del gobierno local y, por lo tanto, el progreso nacional hacia los ODS; medir el progreso de los ODS es crucial para definir el logro y fundamentar las políticas locales (Huang et al., 2023).

Los ODM se centraron en cuestiones de desarrollo social y sólo abordaron marginalmente los desafíos ambientales (Wiegleb & Bruns, 2018) y los ODS son el modelo para lograr un futuro mejor y más sostenible, enfrentando, entre otras cosas, la degradación ambiental (Q. Zhang et al., 2019).

El ODS 6 se compone de agua limpia y saneamiento, la meta del agua potable se consideró un gran éxito ya que se cumplió cinco años antes de la fecha límite, pero la meta del saneamiento nunca se logró (Amezaga et al., n.d.) esto también lo menciona (Wiegleb & Bruns, 2018).

Los ODS están relacionados entre sí porque ofrecen un marco global para enfrentar algunos de los mayores desafíos de nuestro tiempo, por ejemplos los ODS 2, 6, 7 y 15 se consideran las “necesidades esenciales” que los seres humanos obtienen de los ecosistemas para su sustento (J. Zhang et al., 2022), mejorar la seguridad hídrica (ODS 6) es beneficioso para mejorar la seguridad alimentaria (ODS 2), al igual que el crecimiento económico (ODS 8) y la seguridad hídrica (ODS 6) pueden reforzarse mutuamente (J. Zhang et al., 2022). En contraste con (Amezaga et al., n.d.) que menciona que las políticas, prácticas e inversiones necesarias para alcanzar el ODS 6 pueden no estar coordinadas con las de otros ODS, por lo que no se garantizan resultados positivos para las personas.

En las Américas, el 65 por ciento de la biodiversidad y las condiciones de los ecosistemas que son importantes para el bienestar humano están disminuyendo, y el 21 por ciento está disminuyendo fuertemente (Vörösmarty et al., 2018).

Los dos tipos de ecosistemas que más destacaron a lo largo de la revisión fueron los bosques y humedales. Los ecosistemas forestales pueden conservar el agua; esta función está directamente relacionada con el ODS 6 (agua limpia y saneamiento), países como Estados Unidos, China, el Reino Unido, Australia, Alemania, Austria, Italia, los Países Bajos, Suiza y Suecia fueron los 10 más

productivos que publicaron la mayor cantidad de investigaciones sobre los ODS relacionados con los bosques en 2022 (Ma et al., 2022). América del Sur y África han experimentado las mayores pérdidas netas de superficie forestal (Amezaga et al., n.d.).

Los humedales son ecosistemas cruciales para la conservación y la gestión sostenible, dada su rica biodiversidad. Además, los humedales desempeñan un papel central en el logro de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible. En África, países como Tanzania, Uganda, Etiopía y Nigeria han experimentado tasas relativamente altas de pérdida de humedales; en Asia, los países examinados por la pérdida de humedales incluyen India, Bangladesh y China; Estados Unidos y Canadá han mostrado tasas comparativamente más bajas de pérdida de humedales y América del Sur, específicamente Brasil y Argentina, ha exhibido tasas moderadas a altas de degradación de humedales (Kundu et al., 2024).

5 CONCLUSIONES

La Meta 6.6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) está orientada a la protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos. A pesar de algunos avances, su cumplimiento sigue siendo un desafío en muchas regiones, como quedó evidenciado en esta revisión. Entre los ecosistemas más estudiados destacan los bosques y humedales. Aunque en estos se han implementado diversas estrategias, el progreso logrado aún está por debajo de lo establecido por esta meta. Los principales factores que contribuyen a la degradación de los ecosistemas acuáticos incluyen la contaminación, el cambio climático, el exceso de actividades agrícolas, la deforestación, la ausencia de monitoreo y la eutrofización, entre otros. Latinoamérica presenta un desafío significativo, especialmente considerando que la región es clave en términos de recursos hídricos y biodiversidad. Las deficiencias en la investigación, el monitoreo y la implementación de políticas efectivas dificultan un manejo adecuado de estos ecosistemas acuáticos. La falta de estudios detallados sobre la protección y restauración de estos ecosistemas resalta la necesidad urgente de fortalecer las capacidades locales para garantizar la conservación y el uso sostenible del agua. Colombia, siendo uno de los países más ricos en recursos hídricos del



mundo, tiene una gran responsabilidad de proteger y restaurar sus ecosistemas acuáticos para garantizar la sostenibilidad de estos valiosos recursos. Avanzar en la Meta 6.6 del ODS 6 es esencial para conservar sus fuentes de agua, que son cruciales para el abastecimiento de agua potable, la agricultura y la generación de energía. Al proteger ríos, lagos y humedales, Colombia no solo asegura el acceso a agua de calidad para sus habitantes, sino que también refuerza la resiliencia frente al cambio climático, manteniendo la estabilidad de sus ecosistemas acuáticos y contribuyendo a un desarrollo sostenible.

Por otro lado, Europa y Asia lideraron la publicación de artículos sobre desarrollo sostenible, siendo también las regiones que más adoptan tecnologías para la investigación y monitoreo de ecosistemas acuáticos. Sin embargo, la falta de políticas efectivas sigue siendo un obstáculo significativo para alcanzar los objetivos propuestos por esta meta del ODS 6.

Desde la ingeniería civil, se busca contribuir a la mejora en la gestión de los recursos hídricos mediante la planificación y diseño de infraestructuras hidráulicas que promuevan el uso eficiente y sostenible del agua. También se destacan los esfuerzos por implementar tecnologías avanzadas para el tratamiento y reutilización del agua, con el fin de reducir la contaminación en los cuerpos de agua. Esta revisión resalta la problemática derivada de la insuficiente atención hacia el cumplimiento de los ODS y los múltiples desafíos asociados, subrayando la necesidad de esfuerzos más integrales y coordinados.

REFERENCES

- Aguayo Lopes da Silva, R., Cesar Gonçalves Robert, R., & Purfürst, T. (2023). How Is the Forest Sector's Contribution to the Sustainable Development Goals (SDGs) Being Addressed? A Systematic Review of the Methods. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su15118988>
- Aguayo Lopes da Silva, R., Duarte dos Santos, L., Gonçalves Robert, R. C., & Purfürst, T. (2024). Brazilian Forest-Based Sector Perceptions and Contributions to the Sustainable Development Goals (SDGs)—Developing Strategies Using the Strategic Options Development and Analysis (SODA) Approach. *Forests*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/f15010198>
- Ahmad S Rawat, A. J., & Rai, S. C. (1990). *An Analysis of the Himalayan Environment and Guidelines for its Management and Ecologically Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1007/BF02239722>



- Ait-Kadi, M. (2016). Water for Development and Development for Water: Realizing the Sustainable Development Goals (SDGs) Vision. *Aquatic Procedia*, 6, 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.06.013>
- Amezaga, J., Bathurst, J., Iroumé, A., Jones, J., Kotru, R., Dutt Bhatta, L., & Springgay, E. (n.d.). *Chapter 6 SDG 6: Clean Water and Sanitation-Forest-Related Targets and Their Impacts on Forests and People*.
- Biswas, S., Huang, Q., Anand, A., Mon, M. S., Arnold, F. E., & Leimgruber, P. (2020). A multi sensor approach to forest type mapping for advancing monitoring of sustainable development goals (SDG) in Myanmar. *Remote Sensing*, 12(19), 1-21. <https://doi.org/10.3390/rs12193220>
- Chand, A. A., Lal, P. P., Prasad, K. A., & Mamun, K. A. (2021). Practice, benefits, and impact of personal protective equipment (PPE) during COVID-19 pandemic: Envisioning the UN sustainable development goals (SDGs) through the lens of clean water sanitation, life below water, and life on land in Fiji. *Annals of Medicine and Surgery*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102763>
- Dadebo, D., Obura, D., & Kimera, D. (2023). Hydraulic modeling and prediction of performance for a drinking water supply system towards the achievement of sustainable development goals (SDGs): A system case study from Uganda. *Groundwater for Sustainable Development*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.100951>
- Dandabathula, G., Chintala, S. R., Ghosh, S., Balakrishnan, P., & Jha, C. S. (2021). Exploring the nexus between Indian forestry and the Sustainable Development Goals. In *Regional Sustainability* (Vol. 2, Issue 4, pp. 308-323). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.regus.2022.01.002>
- Dickens, C., McCartney, M., Tickner, D., Harrison, I. J., Pacheco, P., & Ndhlovu, B. (2020). Evaluating the global state of ecosystems and natural resources: Within and beyond the SDGs. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/SU12187381>
- Eyzaguirre, I. A. L., Iwama, A. Y., & Fernandes, M. E. B. (2023). Integrating a conceptual framework for the sustainable development goals in the mangrove ecosystem: A systematic review. In *Environmental Development* (Vol. 47). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100895>
- Florin, D., & Frone, S. (n.d.). ASPECTS CONCERNING CONTRIBUTION OF WATER SUPPLY AND SANITATION NETWORKS (WSS) INVESTMENTS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs) IN ROMANIA. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21, 2021.
- Ge, Y., & Wang, J. (2024). The Water Resources Rebound Effect Threatening the Achievement of Sustainable Development Goal 6 (SDG 6). *Sustainability (Switzerland)*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/su16104155>



- Grazule, D., Grinfelde, I., Bakute, A., Pilecka-Ulcugaceva, J., Burlakovs, J., & Siltumens, K. (2022). CHALLENGES FOR THE DEVELOPMENT OF LOWLAND RIVERS ECOSYSTEM SERVICES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS. *Research for Rural Development*, 37, 259-265. <https://doi.org/10.22616/rrd.28.2022.037>
- Hakimdavar, R., Hubbard, A., Policelli, F., Pickens, A., Hansen, M., Fatoyinbo, T., Lagomasino, D., Pahlevan, N., Unninayar, S., Kavvada, A., Carroll, M., Smith, B., Hurwitz, M., Wood, D., & Uz, S. S. (2020). Monitoring water-related ecosystems with earth observation data in support of Sustainable Development Goal (SDG) 6 reporting. *Remote Sensing*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/rs12101634>
- Huang, J., Nitivattananon, V., Lin, D., & Gong, W. (2023). Integrated assessment for Sustainable Development Goals of metropolitan regions: A case study of the Pearl River Delta region, China. *Environmental and Sustainability Indicators*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100299>
- Katila, P., McDermott, C., Larson, A., Aggarwal, S., & Giessen, L. (2020). Forest tenure and the Sustainable Development Goals - A critical view. In *Forest Policy and Economics* (Vol. 120). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102294>
- Kundu, S., Kundu, B., Rana, N. K., & Mahato, S. (2024). Wetland degradation and its impacts on livelihoods and sustainable development goals: An overview. In *Sustainable Production and Consumption* (Vol. 48, pp. 419-434). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.024>
- Liu, S. (2021). Child mortality and water stress under the framework of Sustainable Development Goals (SDGs): Evidence from twenty developing countries. *Present Environment and Sustainable Development*, 15(1), 49-58. <https://doi.org/10.15551/pesd2021151004>
- Ma, Z., Hu, C., Huang, J., Li, T., & Lei, J. (2022). Forests and Forestry in Support of Sustainable Development Goals (SDGs): A Bibliometric Analysis. *Forests*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/f13111960>
- Mondal, P., McDermid, S. S., & Qadir, A. (2020). A reporting framework for Sustainable Development Goal 15: Multi-scale monitoring of forest degradation using MODIS, Landsat and Sentinel data. *Remote Sensing of Environment*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111592>
- Mugagga, F., & Nabaasa, B. B. (2016). The centrality of water resources to the realization of Sustainable Development Goals (SDG). A review of potentials and constraints on the African continent. In *International Soil and Water Conservation Research* (Vol. 4, Issue 3, pp. 215-223). International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation and China Water and Power Press. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.05.004>



- Mujtaba, G., Shah, M. U. H., Hai, A., Daud, M., & Hayat, M. (2024). A holistic approach to embracing the United Nation's Sustainable Development Goal (SDG-6) towards water security in Pakistan. In *Journal of Water Process Engineering* (Vol. 57). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104691>
- Peng, Y., Ai, N. S., & Liu, G. D. (2013). Analysis on sustainable development of small watershed in mountain area by system dynamics. *Advanced Materials Research*, 807-809, 919-922.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.807-809.919>
- Randin, C. F., Ashcroft, M. B., Bolliger, J., Cavender-Bares, J., Coops, N. C., Dullinger, S., Dirnböck, T., Eckert, S., Ellis, E., Fernández, N., Giuliani, G., Guisan, A., Jetz, W., Joost, S., Karger, D., Lembrechts, J., Lenoir, J., Luoto, M., Morin, X., ... Payne, D. (2020). Monitoring biodiversity in the Anthropocene using remote sensing in species distribution models. *Remote Sensing of Environment*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111626>
- Samal, P. K., Palni, L. M. S., & Agrawal, D. K. (2003). Ecology, ecological poverty and sustainable development in Central Himalayan region of India. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 10(2), 157-168. <https://doi.org/10.1080/13504500309469794>
- Shaheen, F. A., Wani, M. H., & Baba, S. H. (n.d.). Sustainable Hill Agricultural Practices through Watershed Development Programmes and their Impact in Himalayan States. In *Jn. of Agri.Econ* (Vol. 65, Issue 3).
<http://ageconsearch.umn.edu>
- Shen, M., Duan, H., Cao, Z., Xue, K., Qi, T., Ma, J., Liu, D., Song, K., Huang, C., & Song, X. (2020). Sentinel-3 OLCI observations of water clarity in large lakes in eastern China: Implications for SDG 6.3.2 evaluation. *Remote Sensing of Environment*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111950>
- Vörösmarty, C. J., Rodríguez Osuna, V., Cak, A. D., Bhaduri, A., Bunn, S. E., Corsi, F., Gastelumendi, J., Green, P., Harrison, I., Lawford, R., Marcotullio, P. J., McClain, M., McDonald, R., McIntyre, P., Palmer, M., Robarts, R. D., Szöllösi-Nagy, A., Tessler, Z., & Uhlenbrook, S. (2018). Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecohydrology and Hydrobiology*, 18(4), 317-333. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.07.004>
- Wan Mahari, W. A., Azwar, E., Li, Y., Wang, Y., Peng, W., Ma, N. L., Yang, H., Rinklebe, J., Lam, S. S., & Sonne, C. (2020). Deforestation of rainforests requires active use of UN's Sustainable Development Goals. In *Science of the Total Environment* (Vol. 742). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140681>
- Wang, T. (2020). Environmental Protection and Sustainable Development in Ecological Functional Zones. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 514(3). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/514/3/032061>



- WANG, T., ZHOU, D., & FAN, J. (2024). Spatial differences of Sustainable Development Goals (SDGs) among counties (cities) on the northern slope of the Kunlun Mountains. *Regional Sustainability*, 5(1).
<https://doi.org/10.1016/j.regsus.2024.03.002>
- Wiegant, D., Dewulf, A., & Van Zeben, J. (2024). Alignment mechanisms to effectively govern the sustainable development goals. *World Development*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106721>
- Wiegleb, V., & Bruns, A. (2018). Hydro-social arrangements and paradigmatic change in water governance: an analysis of the sustainable development goals (SDGs). *Sustainability Science*, 13(4), 1155-1166.
<https://doi.org/10.1007/s11625-017-0518-1>
- Yang, H., Gou, X., Xue, B., Ma, W., Kuang, W., Tu, Z., Gao, L., Yin, D., & Zhang, J. (2023). Research on the change of alpine ecosystem service value and its sustainable development path. *Ecological Indicators*, 146.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109893>
- Yu, W., Hassan, A., & Adhikariparajuli, M. (2022). How Did Amazon Achieve CSR and Some Sustainable Development Goals (SDGs)—Climate Change, Circular Economy, Water Resources and Employee Rights during COVID-19? *Journal of Risk and Financial Management*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/jrfm15080364>
- Zaizhi, Z., & Haishui, Z. (2004). Development of socio-economic and ecological alternatives for sustainable management of mountain secondary forest in tropical China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 11(1), 63-68. <https://doi.org/10.1080/13504500409469812>
- Zaneti, R. N., Fernandes, C. V. S., & Etchepare, R. G. (2023). Urban water quality in Porto Alegre (Brazil) in light of the sustainable development goal (SDG) 6 and the new national sanitation policy. *Urban Water Journal*, 20(10), 1608-1617. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2056489>
- Zhang, J., Wang, S., Pradhan, P., Zhao, W., & Fu, B. (2022). Mapping the complexity of the food-energy-water nexus from the lens of Sustainable Development Goals in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106357>
- Zhang, Q., Liu, S., Wang, T., Dai, X., Baninla, Y., Nakatani, J., & Moriguchi, Y. (2019). Urbanization impacts on greenhouse gas (GHG) emissions of the water infrastructure in China: Trade-offs among sustainable development goals (SDGs). *Journal of Cleaner Production*, 232, 474-486.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.333>